

Журнал входит в базу данных российских научных журналов Russian Science Citation Index на платформе Web of Science и включен в международную базу данных химических научных журналов Chemical Abstracts (CAS (pt)) и международную исследовательскую базу данных Research Bible.

СОДЕРЖАНИЕ

ЮБИЛЕЙ КАФЕДРЫ АГРОХИМИИ И ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ СТАВРОПОЛЬСКОГО ГАУ	
<i>Трухачев В.И.</i> История кафедры агрохимии и физиологии растений и ее научно-педагогическая деятельность.....	2
<i>Есаулко А.Н., Ожередова А.Ю., Громова Н.В.</i> Оптимизация питания сортов озимой пшеницы путем внесения расчетных доз минеральных удобрений на планируемый уровень урожайности.....	3
<i>Ситников В.Н., Егоров В.П. и др.</i> Мониторинг плодородия почв Ставропольского края: динамика агрохимических показателей с учетом зональных особенностей почв.....	8
<i>Агеев В.В., Есаулко А.Н. и др.</i> Вклад многолетнего стационара «Теоретические и технологические основы биогеохимических потоков веществ в агроландшафте» в фундаментальные и прикладные разработки агрохимии (длительный опыт Геосети РАН).....	14
<i>Цховребов В.С., Умаров А.Б. и др.</i> Влияние фосфогипса и серосодержащих удобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы на черноземе.....	21
<i>Громова Н.В., Есаулко А.Н. и др.</i> Влияние систем удобрений и способов обработки почвы на реакцию почвенного раствора чернозема выщелоченного и урожайности озимого ячменя.....	24
<i>Лобанкова О.Ю., Агеев В.В. и др.</i> Оптимизация азотной подкормки озимого ячменя на черноземе обыкновенном.....	27
<i>Есаулко А.Н., Галда Д.Е.</i> Изучение минерального питания сортов чечевицы в условиях Ставропольской возвышенности.....	32
<i>Передериева В.М., Власова О.И. и др.</i> Динамика растительных остатков в зависимости от технологии возделывания культур на черноземе обыкновенном.....	37
<i>Сигида М.С., Коростылев С.А. и др.</i> Урожайность сахарной свеклы в зависимости от применения различных форм минеральных удобрений в условиях зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края.....	42
<i>Глазунова Н.Н., Безгина Ю.А. и др.</i> Влияние длительного применения систем удобрений на видовой состав и численность насекомых-фитофагов и их энтомофагов в посевах озимой пшеницы на черноземе выщелоченном.....	46
<i>Подколзин А.И., Олейников А.Ю., Сигида М.С., Воскобойников А.В.</i> Динамика содержания цинка в почвах Ставропольского края.....	51
<i>Селиванова М.В., Прокурников Ю.П. и др.</i> Применение агрохимикатов ростостимулирующего действия в овощеводстве защищенного грунта.....	55
<i>Есаулко А.Н., Коростылев С.А. и др.</i> Динамика показателей почвенного плодородия при возделывании сельскохозяйственных культур по технологии no-till в условиях Ставропольского края.....	58
ЭКОТОКСИКОЛОГИЯ	
<i>Гилев С.Д., Цымбаленко И.Н. и др.</i> Приемы снижения остаточных количеств пестицидов в зерне при возделывании яровой пшеницы по ресурсосберегающим технологиям.....	63
<i>Разина А.А., Дятлова О.Г.</i> Влияние фунгицидов и агрохимикатов на урожайность и качество зерна яровой пшеницы.....	67
МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ	
<i>Дудкина Т.А., Дудкин И.В.</i> Инструмент для проведения исследований по биологии почвы.....	71

CONTENTS

JUBILEE OF AGROCHEMISTRY AND PLANT PHYSIOLOGY DEPARTMENT OF STAVROPOL SAU	
<i>Trukhachev V.I.</i> History of Agrochemistry and Plant Physiology department and its science-pedagogical activity.....	2
<i>Esaulko A.N., Ozheredova A.Yu., Gromova N.V.</i> Optimization of nutrition of winter wheat varieties by introducing calculating doses of mineral fertilizers on the planned crop level.....	3
<i>Sitnikov V.N., Yegorov V.P., Esaulko A.N., Burlay A.V.</i> Monitoring of the fertility of soils of the Stavropol region: dynamics of agrochemical indices according to the zone of soil specificities.....	8
<i>Ageev V.V., Esaulko A.N., Sychev V.G., Sigida M.S., Korostylev S.A.</i> Contribution of the multi-year stationary «Theoretical and technological foundations of biogeochemical flows of substances in agrolandscape» to fundamental and applied developments of agrochemistry (long-term experience of the Geo-Network of the RAS).....	14
<i>Tskhovrebov V.S., Umarov A.B., Nikiforova A.M., Kalugin D.V.</i> Influence of phosphogypsum and sulfur-containing fertilizers on yield and quality of winter wheat on chernozem.....	21
<i>Gromova N.V., Esaulko A.N., Belovolova A.A., Grechishkina Yu.I.</i> Influence of fertilizers systems and soil treatment methods on the soil reaction of leached chernozem and yield of winter barley.....	24
<i>Lobankova O.Yu., Ageev V.V., Mandra Yu.A., Lysenko I.O.</i> Optimization of nitrogen fertilization of winter barley on chernozem ordinary.....	27
<i>Esaulko A.N., Galda D.E.</i> Research of mineral nutrition lentils varieties in conditions of the Stavropol upland.....	32
<i>Perederieva V.M., Vlasova O.I., Dorozhko G.R., Petrova L.N., Wolthers I.A.</i> Dynamics of plant residues depending on technology of crops cultivation on ordinary chernozem.....	37
<i>Sigida M.S., Korostylev S.A., Salenko E.A., Kutsenko A.S.</i> Yield of sugar beet according to the use of different forms of mineral fertilizers in the zone of unstable humidification of the Stavropol region.....	42
<i>Glazunova N.N., Bezgina Yu.A., Maznitsyna L.V., Shutko A.P., Tutuzhans L.V.</i> Effect of long-term use of fertilizer systems on the species composition and abundance of phytophagous insects and their entomophages in winter wheat crops on leached chernozem.....	46
<i>Podkolzin A.I., Oleynikov A.Yu., Sigida M.S., Voskoboinikov A.V.</i> Dynamics of zinc content in soils of the Stavropol region.....	51
<i>Selivanova M.V., Proskurnikov Yu.P., Lobankova O.Yu., Belovolova A.A.</i> Application of microfertilizers in the vegetation of protected ground.....	55
<i>Esaulko A.N., Korostylev S.A., Sigida M.S., Golosnoi E.V.</i> Dynamics of agrochemical indicators of soil fertility at cultivation of agricultural crops for no-till technology in conditions of the Stavropol region.....	58
ECOTOXICOLOGY	
<i>Gilev S.D., Tsybalenko I.N., Kopylov A.N., Kekalo A.Yu., Filippov A.S.</i> Techniques for reduction of pesticide residues in the grain in the cultivation of spring wheat on saving technologies.....	63
<i>Razina A.A., Dyatlova O.G.</i> Influence of fungicides and agrochemicals on yields and quality of spring wheat grain.....	67
METHODOLOGY OF RESEARCH	
<i>Dudkina T.A., Dudkin I.V.</i> A tool for research on soil biology.....	71

Главный редактор: И.С. Прохоров, к.с.-х.н.

Редакция: И.И. Прохорова (директор), М.А. Королькова, Н.В. Куроптева

Редколлегия: А.И. Беленков, д.с.-х.н., С.Л. Белопухов, д.с.-х.н., Н.М. Белоус, д.с.-х.н., Н.В. Войтович, д.с.-х.н., Л.А. Дорожкина, д.с.-х.н., А.А. Завалин, д.с.-х.н., А.Л. Иванов, д.б.н., Л.В. Кирейчева, д.т.н., Н.В. Клебанович, д.с.-х.н. (Беларусь), А.В. Кураков, д.б.н., С.В. Лукин, д.с.-х.н., С.М. Лукин, д.б.н., М.М. Овчаренко, д.с.-х.н., А.В. Пасынков, д.б.н., Т.Ф. Перскова, д.с.-х.н. (Беларусь), А.А. Плотников, к.с.-х.н., О.А. Подколзин, д.с.-х.н., П.Д. Попов, д.с.-х.н., Н.И. Санжарова, д.б.н., В.Г. Сычев, д.с.-х.н., В.И. Титова, д.с.-х.н., П.А. Чекмарев, д.с.-х.н.

Адрес для переписки: 115419, г. Москва, ул. Шаболовка, 65-1-50. Тел/факс: (495) 952-76-25

www.agrochemv.ru e-mail: agrochem_herald@mail.ru

Отпечатано в ООО «САМ Полиграфист», г. Москва, 109316, Волгоградский пр-т, д. 42, корп. 5

Подписано в печать 13.08.2018 г. Печать цифровая. Формат 60x90/8. Заказ 78119

Журнал зарегистрирован в Министерстве печати и информации Российской Федерации 29 апреля 1997 г. № 011095

ЮБИЛЕЙ КАФЕДРЫ АГРОХИМИИ И ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ СТАВРОПОЛЬСКОГО ГАУ

ИСТОРИЯ КАФЕДРЫ АГРОХИМИИ И ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ И ЕЕ НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Кафедра агрономической химии создана в 1953 г., основателем и первым заведующим был профессор Г.И. Челябинов, который возглавлял ее до 1966 г., в последующем кафедрой заведовали: И.А. Калязин (1966-1972), А.П. Чернов (1972-1975), В.В. Агеев (1975-2003), А.Н. Есаулко (2003-2014), М.С. Сигида возглавляет кафедру с 2014 г. В 2009 г. кафедра переименована в кафедру агрохимии и физиологии растений. На кафедре работают: профессора А.Н. Есаулко, В.В. Агеев, А.И. Подколзин, академик РАН В.Г. Сычев, доценты Ю.И. Гречишкина, А.А. Беловолова М.С. Сигида, С.А. Коростылев, Е.А. Саленко, Е.В. Голосной, А.А. Куценко и О.Ю. Лобанкова, старший преподаватель А.В. Воскобойников, ассистенты Н.В. Громова и А.Ю. Ожередова. Учебный процесс кафедры включает 6 направлений бакалавриата и 10 программ магистратуры. В 2014 г. лаборатория агрохимического анализа кафедры аккредитована в качестве Испытательной лаборатории, соответствующей требованиям ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009, и получила бессрочный аттестат аккредитации. На кафедре организованы и зарегистрированы 2 малых инновационных предприятия. Ежегодно сотрудники кафедры в рамках хоздоговорных и госбюджетных исследований выполняют работы на сумму 4,0-6,5 млн. руб., на основании авторских методик по расчету норм удобрений проводятся почвенная и растительная диагностики на площади более 120 тыс. га. Кафедра предоставляет научное сопровождение ведущим компаниям – производителям удобрений МХК ЕвроХим и ФосАгро по оптимизации питания сельскохозяйственных культур новыми формами жидких и твердых макро- и микроудобрений. Совместно с ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова и Институтом космических исследований РАН ведутся исследования в системе инновационных технологий точного земледелия.

В 2015-2017 гг. получены патенты на изобретения: «Способ производства субстратных блоков для выращивания овощей защищенного грунта», «Биологическое удобрение», «Органоминеральное удобрение для сельскохозяйственных культур», «Способ определения доз минеральных удобрений под планируемую урожайность сельскохозяйственных культур», также было получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ «Программирование урожая на основе математико-статистических методов».

Программа реформирования кафедры интегрирована в Программу трансформации Ставропольского ГАУ в университетский центр инновационного и технологического развития Ставропольского края на 2016-2025 гг. Программа разработана в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 18 апреля 2016 г. № 317 «О реализации Национальной технологической инициативы», Стратегией научно-технологического развития Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 01 декабря 2016 г. № 642, Стратегией социально-экономического развития Северо-Кавказского федерального округа, в соответствии с которой определены цели и задачи трансформации.

Студенты и аспиранты под руководством научных руководителей неоднократно становились призерами и финалистами конкурсов различных уровней. Выиграно семь конкурсов УМНИК РФ, три программы СТАРТ, три всероссийских конкурса Министерства сельского хозяйства Российской Федерации научных работ и две победы Международного института питания растений (IPNI).

Международная деятельность кафедры выражается в длительных и дружественных отношениях с зарубежными партнерами по выполнению двусторонних научных исследований. Положительным примером служит реализация в 2008-2009 гг. Российско-Германского научно-исследовательского проекта: «Оценка влияния европейских стандартов качества, регулирующих содержание микотоксинов в продовольственном зерне, на развитие внешнеторговых отношений России». В 2012 г. при поддержке ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова и лично академика В.Г. Сычева на базе кафедры состоялся круглый стол с участием компании Спектролаб (Голландия). С 2013 г. совместные исследования ведутся с компанией ЕВРАЛИС СЕМАНСПРУС (Франция).

Кафедра агрохимии и физиологии растений обладает необходимым потенциалом для достижения высоких результатов в педагогической, научной и воспитательной деятельности студентов Ставропольского государственного аграрного университета.

В.И. Трухачев, ректор
д.с.-х.н., д.э.н., профессор, академик РАН

ОПТИМИЗАЦИЯ ПИТАНИЯ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПУТЕМ ВНЕСЕНИЯ РАСЧЕТНЫХ ДОЗ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПЛАНИРУЕМЫЙ УРОВЕНЬ УРОЖАЙНОСТИ

А.Н. Есаулко, д.с.-х.н., А.Ю. Ожередова, Н.В. Громова

Ставропольский государственный аграрный университет, e-mail: alena.gurueva@mail.ru

Представлены материалы по изучению влияния расчетных доз минеральных удобрений на планируемый уровень урожайности сортов озимой пшеницы. Результаты исследований (2010-2014 гг.) показали, что изучаемые методики расчета доз удобрений обеспечили планируемый уровень урожайности озимой пшеницы 4,0 т/га. Наибольшая достоверность (99%) была получена при внесении дозы $N_{126}P_{80}K_{72}$ под планируемый урожай 6,0 т/га по методике расчета В.В. Агеева и А.Н. Есаулко. В 2015-2017 гг. на сортах Васса и Доля была достигнута планируемая урожайность 5,0 и 7,5 т/га. Урожайность 10 т/га была получена только в 2016 г. у сорта озимой пшеницы Доля.

Ключевые слова: озимая пшеница, минеральные удобрения, методика расчета доз удобрений, планируемая урожайность, программирование, чернозем выщелоченный, сорта озимой пшеницы.

OPTIMIZATION OF NUTRITION OF WINTER WHEAT VARIETIES BY INTRODUCING CALCULATING DOSES OF MINERAL FERTILIZERS ON THE PLANNED CROP LEVEL

Dr.Sci. A.N. Esaulko, A.Yu. Ozheredova, N.V. Gromova

Stavropol State Agrarian University, e-mail: alena.gurueva@mail.ru

Materials on the study of the effect of calculated doses of mineral fertilizers on the planned level of yields of winter wheat varieties are presented. The results of the studies (2010-2014) showed that the fertilizer dose calculation methods studied provided a planned level of winter wheat yield of 4.0 t/ha. The highest reliability (99%) was obtained by applying a dose of $N_{126}P_{80}K_{72}$ for the planned yield of 6.0 t/ha according to the calculation method of V.V. Ageev and A.N. Esaulko. In 2015-2017 on varieties Vassa and Share, the planned yields were 5.0 and 7.5 t/ha. The yield of 10 tons per hectare was obtained only in 2016 in the variety of winter wheat.

Keywords: winter wheat, mineral fertilizers, method of calculation of fertilizer doses, planned yield, programming, leached chernozem, varieties of winter wheat.

Озимая пшеница основная зерновая культура в Ставропольском крае. С 2010 по 2017 г. посевные площади под озимой пшеницей составили 1626,4-1717,5 тыс. га [1]. Однако валовые сборы зерна значительно колебались и находились в пределах 22,4-43,4 ц/га. Связано это с резкими колебаниями урожайности озимой пшеницы, которая составляла 34,4 ц/га в 2010 г., 2011 г. – 39,5 ц/га, 2012 г. – 22,4 ц/га, 2013 г. – 31,5 ц/га, 2014 г. – 40,2 ц/га, 2015 г. – 40,3 ц/га, 2016 г. – 42,8 ц/га, 2017 г. – 43,4 ц/га [2, 3].

Проблема увеличения производства зерна и других сельскохозяйственных продуктов решается за счет дальнейшего повышения продуктивности пашни. Этому способствуют направления – программирование, прогнозирование и планирование урожаев [4-7]. В основе его лежит требование удовлетворения потребности растений в жизненно важных ресурсах для формирования заданного урожая. В Ставропольском крае наблюдаются резкие колебания в урожайности озимой пшеницы, несмотря на стабильные посевные площади. Поэтому програм-

мированное выращивание озимой пшеницы предусматривает оптимизацию минерального питания растений в посевах обеспечением в соответствии с наличием тепла, влаги и света, для повышения урожайности и качества [9, 10]. В связи с этим с 2010 по 2017 г. были проведены исследования по изучению оптимизации питания сортов озимой пшеницы на основе внесения расчетных доз минеральных удобрений на планируемый уровень урожайности на сельскохозяйственной опытной станции Ставропольского ГАУ, которая расположена на северном склоне Ставропольской возвышенности в Грачевско-Калаусском ландшафте лесов и степей. Территория характеризуется неустойчивым увлажнением и неравномерностью выпадения осадков в течение года. Средняя многолетняя сумма осадков составляет 551 мм, за вегетационный период выпадает 350-370 мм, среднегодовая температура воздуха 9,2°C. Гидротермический коэффициент – 1,1-1,3 [11].

Первый опыт был проведен в 2010-2014 гг. Цель исследований заключалась в оптимизации

применения минеральных удобрений на основе изучения балансовых методик расчета доз удобрений для достижения программируемого уровня урожайности озимой пшеницы. Объектом исследований был сорт озимой пшеницы Зустріч.

Второй опыт проведен в 2015-2017 гг. Цель исследований – изучение внесения расчетных доз минеральных удобрений для достижения максимальной продуктивности сортов озимой пшеницы на черноземе выщелоченном Ставропольской возвышенности. Объектом исследований были сорта озимой пшеницы Васса, Доля и Гром.

Методика исследований. Территория характеризуется неустойчивым увлажнением и неравномерностью выпадения осадков в течение года. Средняя многолетняя сумма осадков составляет 551 мм, за вегетационный период выпадает 350-370 мм, среднегодовая температура воздуха 9,2°C. Гидротермический коэффициент – 1,1-1,3 [11]. Почва – чернозем выщелоченный, мощный, малогумусный тяжелосуглинистый, который характеризуется в настоящее время средним содержанием гумуса (5,1-5,4%), подвижного фосфора (20-25 мг/кг по Мачигину) и обменного калия (220-270 мг/кг). Нитрификационная способность 16-30 мг/кг. Реакция почвенного раствора в верхних горизонтах почвы нейтральная, находится в пределах 6,1-6,5.

Опыт № 1. Размещение делянок по методу рендомизированных повторений, повторность опыта трехкратная. Общая площадь опыта – 960 м² (ширина – 12 м, длина – 80 м), площадь одной делянки – 35 м². Опыт двухфакторный: фактор А – планируемая урожайность озимой пшеницы – сорт Зустріч 4,0, 5,0 и 6,0 т/га; фактор В – способы расчета минеральных удобрений.

Схема опыта представлена следующим образом: 1. Контроль – без удобрений; 2. Рекомендованная – N₆₀P₆₀K₃₀ [12]; 3. Планируемый урожай 4 т/га по методике В.В. Агеева и А.Н. Есаулко [13] – N₆₀P₃₄K₃₄; 4. Планируемый урожай 4 т/га по методике Ставропольского НИИСХ и ГЦАС «Ставропольский» [14] – N₆₈P₄₄K₂₄; 5. Планируемый урожай 5 т/га по методике В.В. Агеева и А.Н. Есаулко [13] – N₁₀₅P₆₀K₆₀; 6. Планируемый урожай 5 т/га по методике Ставропольского НИИСХ и ГЦАС «Ставропольский» [14] – N₉₀P₆₇K₄₀; 7. Планируемый урожай 6 т/га по методике В.В. Агеева и А.Н. Есаулко [13] – N₁₂₆P₈₀K₇₂; 8. Планируемый урожай 6 т/га по методике Ставропольского НИИСХ и ГЦАС «Ставропольский» [14] – N₁₁₀P₈₂K₅₁.

Расчет доз минеральных удобрений на планируемую урожайность проводили по двум методикам. В соответствии с первым подходом, разработанным В.В. Агеевым и А.Н. Есаулко (2006), дозы фосфорных и калийных удобрений рассчитывали по формуле:

$$D = \frac{(B - B \cdot K_n)}{K_y \cdot 100},$$

где: D – доза P₂O₅ и K₂O, кг/га; B – вынос P₂O₅ и K₂O с планируемым урожаем зерна, кг/га; K_n – коэффициент использования фосфора и калия из почвы от выноса с планируемым урожаем зерна с учетом содержания в почвах подвижных форм фосфора и калия и планируемой урожайности [13]; K_y – коэффициент использования фосфора и калия из удобрений (40 и 70% соответственно).

Дозы азотных удобрений рассчитывали по преобразованной формуле:

$$D = \frac{(B(N) - B(P_2O_5) \cdot K_n (P_2O_5) \cdot K)}{K_y \cdot 100},$$

где: K – отношение выноса N с планируемым урожаем зерна к выносу P₂O₅ с планируемым урожаем зерна; K_y – коэффициент использования азота из удобрений (70%).

Согласно второй методике, разработанной специалистами Ставропольского НИИСХ и ГЦАС «Ставропольский» [14], дозы удобрений были рассчитаны по формуле:

$$D = Y \cdot B \cdot K_k,$$

где: Y – планируемая урожайность зерна, т/га; B – вынос N, P₂O₅ и K₂O с 1 ц планируемого урожая зерна, кг; K_k – коэффициент компенсации выноса элементов питания за счет удобрений.

Опыт № 2. Делянки размещали по методу рендомизированных повторений, повторность опыта трехкратная. Ширина – 3,6 м, длина 5 м, общая S делянки – 18 м².

Опыт двухфакторный: фактор А – сорта озимой пшеницы Доля, Васса, Гром; фактор В – дозы минеральных удобрений на продуктивность 5,0, 7,5 и 10,0 т/га. Схема опыта: 1. контроль – N₆₃P₅₂ (фон); 2. планируемый урожай 5,0 т/га – N₁₂₄P₇₂K₃₀; 3. планируемый урожай 7,5 т/га – N₁₈₆P₉₅K₄₅; 4. планируемый урожай 10,0 т/га – N₂₄₈P₁₃₃K₆₀.

Расчет доз минеральных удобрений на планируемую урожайность озимой пшеницы 5,0, 7,5 и 10,0 т/га проводили по методике В.В. Агеева (2004). Предшественник – горох.

Результаты исследований. Опыт № 1. Наиболее благоприятные погодные условия для формирования урожая сложились в 2010-2011 г. Сумма осадков, выпавших за вегетацию культуры (580 мм), уступала норме 7%, однако их распределение способствовало оптимальной влагообеспеченности посевов и формированию наибольшей урожайности озимой пшеницы. Среднегодовая температура воздуха оказалась на 1,4°C выше многолетних значений, достигнув 10,6°C. Погодные условия в 2011-2012 г., сложились крайне неблагоприятно для формирования урожая, количество осадков оказалось меньше среднееголетней годовой нормы на 27%. Погодные условия в 2012-2013 г. оказалось еще хуже, количество осадков было меньше многолетней годовой нормы на 15%. В 2013-2014 гг. выпало 705 мм осадков, что превысило среднееголетние показатели на 13%. Однако их распределение

1. Расчет доз удобрений на планируемый уровень урожайности озимой пшеницы

Дозы удобрений	Методика расчета	Планируемая урожайность	Урожайность, т/га				
			2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	средняя
0	Контроль	–	3,12	2,63	3,74	3,25	3,19
N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	Рекомендованная	–	4,3	3,60	4,90	3,91	4,18
N ₆₀ P ₃₄ K ₃₄	1	4,0	4,15	3,72	4,43	4,15	4,11
N ₆₈ P ₄₄ K ₂₄	2		4,39	3,93	4,85	4,10	4,32
N ₁₀₅ P ₆₀ K ₆₀	1	5,0	4,63	4,34	5,57	4,90	4,86
N ₉₀ P ₆₇ K ₄₀	2		5,17	4,21	5,42	4,62	4,90
N ₁₂₆ P ₈₀ K ₇₂	1	6,0	6,02	4,91	6,91	5,85	5,92
N ₁₁₀ P ₈₂ K ₅₁	2		5,8	4,61	6,23	5,94	5,65
HCP ₀₅	–	–	0,27	0,32	0,45	0,30	0,34
Sx, %	–	–	3,6	4,6	3,3	4,3	4,0

Примечание: 1. Методика расчета по В.В. Агееву и А.Н. Есаулко (2006); 2. Методика расчета ученых Ставропольского НИИСХ и ГЦАС «Ставропольский» (1987).

по вегетации растений было неравномерным, а наблюдавшийся дефицит осадков отмечался на фоне высоких температур воздуха и атмосферной засухи. При этом повышенный температурный режим был отмечен на протяжении всего вегетационного периода, среднегодовая температура превысила среднегодовые показатели на 0,3°C.

Из данных таблицы 1 видно, что все изучаемые дозы минеральных удобрений достоверно увеличивали урожайность озимой пшеницы, и разница относительно контроля в 2011 г. составляла 1,03-2,9 т/га, в 2012 г. – 0,97-2,28 т/га, в 2013 г. – 0,69-3,17 т/га, в 2014 г. – 0,66-2,69 т/га.

При расчете доз минеральных удобрений на планируемый уровень урожайности озимой пшеницы 4,0 т/га установлено, что все изучаемые методы показали довольно высокую точность программирования урожайности, а отклонения от +3 до +7% были несущественными. Более высокий (4,85 т/га) уровень урожайности отмечен при внесении N₆₈P₄₄K₂₄, рассчитанной по методике Ставропольского НИИСХ и ГЦАС «Ставропольский» (1987) урожайность оказалась выше на 18% по сравнению с расчетом доз минеральных удобрений по методике В.В. Агеева и А.Н. Есаулко (2006).

При планировании урожайности 5,0 т/га наблюдались аналогичные результаты. Обе расчетные методики обеспечили несущественное отклонение от планируемого уровня урожайности в сторону уменьшения -2,0 и -2,5%. При внесении удобрений на планируемый уровень урожайности 6,0 т/га точность методики В.В. Агеева и А.Н. Есаулко (2006) оказалась на 4,8% выше методики расчета, рекомендованной учеными Ставропольского НИИСХ и ГЦАС «Ставропольский». При внесении N₁₂₆P₈₀K₇₂ отмечалось существенное отклонение от планируемого уровня урожайности на 11%, чего нельзя сказать при внесении N₁₁₀P₈₂K₅₁, рассчитанной по методике Ставропольского НИИСХ и ГЦАС «Ставропольский», где отклонение находилось в пределах ошибки опыта.

В среднем за годы исследований не удалось получить программированный уровень урожайности

озимой пшеницы 6,0 т/га независимо от методики расчета, но наибольший эффект был получен в 2012-2013 гг., когда все варианты обеспечивали достоверную прибавку урожайности (отклонение составило +4 и +13%). Сравнение изучаемых методик расчетных доз минеральных удобрений (N₆₀P₃₄K₃₄ и N₆₈P₄₄K₂₄) на программируемый уровень урожайности 4,0 и 6,0 т/га показало, что существенной разницы урожайности озимой пшеницы не выявлено. В среднем за 4 года оба метода расчета доз удобрений обеспечили программированный уровень 4,0 т/га. Программированный уровень 5,0 и 6,0 т/га достигнут не был, но наибольшая достоверность программирования 99% была получена при внесении дозы N₁₂₆P₈₀K₇₂ под планируемый урожай 6,0 т/га по методике В.В. Агеева и А.Н. Есаулко (2006).

Опыт № 2 был продолжением исследований. Расчет норм удобрений под планируемый урожай 5,0, 7,5, 10,0 т/га проводили по методике В.В. Агеева и А.Н. Есаулко (2006), так как данная методика оказалась более эффективной для исследуемой зоны.

Применение минеральных удобрений предусматривало два способа внесения: допосевное (под основную обработку почвы) и подкормки. Согласно схеме опыта, в среднем за два года дозы удобрений составляли: до посева – N₁₂P₅₂ (рекомендованная), N₅₄P₇₂K₃₀ (на планируемую урожайность 5,0 т/га), N₈₆P₉₅K₄₅ (на планируемую урожайность 7,5 т/га), N₁₂₈P₁₃₃K₆₀ (на планируемую урожайность 10,0 т/га). Подкормки проводили в фазу кущения (на контроле – Naa₃₀, при планировании урожайности 5,0 т/га – Naa₃₀, 7,5 т/га – Naa₅₀ и 10,0 т/га – Naa₅₀), выхода в трубку (на контроле – Naa₂₀, при планировании урожайности 5,0 т/га – Naa₂₀, 7,5 т/га – Naa₃₀ и 10,0 т/га – Naa₅₀) и колошения (при планировании урожайности 5,0 т/га – Nm₂₀, 7,5 т/га – Nm₂₀ и 10,0 т/га – Nm₂₀). В качестве удобрений в опыте были использованы аммофос, калий хлористый, аммиачная селитра, мочевины.

Наиболее благоприятные погодные условия для формирования урожая озимой пшеницы сложились

в 2015-2016 гг. Сумма осадков, выпавших за вегетацию (654 мм), превышала норму на 19%, однако их распределение способствовало оптимальной влагообеспеченности посевов и формированию наибольшей урожайности. Среднегодовая температура воздуха оказалась на 0,9°C выше многолетних значений, достигнув 10,1°C.

Погодные условия в 2016-2017 гг. из-за неравномерного распределения осадков в весенне-летний период оказали неблагоприятное влияние на формирование урожая озимой пшеницы. В целом за 2016-2017 гг. выпало 661 мм осадков, что превысило среднееголетние показатели на 20%. Повышенный температурный режим был отмечен на протяжении всей вегетации растений, среднегодовая температура превысила многолетние показатели на 0,2°C. Средняя урожайность по всем вариантам в 2015-2016 гг. составила 6,69 т/га, в 2016-2017 г. – 6,01 т/га (табл. 2).

Все изучаемые дозы минеральных удобрений достоверно увеличивали урожайность сортов озимой пшеницы относительно контроля. Максимальная урожайность была получена при внесении дозы N₂₄₈P₁₃₃K₆₀ на планируемую урожайность 10,0 т/га и в среднем за два года составила 8,8 т/га. На кон-

троле максимальная урожайность зерна в среднем за два года сформировалось у сорта Доля 4,39 т/га. Планируемый уровень урожайности 5,0 т/га при внесении дозы N₁₂₄P₇₂K₃₀ был достигнут на всех сортах озимой пшеницы, а максимальный показатель так же обеспечил сорт Доля, но разница со сравнимаемыми сортами незначительна. Уровень продуктивности на 7,5 т/га был достигнут при внесении N₁₈₆P₉₅K₄₅ у сортов Васса (7,58 т/га) и Доля (7,59 т/га). Планируемый уровень урожайности озимой пшеницы 10,0 т/га, при применении расчетной дозы N₂₄₈P₁₃₃K₆₀ не был достигнут ни на одном сорте, а наибольшая достоверность 91% была получена на сорте Гром (9,06 т/га).

Изучаемые дозы минеральных удобрений оказали положительное влияние на качество зерна озимой пшеницы клейковины и белка (табл. 3).

По сравнению с контролем содержание клейковины у сорта Васса увеличилось на 1,6-4,0%, Гром – 1,7-4,6% и Доля – на 2-4,9%, а увеличение содержание белка составило соответственно 1,0-1,8; 1,1-2,3 и 1,4-2,6%. Наибольшее (26%) содержание клейковины и белка в среднем за 2016-2017 гг. было получено при внесении N₁₈₆P₉₅K₄₅ на варианте с планируемой продуктивностью 7,5 т/га. Применение всех изу-

2. Урожайность сортов озимой пшеницы на основе оптимизации минерального питания

Планируемая урожайность, т/га	Дозы удобрений	Сорта озимой пшеницы	Урожайность, т/га		
			2016 г.	2017 г.	средняя
Контроль	N ₆₃ P ₅₂	Васса	3,60	3,18	3,39
		Гром	4,31	2,90	3,60
		Доля	4,80	3,98	4,39
5,0	N ₁₂₄ P ₇₂ K ₃₀	Васса	4,71	5,45	5,08
		Гром	5,32	4,66	4,99
		Доля	6,13	5,23	5,68
7,5	N ₁₈₆ P ₉₅ K ₄₅	Васса	7,51	7,64	7,58
		Гром	7,30	7,09	7,20
		Доля	8,39	6,79	7,59
10,0	N ₂₄₈ P ₁₃₃ K ₆₀	Васса	8,23	9,23	8,73
		Гром	9,46	8,65	9,06
		Доля	10,47	7,30	8,89
НСР ₀₅			0,82	0,74	0,75

3. Качество зерна озимой пшеницы, среднее за 2016-2017 гг.

Планируемая урожайность, т/га	Дозы удобрений	Сорта озимой пшеницы	Содержание клейковины, %	Показатель ИДК	Белок
Контроль	N ₆₃ P ₅₂	Васса	21,5	67	11,5
		Гром	21,5	67	11,5
		Доля	21,4	65	11,4
5,0	N ₁₂₄ P ₇₂ K ₃₀	Васса	23,2	74	12,6
		Гром	24,0	75	13,2
		Доля	23,4	75	12,8
7,5	N ₁₈₆ P ₉₅ K ₄₅	Васса	25,5	84	13,3
		Гром	26,1	83	13,8
		Доля	26,3	85	14,0
10,0	N ₂₄₈ P ₁₃₃ K ₆₀	Васса	23,1		12,5
		Гром	23,3		12,6
		Доля	23,7		12,8

ченных доз минеральных удобрений способствовало и получению клейковины хорошего качества – показания прибора ИДК составили 74-85 ед. В итоге на контроле у всех изучаемых сортов было получено зерно 4 класса, а на остальных вариантах – 3 класса.

Таким образом, в ходе исследований 2010-2014 гг. было выявлено, что все изучаемые дозы минеральных удобрений существенно увеличивали урожайность озимой пшеницы по сравнению с контролем. Сравнение изучаемых методик расчетных доз минеральных удобрений на программируемый уровень урожайности 4,0 и 6,0 т/га показало, что существенной разницы в показателях урожайности озимой пшеницы не выявлено. В среднем за 4 года оба метода расчета доз удобрений обеспечили программируемый уровень урожайности озимой пшеницы 4,0 т/га. Уровень урожайности 5,0 и 6,0 т/га достигнут не был, но наибольшая достоверность программирования 99% была получена при внесении дозы $N_{126}P_{80}K_{72}$ под планируемый урожай 6,0 т/га по методике расчета В.В. Агеева и А.Н. Есаулко (2006).

Все изучаемые дозы минеральных удобрений в

2016-2017 гг. существенно увеличивали урожайность озимой пшеницы по сравнению с контролем. Планируемый уровень урожайности 5,0 т/га при внесении дозы $N_{124}P_{72}K_{30}$ был достигнут на всех сортах озимой пшеницы, а максимальный показатель обеспечил сорт Доля, но разница была незначительна. Уровень продуктивности на 7,5 т/га был достигнут при внесении $N_{186}P_{95}K_{45}$ у сортов Васса (7,58 т/га) и Доля (7,59 т/га). Планируемый уровень 10,0 т/га при применении дозы $N_{248}P_{133}K_{60}$ не был достигнут ни на одном сорте, а наибольшая достоверность 91% была получена на сорте Гром (9,06 т/га).

Изучаемые дозы минеральных удобрений положительно влияли на качество зерна. Наибольшее (26,0%) содержание клейковины и белка в среднем за 2016-2017 гг. было получено при внесении $N_{186}P_{95}K_{45}$ на варианте с планируемой продуктивностью 7,5 т/га. Существенного влияния изучаемые сорта на качественные показатели зерна не оказали, отмечается незначительное увеличение содержания клейковины и белка у сорта Доля.

Литература

1. Трухачев В.И., Костюкова Е.И., Герасимов А.Н., Скрипниченко Ю.С. Аграрная экономика Ставропольского края: приоритеты и перспективы инновационного развития. – Ставрополь: Ставропольский ГАУ, 2016. – 272 с.
2. Сигида М.С. Влияние систем удобрений на продуктивность звена зернопропашного севооборота на выщелоченном черноземе: дисс. к.с.-х.н. – Ставрополь, 2008. – 237 с.
3. Esaulko A.N., Ozheredova A.Yu., Sigida M.S., Voskoboinikov A.V., Podkolzin O.A. Introduction of calculated doses of mineral fertilizers to achieve maximum productivity of winter wheat varieties on chernozem leached Stavropol upland // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences, 2017, T. 8, № 6. – P. 778-781.
4. Минеев В.Г. Значение географической сети опытов с удобрениями в решении актуальных проблем агрохимии / Совершенствование организации и методологии агрохимических исследований в Географической сети опытов с удобрениями: материалы Всероссийской научно-методической конференции. – М.: ВНИИА, 2006. – С. 6-8.
5. Беличенко М.В., Рухович О.В., Романенков В.А. Использование результатов длительных полевых опытов с удобрениями для разработки стратегии обеспечения стабильных урожаев / 75 лет Географической сети опытов с удобрениями: сборник материалов Всероссийского совещания научных учреждений – участников Географической сети опытов с удобрениями. – М.: ВНИИА, 2016. – С. 23-27.
6. Бузов В.А., Гречишкина Ю.И. Продуктивность озимой пшеницы на черноземе при подкормке различными формами азотных удобрений // Плодородие, 2010, № 1. – С. 16-17.
7. Гречишкина Ю.И., Бузов В.А., Подорогин В.А. Эффективность форм азотных удобрений, при ранневесенней подкормке озимой пшеницы на черноземе выщелоченном // Плодородие, 2011, № 4. – С. 22-23.
8. Милащенко Н.З., Завалин А.А., Сычев В.Г., Самойлов Л.Н., Трушкин С.В. Факторы повышения эффективности удобрений в интенсивных технологиях возделывания пшеницы в России // Агрохимия, 2015, № 11. – С. 13-18.
9. Дорожко Г.Р., Власова О.И., Цховребов В.С. Развитие земледелия Ставрополья / Эволюция и деградация почвенного покрова: сборник научных статей по материалам V Международной научной конференции (г. Ставрополь, 19-22 сентября 2017 г.). – Ставрополь: ООО «СЕКВОЙЯ», 2017. – С. 249-251.
10. Трухачев В.И., Громов Е.И. Оценка уровня развития сельских территорий в разрезе регионов России // Экономика сельского хозяйства России, 2016, № 4. – С. 57-65.
11. Бадахова Г.Х., Кнутас А.В. Ставропольский край: современные климатические условия. – Ставрополь: Краевые сети связи, 2007. – 272 с.
12. Агеев В.В., Подколзин А.И. Системы удобрения в севооборотах Юга России: учебное пособие для студентов вузов агрономических специальностей (2 изд., перераб. и доп.). – Ставрополь: Ставропольский ГАУ, 2001. – 349 с.
13. Есаулко А.Н. Оптимизация систем удобрений в севооборотах центрального Предкавказья как фактор повышения плодородия почвы и продуктивности сельскохозяйственных культур: дисс. д.с.-х.н. – Ставрополь, 2006. – 515 с.
14. Петрова Л.Н., Чернов А.Я., Шустикова Е.П., Подколзин А.И., Карандашов Л.Г., Булавинов А.В. Методические указания для расчета потребности и распределения фондов минеральных удобрений в колхозах и совхозах Ставропольского края. – Ставрополь: Агрус, 1987. – 20 с.

МОНИТОРИНГ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ: ДИНАМИКА АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ С УЧЕТОМ ЗОНАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПОЧВ

¹В.Н. Ситников, к.с.-х.н., ²В.П. Егоров, ¹А.Н. Есаулко, д.с.-х.н., ²А.В. Бурлай

¹Ставропольский государственный аграрный университет, e-mail: aesaulko@yandex.ru

²Государственный центр агрохимической службы «Ставропольский», e-mail: stavhim@mail.ru

Представлены данные по динамике площадей пахотных земель Ставропольского края с оптимальным содержанием органического вещества, подвижного фосфора, обменного калия с 1964 по 2015 г. Дана сравнительная оценка результатов агрохимического обследования в разрезе муниципальных образований с 1998 по 2015 г. Приведены показатели, характеризующие агроэкологическую ситуацию в регионе и рекомендованы пути стабилизации и воспроизводства плодородия почв Ставропольского края.

Ключевые слова: зональные особенности, плодородие почв, агрохимическое обследование, органическое вещество, подвижный фосфор, обменный калий.

MONITORING OF THE FERTILITY OF SOILS OF THE STAVROPOL REGION: DYNAMICS OF AGROCHEMICAL INDICES ACCORDING TO THE ZONE OF SOIL SPECIFICITIES

¹Ph.D. V.N. Sitnikov, ²V.P. Yegorov, ¹Dr.Sci. A.N. Esaulko, ²A.V. Burlay

¹Stavropol State Agrarian University, e-mail: aesaulko@yandex.ru

²State Center of Agrochemical Service «Stavropolskiy», e-mail: stavhim@mail.ru

Data on the dynamics of arable land in the Stavropol Territory with the optimal content of organic matter, mobile phosphorus, exchangeable potassium for the period from 1964 to 2015 are presented. Comparative evaluation of the results of agrochemical survey in the context of municipal formations from 1998 to 2015 is given. The indicators characterizing the agroecological situation in region and recommended ways of stabilization and reproduction of soil fertility of the Stavropol territory.

Keywords: zonal features, soil fertility, agrochemical examination, organic matter, mobile phosphorus, exchangeable potassium.

В последние годы резко увеличивались темпы деградации почв, обусловленные недостатком средств на реализацию мероприятий по охране и рациональному использованию земель сельскохозяйственного назначения [1-2]. Оптимальное использование земельного фонда, контроль за состоянием и воспроизводством почвенного плодородия можно осуществить только на основе полной информации о состоянии окружающей среды и, особенно, почвенного покрова [3-6]. Образцовой формой этих работ служит периодически повторяемое комплексное почвенно-агрохимическое обследование сельскохозяйственных земель [7-10].

Государственный центр агрохимической службы «Ставропольский» в течение 53 лет осуществляет агрохимическое и эколого-токсикологическое обследование почв земель сельскохозяйственного назначения. С 1964 г. по настоящее время в крае проведено 9 циклов обследования сельхозземель и начат десятый. Учет показателей плодородия проводят 1 раз в пять лет в целях формирования пол-

ной и достоверной информации о состоянии плодородия земель сельскохозяйственного назначения; выявления отрицательных результатов хозяйственной деятельности и резервов обеспечения устойчивости сельскохозяйственного производства, а также формирования государственного информационного ресурса о состоянии земель сельскохозяйственного назначения. Работа проводится в соответствии с «Методическими указаниями по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения» [11] и приказом Минсельхоза РФ от 4 мая 2010 г. № 150 «Об утверждении порядка государственного учета показателей состояния плодородия земель сельскохозяйственного назначения» [12].

Территория Ставропольского края в почвенном отношении условно делится на две зоны: черноземная, занимающая около 40% площади (западная часть) и каштановых почв, на которые приходится примерно 60% всех земель (восточная часть). На фоне зональных почв повсеместно получили рас-

пространение интразональные почвы – засоленные (солонцы, солончаки), луговые, аллювиальные, болотные. Их доля в структуре почвенного покрова составляет 12%. В результате интенсивного антропогенного воздействия на востоке края образовались открытые пески на фоне светло-каштановых почв. На склоновых землях сформировались неполноразвитые и деградированные (смытые) земли. Относительной однородностью почвенного покрова отличаются только территории Красногвардейского, Новоалександровского и Труновского районов. Всего выявлено более 4,5 тысяч почвенных разностей [1].

Цель исследований – комплексная оценка качественного состояния плодородия земель сельскохозяйственного назначения.

Объекты и методы исследований. Площадь земель сельскохозяйственных угодий Ставропольского края составляет 5657,1 тыс. га в 26 районных муниципальных образованиях. Площадь элементарного участка при обследовании почв составляет 20 га. При обследовании использовали электронные карты внутрихозяйственного землеустройства, портативные GPS навигаторы, пробоотборник. Определение агрохимических показателей проводили на содержание подвижного фосфора (P_2O_5), обменного калия (K_2O) – по ГОСТ 26205-91, органического вещества – по методу Тюрина (в модификации ЦИНАО) – по ГОСТ 26213-91, pH_{H_2O} – потенциометрическим методом (ГОСТ 26423-85).

Результаты и их обсуждение. Анализ многолетней динамики показывает, что с 1964 по 2015 г. в крае происходило постоянное уменьшение пахот-

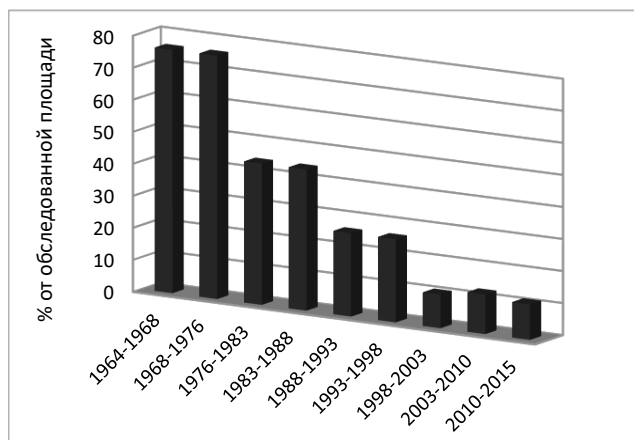


Рис. 1. Динамика площадей пахотных земель Ставропольского края с оптимальным содержанием органического вещества (> 4,0%)

ных площадей с оптимальным содержанием (> 4%) органического вещества (рис. 1). В настоящее время их доля сократилась на две трети по сравнению с 1964 г.

Снижению органического вещества в пахотных почвах способствовали следующие факторы: неполное выполнение противоэрозионных мероприятий при повышении активности проявления процессов эрозии, недостаточное применение органических и минеральных (часто в несбалансированных дозах) удобрений (рис. 2 и 3), неполное использование растительных остатков на удобрение, увеличение доли пропашных культур в структуре посевов, сокращение площади многолетних трав, недостаточная минимализация обработки почв и др.

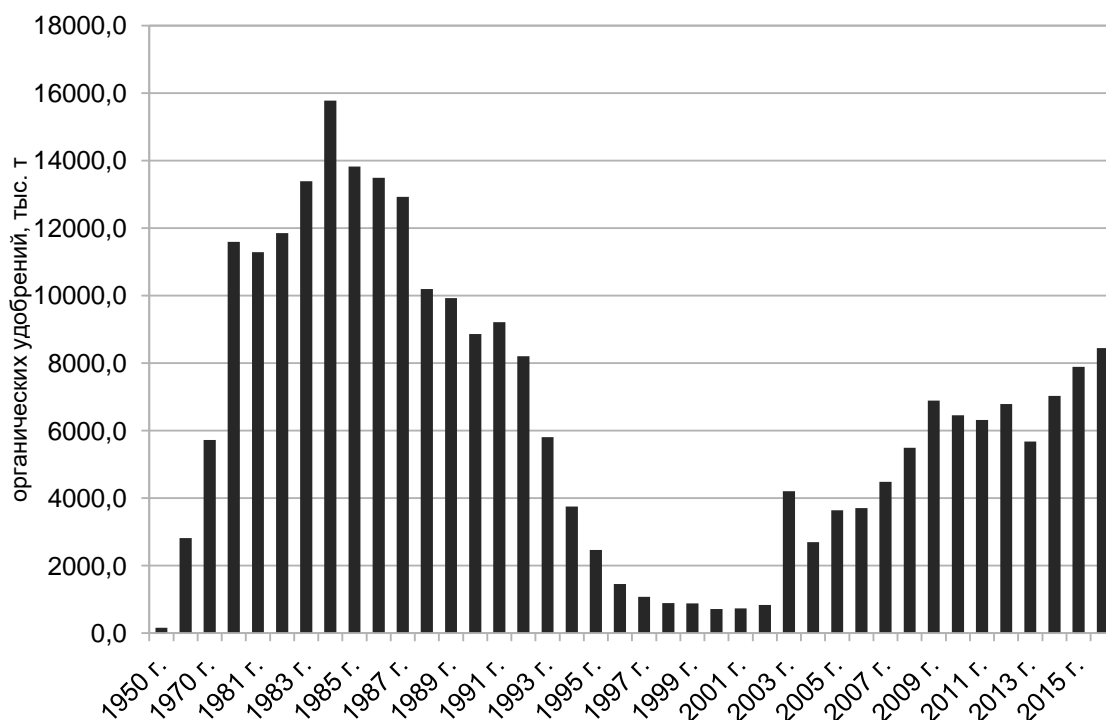


Рис. 2. Объемы внесения органических удобрений

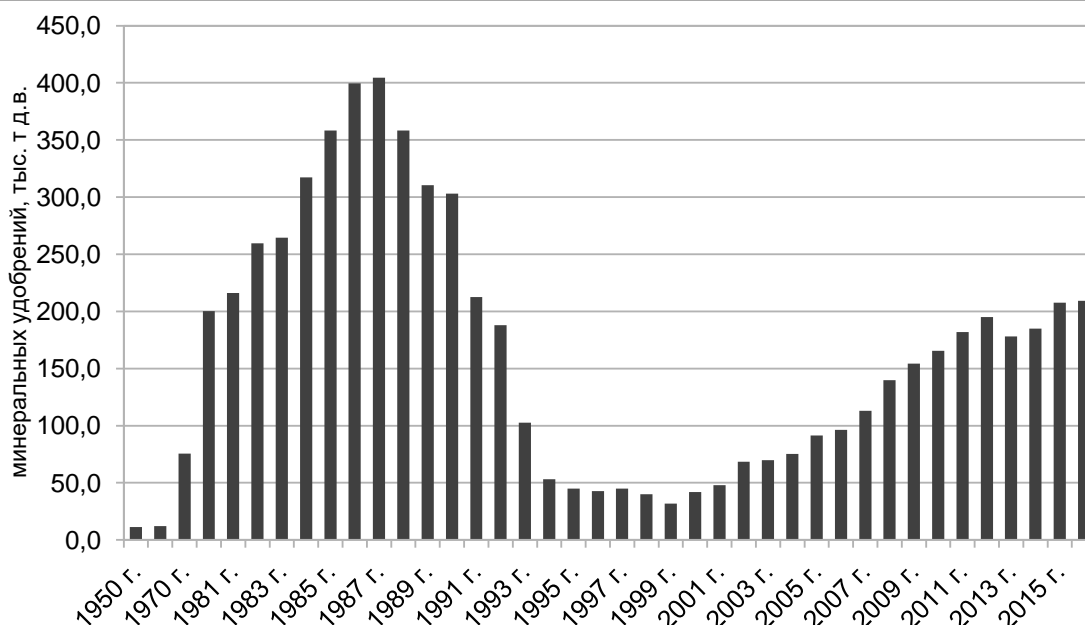


Рис. 3. Объемы внесения минеральных удобрений

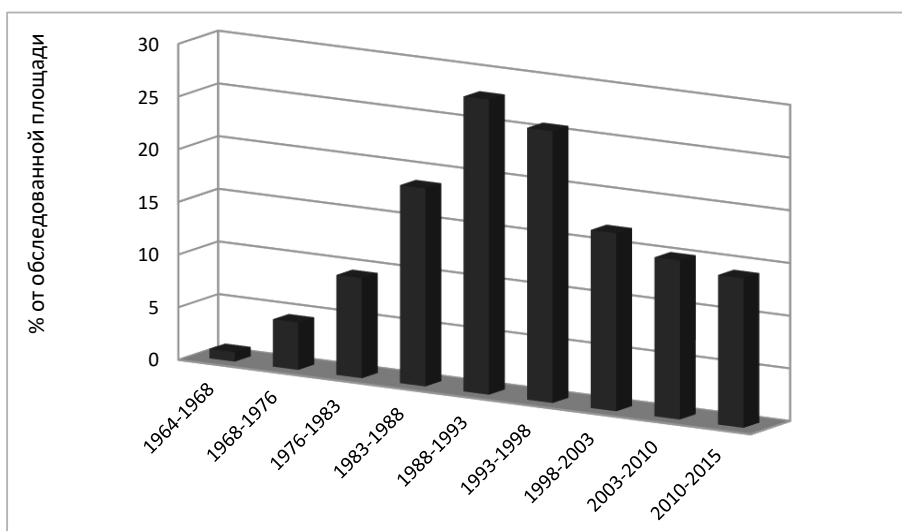


Рис. 4. Динамика площадей пахотных земель Ставропольского края с оптимальным содержанием подвижного фосфора (> 30,0 мг/кг)

Воспроизводство и стабилизация органического вещества в почвах края может быть достигнута только при высокой культуре и системе земледелия, систематическом применении всех видов удобрений.

В динамике площадей пахотных земель с различным содержанием фосфатов прослеживаются определенные закономерности, обусловленные уровнем применения фосфорных удобрений (рис. 4).

До начала 90-х годов XX в. удельный вес площадей с оптимальным количеством фосфора (> 30,0 мг/кг) неуклонно возрастал. На этот период приходится пик применения фосфорных удобрений. Затем вместе с резким снижением объемов внесения удобрений происходит уменьшение площадей почв с оптимальным содержанием фосфора.

Существенных изменений в динамике площадей пахотных земель с оптимальным количеством обменного калия (> 300 мг/кг) с 1964 по 2015 г. не выявлено (рис. 5). С 1996 г. использование калийных удобрений практически прекратилось. Все это способствовало истощению почв калием (табл. 2).

Результаты агрохимического обследования с 1998 по 2015 г. показывают, что значение pH_{H_2O} изменилось с 8,15 до 8,12. Наиболее благоприятная ситуация в Андроповском, Кочубеевском, Шпаковском, Александровском, Арзгирском и Апанасенковском районах где pH_{H_2O} составляет 7,8-7,9. В Труновском, Петровском, Красногвардейском, Степновском и Изобильненском районах pH_{H_2O} 8,3-8,4 единиц. В ряде районов (Петровский, Курский,

2. Результаты агрохимического обследования почв Ставропольского края

Район	рН _{Н2О}		Органическое вещество, %		Подвижный фосфор (P ₂ O ₅), мг/кг		Обменный калий (K ₂ O), мг/кг	
	1998-2003 гг.	2010-2015 гг.	1998-2003 гг.	2010-2015 гг.	1998-2003 гг.	2010-2015 гг.	1998-2003 гг.	2010-2015 гг.
Апанасенковский	7,9	7,9	1,8	2,1	21,0	20,9	424	428
Арзгирский	8,2	7,9	1,5	1,6	25,0	20,6	407	383
Левокумский	8,0	8,1	1,7	1,4	27,0	21,9	445	406
Нефтекумский	8,3	8,2	1,5	1,6	29,0	26,5	486	443
Туркменский	8,1	8,2	2,3	2,7	16,0	16,1	373	374
Александровский	8,1	7,9	3,0	3,2	22,0	21,1	293	267
Благодарненский	8,2	8,2	2,1	2,0	21,0	20,0	354	337
Буденновский	8,1	8,1	2,3	1,8	26,0	19,2	400	367
Ипатовский	8,2	8,2	2,6	2,9	16,0	16,4	407	398
Курский	8,2	8,2	1,9	1,8	24,0	17,7	393	335
Новоселицкий	8,3	8,1	1,7	2,4	23,0	18,3	307	300
Петровский	8,2	8,3	2,8	3,1	20,0	21,8	322	333
Советский	8,2	8,2	2,6	2,0	31,0	28,1	364	372
Степновский	8,2	8,3	2,0	1,7	32,0	23,3	415	378
Андроповский	7,8	7,8	3,8	4,2	19,0	17,4	364	361
Грачевский	8,1	8,1	3,2	3,3	18,0	19,4	330	311
Изобильненский	8,3	8,4	3,2	3,6	19,0	20,0	332	345
Кочубеевский	7,9	7,9	4,3	4,4	22,0	19,0	322	341
Красногвардейский	8,5	8,4	2,9	3,1	15,0	18,2	380	385
Новоалександровский	8,1	8,2	3,3	3,6	21,0	24,6	376	368
Труновский	8,4	8,3	3,1	3,4	18,0	21,0	325	337
Шпаковский	7,9	7,9	4,0	4,2	20,0	19,5	345	341
Георгиевский	8,3	8,2	2,5	3,2	26,0	24,2	345	336
Минераловодский	8,1	8,0	4,4	4,3	22,0	19,8	369	401
Кировский	8,4	8,1	2,3	3,2	31,0	25,0	362	334
Предгорный	7,9	8,0	5,2	5,0	31,0	27,9	352	348
Среднее по краю	8,15	8,12	2,7	2,77	22,0	21,0	373	362

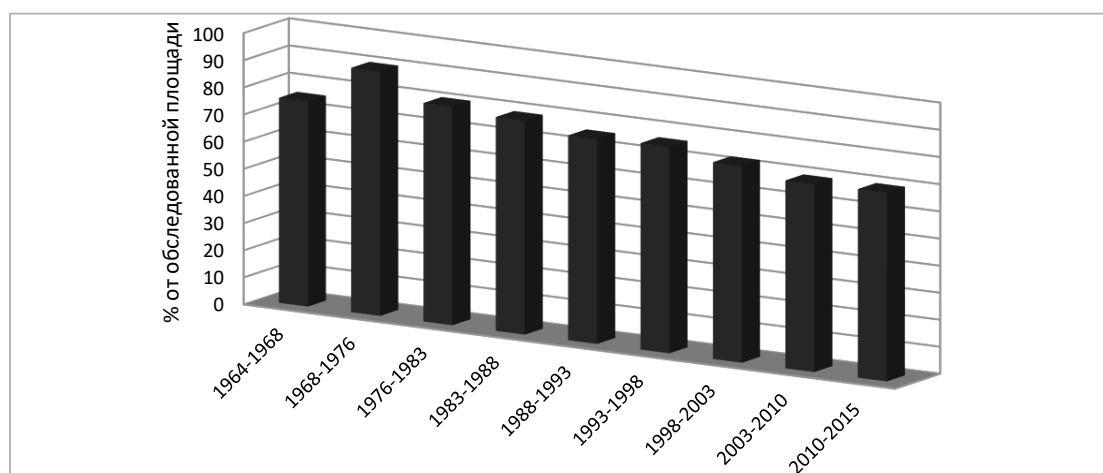


Рис. 5. Динамика площадей пахотных земель Ставропольского края с оптимальным содержанием обменного калия (> 300 мг/кг)

Степновский, Изобильненский, Красногвардейский, Труновский) площади щелочных почв составляют от 92,0 до 99,5%, что служит одним из лимитирующих факторов получения высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур. При подщелачивании происходит ухудшение структуры почвы, водного и воздушного режимов.

По районам наблюдается значительные различия по содержанию подвижных форм фосфора: наиболее высокую обеспеченность имеют почвы Советского (28,1 мг/кг), Предгорного (27,9 мг/кг), Нефтекумского (26,5 мг/кг), Кировского (25,0 мг/кг), Новоалександровского (24,6 мг/кг), Георгиевского (24,2 мг/кг) районов. Значительно ниже

среднекраевого уровня (от 16,1 до 17,7 мг/кг) имеют почвы Туркменского, Ипатовского, Курского и Андроповского районов.

По степени гумусированности исследуемые почвы относятся к слабо- и малогумусовым. Содержание органического вещества колеблется от 1,4 до 5,0%, наименьшее содержание (1,4-1,6%) отмечено в каштановых почвах Левокумского, Арзгирского и Нефтекумского районов. В черноземах Предгорного, Кочубеевского, Минераловодского и Шпаковского районов наибольшее содержание колеблется от 4,2 до 5,0%. Сравнительный анализ значений показателей плодородия почв дает возможность судить о тенденции к умеренному повышению органического вещества.

Группировка почв, основанная на анализе значений подвижного фосфора в смешанных пробах почв, показала (табл. 3), что большая часть земель представлена почвами, имеющими очень низкую, низкую и среднюю обеспеченность. Повышенную и высокую обеспеченность фосфорными соединениями имеют лишь 14% территории. В Нефтекумском, Советском, Новоалександровском, Кировском и Предгорном более 20% почв относятся к почвам с повышенным и высоким содержанием подвижного фосфора.

По содержанию обменного калия почвы Ставропольского края обеспечены лучше (табл. 4). При этом большая часть земель (60-70%) представлена почвами, имеющими повышенную, высокую и очень высокую обеспеченность. В Курском, Александровском, Новоселицком и Кировском районах более 40% территории имеют среднюю и низкую обеспеченность обменными формами калия.

Эколого-токсикологическое обследование почв, под которым подразумевается определение остаточных количеств пестицидов и тяжелых металлов, показало, что в регионе не так много источников загрязнения. Можно выделить промышленные предприятия Невинномысска, Ставрополя и Буденновска, а также многочисленные объекты нефтегазовой отрасли. Давая общую оценку загрязнения почв Ставропольского края на всей обследованной территории, можно сказать, что в целом почвы не загрязнены. Имеются отдельные случаи загрязнения почв тяжелыми металлами, которые проявляются на незначительных площадях и носят локальный характер. Это повышенное содержание меди и мышьяка в светло-каштановых почвах песчаных разновидностей. Нормативы для песчаных и супесчаных почв в несколько раз более жесткие, чем для суглинистых почв и абсолют-

3. Группировка почв по содержанию подвижных форм фосфора и обменных форм калия (2010-2015 гг.), % от общей площади

Район	Очень низкое	Низкое	Среднее	Повышенное	Высокое	Очень высокое
Апанасенковский	5,73/0,03	18,55/0,03	65,38/2,04	9,15/31,38	1,07/66,34	0,12/0,18
Арзгирский	3,23/0,03	25,65/2,00	61,28/22,07	8,71/39,39	1,02/35,87	0,11/0,64
Левокумский	2,22/-	26,38/0,88	55,84/11,52	11,63/40,52	2,73/43,92	1,20/3,16
Нефтекумский	0,48/-	9,51/0,95	64,35/9,7	15,92/32,66	8,13/46,33	1,61/10,36
Туркменский	25,14/-	35,84/0,19	33,08/18,37	4,63/44,76	1,31/36,60	-/0,08
Александровский	4,71/1,35	24,42/27,31	57,07/42,16	11,43/18,33	1,82/9,74	0,55/1,11
Благодарненский	9,91/0,03	28,6/2,92	49,98/37,07	8,07/43,80	2,4/14,02	1,04/2,16
Буденновский	9,99/-	30,21/2,02	49,31/22,02	7,24/45,53	1,86/27,33	1,39/3,10
Ипатовский	18,39/-	32,49/0,11	43,56/12,26	5,04/43,03	0,49/44,34	0,03/0,26
Курский	4,59/0,41	38,65/2,83	48,70/40,63	7,33/37,20	0,42/15,91	0,31/3,02
Новоселицкий	7,81/0,04	37,62/6,93	46,24/54,06	6,36/29,25	1,86/8,42	0,11/1,30
Петровский	7,41/0,31	21,89/7,05	54,74/33,72	11,45/36,69	2,93/21,01	1,58/1,22
Советский	0,63/-	12,43/4,50	55,22/28,43	19,44/34,20	9,04/27,71	3,24/5,16
Степновский	4,52/-	20,14/3,38	56,12/23,43	14,07/39,14	4,06/28,15	1,09/5,90
Андроповский	18,5/-	32,22/3,03	43,04/29,39	5,67/35,93	0,32/30,86	0,25/0,79
Грачевский	21,15/0,21	20,77/7,19	47,37/32,49	7,97/35,10	1,48/23,12	1,26/1,89
Изобильненский	18,75/0,01	29,14/3,14	36,52/31,61	12,16/39,68	2,64/25,02	0,79/0,54
Кочубеевский	16,04/0,07	26,35/4,33	41,95/38,54	11,48/31,28	3,73/25,41	0,45/0,37
Красногвардейский	17,83/-	25,79/-	48,12/13,99	6,72/48,05	1,16/37,28	0,38/0,68
Новоалександровский	10,21/-	16,79/0,58	45,97/19,64	20,24/49,56	6,51/30,15	0,28/0,07
Труновский	14,73/-	26,15/1,69	41,92/33,47	10,75/47,02	6,45/17,76	-/0,06
Шпаковский	19,5/0,14	22,45/12,83	45,67/29,49	9,04/24,29	2,56/32,60	0,78/0,65
Георгиевский	1,77/-	23,73/0,69	55,06/39,69	11,45/36,57	5,03/18,50	2,96/4,55
Минераловодский	13,63/-	28,34/0,28	44,85/15,30	11,08/38,74	2,10/45,22	-/0,46
Кировский	1,51/-	14,96/4,16	60,82/45,11	16,54/31,30	3,44/15,28	2,73/4,15
Предгорный	6,14/0,19	14,93/4,31	45,72/32,54	16,18/35,35	11,13/25,61	5,9/2,10
Среднее по краю	10,19/0,10	25,44/3,73	50,16/26,42	10,28/37,82	2,96/30,02	0,97/1,91

Примечание. Числитель – подвижный фосфор, знаменатель – обменный калий.

ное количество тяжелых металлов здесь не превышает средние значения для почв Ставропольского края. В аллювиально-луговых почвах, занятых в основном многолетними насаждениями имеются случаи превышения ПДК по меди. Можно предположить, что данное загрязнение объясняется высоким уровнем применения медьсодержащих пестицидов, в том числе возможно применявшихся в предыдущие годы. В восточных районах края, в местах нефтедобычи отмечаются случаи загрязнения почв нефтью. В основном это происходит при возникновении аварийных ситуаций и оперативно устраняется.

Помимо загрязнения на агроэкологическое состояние сельхозугодий влияет водная и ветровая эрозия, подтопление, переувлажнение, заболачивание, засоление и деградация. Эродированные земли в Ставропольском крае занимают почти треть площади сельскохозяйственных угодий. При этом каждый четвертый гектар пашни разрушен от действия воды и ветра. В сельскохозяйственных угодьях выявлено 1333 тыс. га засоленных почв, что составляет четвертую часть от всей площади сельхозугодий. Площадь переувлажненных почв составляет 250 тыс. га, из них 17,5 тыс. га заболочено. Площадь каменистых почв составляет 190 тыс. га, в том числе в составе пашни 70 тыс. га.

Содержание основных макроэлементов также далеко от оптимального. В частности, содержание органического вещества очень низкое и низкое на 89% площади пашни, а подвижного фосфора на 35,6%. Из основных микроэлементов в достаточном количестве содержится лишь бор, всех остальных элементов в почвах не хватает.

Таким образом, с 1964 по 2015 г. в Ставропольском крае происходило постоянное уменьшение площадей пахотных земель с оптимальным содержанием (> 4%) органического вещества. Этому способствовало невыполнение противоэрозионных мероприятий при повышении активности проявления процессов эрозии, недостаточное применение органических и минеральных удобрений, неполное использование растительных остатков на удобрение, увеличение доли пропашных культур в структуре посевов, сокращение площади многолетних трав, недостаточная минимализация обработки почв и др. Вместе с резким снижением объемов внесения удобрений происходит уменьшение площадей почв с оптимальным содержанием фосфора. Все это способствовало истощению почв, поэтому воспроизводство и стабилизация плодородия в почвах края может быть достигнута только при высокой культуре и системе земледелия при систематическом применении всех видов удобрений.

Литература

1. Цховребов В.С., Фаизова В.И., Марьин А.Н., Калугин Д.В. Почвенный покров Ставропольского края / Эволюция и деградация почвенного покрова: сборник научных статей по материалам V Международной научной конференции (Ставрополь, 19-22 сентября 2017). – Ставрополь: ООО «СЕКВОЙЯ», 2017. – С. 67-69.
2. Цховребов В.С., Есаулко А.Н., Новиков А.А. Современные проблемы плодородия почв Ставрополья // Агрохимический вестник, 2017, № 4. – С. 3-8.
3. Трухачев В.И., Ключин П.В., Цыганков А.С. Основные мероприятия по защите земель от негативных явлений. – Ставрополь: Изд-во СтГАУ «Агрус», 2005. – 192 с.
4. Романенков В.А., Никитина Л.В., Иванова С.Е. Современная оценка обеспеченности почв калием в ЦЧР / Тезисы докладов VII съезда Общества почвоведов им. В.В. Докучаева и Всероссийской с международным участием научной конференции. – Белгород, 2016. – С. 328-329.
5. Трухачев В.И., Громов Е.И. Оценка уровня развития сельских территорий в разрезе регионов России // Экономика сельского хозяйства России, 2016, № 4. – С. 57-65.
6. Власенко В.П., Осипов А.В., Терпелец В.И., Бугаевский В.К. Техногенная деградация почв и методы ее регулирования // Труды Кубанского ГАУ, 2012, № 39. – С. 69-72.
7. Дорожко Г.Р., Власова О.И., Сентябрев А.А. О рациональном использовании пашни на Ставрополье // Вестник АПК Ставрополья, 2016, № 3 (23). – С. 160-162.
8. Дорожко Г.Р., Власова О.И., Цховребов В.С. Развитие земледелия Ставрополья / Эволюция и деградация почвенного покрова: сборник научных статей по материалам V Международной научной конференции (Ставрополь, 19-22 сентября 2017). – Ставрополь: ООО «СЕКВОЙЯ», 2017. – С. 249-251.
9. Есаулко А.Н., Агеев В.В. Совершенствование системы удобрений в севооборотах Центрального Предкавказья // Агрохимический вестник, 2005, № 4. – С. 7-11.
10. Шеуджен А.Х., Осипов М.А., Лебедевский И.А., Есипенко С.В. Влияние длительного применения удобрений на физико-химические свойства чернозема выщелоченного // Агрохимический вестник, 2013, № 6. – С. 2-3.
11. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. – 240 с.
12. Приказ Минсельхоза РФ от 04 мая 2010 г. № 150 «Об утверждении порядка государственного учета показателей состояния плодородия земель сельскохозяйственного назначения».

ВКЛАД МНОГОЛЕТНЕГО СТАЦИОНАРА «ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БИОГЕОХИМИЧЕСКИХ ПОТОКОВ ВЕЩЕСТВ В АГРОЛАНДШАФТЕ» В ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ РАЗРАБОТКИ АГРОХИМИИ (ДЛИТЕЛЬНЫЙ ОПЫТ ГЕОСЕТИ РАН)

¹В.В. Агеев, д.с.-х.н., ¹А.Н. Есаулко, д.с.-х.н., ²В.Г. Сычев, д.с.-х.н.,

¹М.С. Сигида, к.с.-х.н., ¹С.А. Коростылев, к.с.-х.н.

¹Ставропольский государственный аграрный университет, e-mail: aesaulko@yandex.ru

²ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова, e-mail: info@vniia-pr.ru

Представлены результаты длительного экспериментального севооборота, входящего в Географическую сеть опытов с удобрениями РАН, в области фундаментальных и прикладных исследований агрохимии. Дана сравнительная оценка влияния различных систем удобрений на содержание форм фосфора и калия в метровом профиле чернозема выщелоченного, на продуктивность севооборота и экономическую эффективность применения систем удобрений в рамках многолетнего стационара Ставропольского ГАУ. Приведены основные результаты оптимизации систем удобрений с 1978 по 2015 г.

Ключевые слова: многолетний стационар, система удобрений, способы обработки почвы, чернозем выщелоченный, формы фосфора и калия, продуктивность культур, прогноз урожайности, севооборот.

CONTRIBUTION OF THE MULTI-YEAR STATIONARY «THEORETICAL AND TECHNOLOGICAL FOUNDATIONS OF BIOGEOCHEMICAL FLOWS OF SUBSTANCES IN AGROLANDSCAPE» TO FUNDAMENTAL AND APPLIED DEVELOPMENTS OF AGROCHEMISTRY (LONG-TERM EXPERIENCE OF THE GEO-NETWORK OF THE RAS)

¹Dr.Sci. V.V. Ageev, ¹Dr.Sci. A.N. Esaulko, ²Dr.Sci. V.G. Sychev, ¹Ph.D. M.S. Sigida, ¹Ph.D. S.A. Korostylev

¹Stavropol State Agrarian University, e-mail: aesaulko@yandex.ru

²All-Russian Scientific-Research Institute for Agrochemistry named after D.N. Pryanishnikov, e-mail: info@vniia-pr.ru

The article presents the results of a long experimental crop rotation, included in the Geographic network of experiments with fertilizers of the Russian Academy of Sciences, in the field of fundamental and applied research of agrochemistry. A comparative assessment of the effect of various fertilizer systems on the content of phosphorus and potassium forms in the meter profile of leached chernozem, on the productivity of crop rotation and the economic efficiency of the application of fertilizer systems within the framework of the multi-year stationary field experiment of Stavropol State Agrarian University. The main results of optimization of fertilizer systems in the period from 1978 to 2015 are given.

Keywords: long-term stationary experiment, fertilizer system, soil treatment methods, leached chernozem, phosphorus and potassium forms, crop productivity, yield forecast, crop rotation.

Научно обоснованное применение систем удобрений и других средств химизации – единственный путь повышения плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур. Широко известны результаты длительных опытов с удобрениями, проводимых в различных странах мира [1, 2]. Они однозначно свидетельствуют о том, что при систематическом полувековом и даже вековом применении удобрений не происходит ухудшения свойств почвы, падения ее плодородия, снижения продуктивности культур и ухудшения качества продукции растениеводства, т.е. научно обоснованные системы

удобрения служат мощным фактором сохранения и повышения плодородия почв [3-6].

Вместе с тем, высказываются опасения, связанные с возможным негативным воздействием удобрений, пестицидов и других средств химизации на элементы окружающей среды. Увлечение чрезмерно высокими дозами минеральных удобрений без достаточного научного обоснования, нарушение технологии их применения, интенсивная обработка почвы с использованием тяжеловесного машинно-тракторного парка и другие факторы предопределяют комплекс возможных негативных экологиче-

ских последствий. Перед человечеством встала проблема дальнейшего развития земледелия, изыскания альтернативных путей поддержания его высокой продуктивности [7, 8].

В связи с этим снижение применения минеральных и органических удобрений, осложняющаяся экологическая обстановка требуют нового подхода к решению проблемы воспроизводства почвенного плодородия и повышению продуктивности пашни [9, 10].

Предлагаемые пути решения этой проблемы целесообразны и во многом реализуемы. Биологизированное земледелие основывается на ряде основополагающих факторов: севообороты, адаптивные виды и сорта полевых культур, дифференцированная обработка почвы, расширение посевов многолетних бобовых трав, биологизированная система удобрений, базирующаяся на минимальном применении промышленных средств химизации и широком внедрении традиционных и нетрадиционных органических удобрений, биологических препаратов [11, 12]. В связи с этим Географическая сеть опытов с удобрениями – важнейшее направление развития агрохимических исследований, научная основа разработки приемов по воспроизводству плодородия почв и повышения продуктивности отечественного земледелия [11].

Цель исследования – изучение влияния систематического ежегодного комплексного применения удобрений и способов обработки почвы на продуктивность сельскохозяйственных культур 8-польного севооборота и плодородие чернозема выщелоченного.

Методики исследований. Полевой севооборот стационара Ставропольского ГАУ заложен в 1976 г. профессором В.В. Агеевым и академиком РАН В.М. Пенчуковым, включен в Реестр аттестатов длительных опытов с удобрениями и другими агрохимическими средствами Российской Федерации и в 2018 г. исполняется 40 лет получения первых экспериментальных данных.

От закладки опыта в натуре стационар претерпевал модификации, а всего в нем осуществлено более 18 концептуальных изменений, вызванных состоянием науки и техники экспериментирования. Внесла корректировку и нестабильная экономическая ситуация 1990-х гг., когда стоимость мине-

ральных удобрений и других средств химизации возросла до таких размеров, что они стали труднодоступными для большинства сельскохозяйственных предприятий. В создавшихся условиях особый интерес вызывал поиск менее затратных систем удобрений, в связи с чем с 1999 г. было принято решение об оптимизации раннее исследуемых систем удобрений в севообороте, на основе данных, полученных в стационаре за 1976-1999 гг. (табл. 1).

Стационар расположен на Ставропольской возвышенности, согласно схеме агроклиматического районирования Ставропольского края, в зоне неустойчивого увлажнения. Средняя многолетняя сумма осадков составляет 551 мм, за вегетационный период выпадает 350-370 мм, среднегодовая температура воздуха 9,2°C, гидротермический коэффициент 1,1-1,3. Почва опытного участка чернозем выщелоченный, мощный, среднегумусный тяжелосуглинистый, который характеризуется средним содержанием гумуса (5,2-5,4%), подвижного фосфора (18-28 мг/кг по Мачигину) и повышенным содержанием обменного калия (240-290 мг/кг), нитрификационная способность 16-30 мг/кг. Реакция почвенного раствора в верхних горизонтах почвы нейтральная, рН находится в пределах 6,2-6,7.

Относительно контроля с 2000 г. изучали следующие системы удобрений: **рекомендованная** – с насыщенностью севооборота NPK 115 кг/га, в том числе $N_{50}P_{59}K_6$ при соотношении N:P:K = 1:1,18:0,13 + навоз, 5 т/га; **биологизированная** – ориентирована на максимальное использование органических удобрений с насыщенностью севооборота NPK 63 кг/га, в т.ч. $N_{43}P_{20}K_0$ при соотношении N:P:K = 1:0,47:0 + 9 т/га органических удобрений, в том числе навоз, 5 т/га; **расчетная** система удобрений запланирована на получение максимально возможной урожайности: горохоовсяная смесь – 33 т/га; озимая пшеница – 6,5 т/га; озимый ячмень – 5,5 т/га; кукуруза на силос – 55 т/га; озимая пшеница – 5,5 т/га; горох – 3,3 т/га; озимая пшеница – 6 т/га; яровой рапс – 2,2 т/га (с 2008 г. подсолнечник – 3 т/га). Нормы соотношения и дозы минеральных удобрений устанавливали по результатам анализов и растительной диагностики в соответствии с уровнем программируемой урожайности на основе методики В.В. Агеева (1979 г.) и А.Н. Еса-

1. Схема стационарного опыта

Способы и приемы обработки почвы (для каждой системы удобрений)	Годы исследования / Срок наблюдений				
	1-я ротация (1978-1985 гг.)	2-я ротация (1986-1993 гг.)	последействие систем удобрения (1994-1999 гг.)	3-я ротация (2000-2007 гг.)	4-я ротация (2008-2015 гг.)
Система удобрений насыщенность севооборота NPK (кг/га) + навозом (т/га)					
1. Отвальнй	Контроль (без удобрения)		Удобрения не применяли	Контроль (без удобрения)	
2. Безотвальнй	Рекомендованная 60 + 2,5			Рекомендованная 115 + 5,0	
3. Роторнй (комбинированный с 2008 г.)	Балансовая 120 + 5,0			Биологизированная 63 + 9,0	
4. Поверхностнй	Расчетная 180 + 7,5			Расчетная 171 + 5,0	

улко (2006 г.) и ежегодно уточняли. Средняя насыщенность 1 га в период 2000-2015 гг. составила 171 кг/га NPK, в том числе $N_{83}P_{76}K_{12}$ при соотношении N:P:K = 1:0,92:0,14 + навоз, 5 т/га.

Варианты с изучаемыми согласно схеме опыта системами удобрений накладывали на варианты с различными способами основной обработки почвы: 1 – отвалный (20-22 см); 2 – безотвалный (20-22 см); 3 – роторный (20-22 см), комбинированный с 2008 г. – 16-18 см); 4 – поверхностная обработка (10-12 см).

Расположение вариантов в повторениях систематическое, последовательное в два яруса с расщепленными делянками. Тип севооборота зернопропашной: горохоовсяная смесь (занятой пар), озимая пшеница, озимый ячмень, кукуруза на силос, озимая пшеница, горох, озимая пшеница, подсолнечник, развернут в пространстве и времени. Общая площадь делянки 108 м², учетная – 60 м². Повторность опыта трехкратная. Общая площадь стационара 6,4 га.

Анализ и обработку полученных результатов проводили по общепринятым методикам.

Результаты. Исследования, проведенные с 1978 по 2015 г., показали, что изучаемые системы удобрения придают севообороту устойчивую продуктивность, сохраняют и повышают плодородие почвы, определяют возрастающий тренд продуктивности.

К разработкам фундаментального характера можно отнести теоретическое обоснование потоков биогеохимических веществ в агроландшафтах. Так, нами определено влияние длительного применения средств мобилизации плодородия почвы на транслокацию макро- и микроэлементов, тяжелых металлов в системе почва – удобрение – растение. Изучено влияние природных и антропогенных факторов на содержание элементов в различных компонентах агроэкосистем Центрального Предкавказья. Предложены методические и методологические подходы к проведению эколого-агрохимического мониторинга при проведении длительных экспериментов.

Установлено, что минеральные ($N_{1720}P_{1944}K_{552}$) и органические ($N_{1120}P_{560}K_{1024}$) удобрения, вносимые

в течение четырех ротаций севооборота (1978-2015 гг.) на протяжении, способствовали накоплению на расчетной системе удобрения относительно контрольного (неудобренного) варианта практически всех фракций фосфора. Следует особо отметить, что основное увеличение форм фосфора и их аккумуляция, отмечено в верхних слоях почвы, что, по видимому, можно объяснить большей биомассой растений и корневой системы и как следствие корневых выделений. Как показали исследования, труднорастворимые фосфаты железа и кальция являются преобладающими, в разы, превышая доступные для растений водорастворимые фосфаты и фосфаты алюминия.

Подвижность форм фосфатов и повышение их доступности для растений, увеличиваются при совместном внесении фосфорных удобрений с другими видами минеральных удобрений, а также органикой. Данные по влиянию расчетной системы удобрения на динамику форм фосфатов в черноземе выщелоченном представлены в таблице 2.

Содержание алюмофосфатов на расчетной системе удобрения превышало показатели контрольного варианта на 7-22 мг/кг почвы, а количество фосфатов железа превышало содержание алюмофосфатов в два, а в некоторых слоях и в три раза независимо от того применялись удобрения или нет. Расчетная система удобрения увеличивала содержание фосфатов железа относительно контроля на 1-23 мг/кг почвы. Содержание фосфатов кальция, типа ди-три-октакальций фосфата, апатита, а также фосфатов железа и алюминия переосажденных в других вытяжках на расчетной системе удобрения было выше, чем на контроле на 7-16 мг/кг.

Содержание подвижных форм калия в исследуемых вариантах заметно изменялась, а внутрипрофильная дифференциация их распределения была достаточно выраженной. В частности, верхние горизонты почв выделялись накоплением этих форм калия по сравнению с низлежащими. Мы связываем это накопление с развитием процессов биологической аккумуляции, хотя в отношении выщелоченного чернозема допускаем наличие гидрогенной

2. Влияние расчетной системы удобрений на динамику форм фосфатов в метровом профиле чернозема выщелоченного (2015 г.), мг/кг

Слой почвы, см	Контроль				Расчетная			
	фракции фосфора				фракции фосфора			
	водорастворимые	фосфаты алюминия (Al-P)	фосфаты железа (Fe-P)	фосфаты кальция (Ca-P)	водорастворимые	фосфаты алюминия (Al-P)	фосфаты железа (Fe-P)	фосфаты кальция (Ca-P)
0-10	1	88	142	89	2	104	165	105
11-20	0	76	127	73	2	85	150	87
21-40	0	112	237	134	0	134	252	151
41-60	0	81	225	102	0	96	238	114
61-80	0	64	189	96	0	73	192	104
81-100	0	55	157	87	0	62	158	94

3. Влияние систем удобрений на динамику содержания форм калия в метровом профиле чернозема выщелоченного

Система удобрений	Слой почвы, см	Валовый калий, %	Форма калия, мг/100 г почвы		
			негидролизующий	гидролизующий 10% НСІ	подвижный
Контроль	0-10	2,25	2049	103,5	25,1
	11-20	2,22	2040	110,2	25,3
	21-40	2,18	2012	114,6	24,3
	41-60	2,12	1987	111,3	22,1
	61-80	1,98	1952	98,2	21,1
	81-100	1,93	1884	97,1	19,3
Рекомендованная	0-10	2,21	2036	105,2	26,7
	11-20	2,23	2052	110,5	26,6
	21-40	2,16	2007	115,8	24,9
	41-60	2,14	2002	107,8	23,3
	61-80	1,96	1943	107,1	21,4
	81-100	1,94	1899	98,0	19,9
Балансовая (1978-1993 гг.) Биологизированная (2000-2015 гг.)	0-10	2,16	2000	106,7	27,8
	11-20	2,24	2061	115,7	28,1
	21-40	2,10	2008	108,1	25,7
	41-60	2,10	2016	104,2	23,2
	61-80	1,91	1897	105,1	21,1
	81-100	1,93	1918	96,1	20,0
Расчетная (1978-1993 гг.) (2000-2015 гг.)	0-10	2,29	2091	108,9	29,7
	11-20	2,24	2013	118,9	29,1
	21-40	2,15	2001	105,1	25,8
	41-60	2,08	1981	100,0	24,7
	61-80	1,99	1965	99,1	22,3
	81-100	1,94	1909	96,3	20,7
НСР ₀₅		0,2	42,5	4,9	1,4

аккумуляции этого элемента. Так, содержание подвижного калия в метровом профиле выщелоченного чернозема на удобренных вариантах заметно больше, чем на естественном агрохимическом фоне. Как уже отмечалось выше, некоторому внутриландшафтному перераспределению подвижных форм калия могут способствовать достаточно сильная циркуляция в ландшафте грунтовых вод и малое содержание в водоносных породах легкого гранулометрического состава калийфиксирующих глинистых минералов. Однако масштабы процессов внутриландшафтного перераспределения названных форм калия крайне незначительны, и они не могут сколько-нибудь существенно изменить распределение в почвах, занимающих различные позиции в ландшафте, величины запасов различных форм калия или их соотношение (табл. 3).

Анализируя полученные нами данные, представленные в таблице 3, мы пришли к выводу, что независимо от фона питания в слое почвы 0-40 см наблюдалась слабая дифференциация валового калия, в слое почвы 61-100 см содержание валового калия снижалось. Тридцативосьмилетнее применение систем удобрений не оказывало существенного влияния на содержание валового калия в изучаемых слоях почвы метрового профиля. Нами отмечается устойчивое, но несущественное увеличение содержания валового калия в слое почвы 11-20 см

по сравнению с контролем, прибавка которого в зависимости от систем удобрения составляла 0,01-0,03%. Закономерности распределения по слоям почвы негидролизующего калия были аналогичны распространению валового калия. В то же время, содержание негидролизующего калия в слое почвы 0-10 см на вариантах с рекомендованной и биологизированной системами удобрений было меньше на 13-49 мг/100 г почвы по сравнению с контролем. На контроле, рекомендованной и расчетной системах удобрений наблюдалась тенденция увеличения содержания негидролизующего калия от нижних к верхним слоям.

Все изучаемые системы удобрений обеспечивали значительное повышение подвижного калия в метровом профиле выщелоченного чернозема по сравнению с естественным агрохимическим фоном. Так как подвижный калий состоит из обменного и водорастворимого калия, то их соотношение зависит от слоя почвы и системы удобрений.

При возделывании культур без внесения удобрений пополнение запасов подвижного калия и восстановление равновесия, нарушенного потреблением его растениями, объясняется постепенным переходом его из необменных форм. Однако восстановление обменных форм калия из необменных в почве протекает крайне медленно и не обеспечивает потребности растений в этом элементе. Подвижность

обменного калия играет очень большую роль в обеспечении растений данным элементом питания и позволяет вносить изменения в систему удобрений.

Установлены связи между продуктивностью севооборота и агрохимическими показателями чернозема выщелоченного, представленные уравнения регрессии позволяют корректировать дозы применения органических и минеральных удобрений:

$$Y = 4,82x_1 + 0,91x_2 - 19,25.$$

Независимо от системы удобрения, содержание в 0-20 см слое почвы минерального азота оказывает определяющее влияние на продуктивность севооборота. С увеличением насыщенности 1 га пашни минеральными и органическими удобрениями (расчетная и балансовая – биологизированная системы удобрения) продуктивность севооборота определяют основные агрохимические показатели:

балансовая (биологизированная) система удобрений

$$Y = 9,49x_1 + 1,37x_2 - 0,15x_4 + 8,94x_5 - 80,6;$$

расчетная система удобрений

$Y = 7,48x_1 + 1,76x_2 - 1,45x_3 + 0,11x_4 - 4,02x_5 - 28,14$,
где: Y – продуктивность севооборота, ц/га зерн.ед.;
 x_1 – содержание гумуса в 0-20 см слое почвы, %;
 x_2 – содержание минерального азота в 0-20 см слое почвы, мг/кг;
 x_3 – содержание подвижного фосфора в 0-20 см слое почвы, мг/кг;
 x_4 – содержание обменного калия в 0-20 см слое почвы, мг/кг;
 x_5 – реакция почвенного раствора в 0-20 см слое почвы.

В области прикладных исследований, полученных в том числе на основании данных стационара и сопутствующих опытов, нами предложены уравнения прогноза урожайности сельскохозяйственных культур для зоны неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья.

1. Уравнение регрессии для прогноза урожайности озимой пшеницы после:

- занятого пара: $Y = 35,78 + 0,03 x_2 + 0,15x_4$.

- гороха: $Y = 28,56 + 0,15x_2 + 0,12x_4$.

- кукурузы на силос: $Y = 23,39 + 0,155x_2 + 0,106x_4$.

- колосовых: $Y = 20,56 + 0,062x_2 + 0,125x_4$,

где: Y – урожайность, ц/га; x_2 – осадки за допосевной период (от уборки предшественника до посева), мм; x_4 – осадки за осенний период (от посева до завершения осенней вегетации), мм; x_5 – осадки за межфазный период весеннее кущение – колошение, мм.

2. Уравнение регрессии для прогноза урожайности озимого ячменя после колосовых:

$$Y = -0,40x_1 + 2,46x_2 + 2,60x_4 - 3,35x_5 - 58,35,$$

где: Y – урожайность, ц/га; x_1 – осадки за допосевной период (от уборки предшественника до посева), мм; x_2 – осадки за осенний период (от посева до завершения осенней вегетации), мм; x_4 – осадки за межфазный период кущение – колошение, мм; x_5 – осадки за межфазный период колошение – полная спелость, мм.

3. Уравнение регрессии для прогноза урожайности гороха:

$$Y = 12,45 + 0,08x_2 - 0,07x_3 + 2,4x_{10},$$

где: Y – урожайность гороха, ц/га; x_2 – осадки за допосевной период (от уборки предшественника до посева), мм; x_3 – количество осадков от посева до цветения, мм; x_{10} – ГТК от цветения до уборки урожая.

4. Уравнение для прогноза урожайности маслосемян подсолнечника:

$$Y = 26,58 + 0,05x_3 - 0,07x_5 - 0,13x_8,$$

где: Y – урожайность маслосемян подсолнечника, ц/га; x_3 – осадки от посева до уборки, мм; x_5 – осадки от цветения до уборки урожая, мм; x_8 – осадки в период цветения, мм.

Оптимизация систем удобрений осуществлена посредством применения расчета норм удобрений под программируемую продуктивность севооборота, распределения по способам внесения удобрений и биологизации систем удобрений. Соотношение N:P:K в системах удобрения под влиянием расчетных методов изменилось с 1:1,23:0,45 (1978 г.) до 1:0,92:0,14 (2015 г.), на биологизированной системе – с 1:1,28:0,39 до 1:0,47:0, оказывавших различное влияние на оптимизацию агрохимических свойств почвы.

Насыщенность севооборота органическими удобрениями придали почве существенные влагонакопительные функции: нижний предел 5 т/га навоза с которого – влагонакопительные функции чернозема выщелоченного начинали оптимизироваться, независимо от приемов размещения туков в почве; верхний предел (7,5 и более т/га) эффективность которого определялась приемами и глубиной размещения туков в почве [11].

С точки зрения продуктивности для практики современного земледелия наиболее перспективными, в зависимости от уровня экономики, были биологизированная и расчетная системы удобрения (табл. 4).

Тридцативосьмилетние данные, полученные на естественном агрохимическом фоне в связи с изучением способов обработки почвы, однозначно свидетельствует об убывающем тренде продуктивности собственно севооборота без применения систем удобрения [12]. В 1978-2015 гг. способы обработки естественного агрохимического фона формировали практически равную продуктивность севооборота, за исключением поверхностной обработки почвы, которая снижала по сравнению с отвальным способом данный показатель на 0,26-0,65 т/га зерн.ед.

Наибольший эффект от взаимодействия систем удобрений и способов обработки почвы был получен на расчетной системе удобрений ($N_{86}P_{74}K_{11}$ + навоз, 5,0 т/га) в сочетании с отвальным способом обработки – 5,33 т/га зерн.ед. Прибавки от применения биологизированной системы удобрения ($N_{43}P_{20}K_0$ + органические удобрения, 8,8 т/га) по

сравнению с контролем оказались существенными (1,0; 0,66; 0,86 и 0,48 т/га зерн.ед.), а уровень продуктивности севооборота равен полученному от применения рекомендованной системы удобрения ($N_{50}P_{59}K_6$ + навоз, 5 т/га).

Предложена малозатратная биологизированная система удобрений для зернопропашных севооборотов, основанная на эффективном использовании органических удобрений, локальном внесении минимальных доз минеральных удобрений. Эти работы внесли существенный вклад в установление основных принципов построения биологизированных систем удобрений и разработки рациональных способов обработки почвы в зоне неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья. Установлены закономерности агрохимических свойств метрового профиля черноземных и каштановых почв в зависимости от временного фактора, совершенствовании систем удобрений и физических приемов изменения плодородия почвы.

На современном – низком уровне химизации задача регулирования питания растений решается в компенсирующем режиме по звеньям, где оно наиболее сбалансированно. На переходе от компенсирующего режима к более сложным, применяются формулы расчета норм удобрений, разработанные В.В. Агеевым и усовершенствованные последователями, коэффициенты использования питательных веществ из почвы и удобрений.

По достижении оптимального уровня обеспеченности почвы элементами питания применение основывается на расчетных методах определения норм удобрений в интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур.

С целью получения программируемой урожайности культур и продуктивности севооборота предпо-

чителен метод расчета норм удобрений В.В. Агеевым. В нашей модификации в процессе проведения научных и производственных исследований уточнены коэффициенты использования растениями элементов питания из почвы и удобрений. Апробацию метода расчета систем удобрения под программируемую продуктивность севооборотов осуществляли в сельскохозяйственных предприятиях Ставропольского края и сопредельных территориях Центрального Предкавказья на площади 120-160 тыс. га со среднегодовым экономическим эффектом 2800-4400 руб. с 1 га. Расчет экономических показателей в ценах 2017 г. показал, что оптимизация систем удобрений (2000-2015 гг.) способствовала повышению экономической эффективности и наиболее эффективными оказались малозатратная биологизированная и высокопродуктивная расчетная системы удобрений.

Разработки географической сети опытов с удобрениями легли в основу Стратегии развития агропромышленного комплекса Ставропольского края до 2020 г., предусматривающей биологизацию и ресурсосбережение в земледелии. Совместно с ГЦАС «Ставропольский» ученые Ставропольского государственного аграрного университета разработали региональную систему обеспечения воспроизводства плодородия почвы, паспорт качества почв.

На всех этапах исследований многолетний опыт сопровождался большим количеством краткосрочных экспериментов по актуальным направлениям. Ежегодно сотрудниками университета на основании авторских методик по расчету норм удобрений проводится почвенная диагностика на площади более 120 тыс. га, что позволило увеличить продуктивность 1 га на 15-20% и обеспечить уровень оправданности программирования урожайности до 95% (табл. 4).

4. Продуктивность зернопропашного севооборота в условиях Центрального Предкавказья

Система удобрений насыщенность севооборота NPK (кг/га) + навозом (т/га), А	Способ обработки почвы, В	Продуктивность, т/га зерн.ед.				
		ротации		последей- ствие систем (1994-1999 гг.)	ротации	
		1-ая (1978-1985 гг.)	2-ая (1986-1993 гг.)		3-ая (2000-2007 гг.)	4-ая (2008-2015 гг.)
Контроль	отвальный	3,57	3,54	2,72	3,23	3,40
	безотвальный	3,34	3,42	2,66	3,09	3,46
	роторный	3,44	3,40	2,62	2,99	3,01
	поверхностная	3,19	3,15	2,46	2,82	2,75
Рекомендованная 60 + 2,5 (1978-1993 гг.) 115 + 5,0 (2000-2015 гг.)	отвальный	3,92	3,90	2,87	4,03	4,51
	безотвальный	3,64	3,77	2,80	3,76	4,27
	роторный	3,74	3,71	2,79	3,66	3,95
	поверхностная	3,46	3,51	2,63	3,36	3,62
Балансовая 120 + 5 (1978-1993 гг.) Биологизированная 63 + 8,8 (2000-2015 гг.)	отвальный	4,11	4,12	3,13	3,98	4,40
	безотвальный	3,85	3,96	3,02	3,72	4,12
	роторный	3,94	3,96	3,01	3,64	3,87
	поверхностная	3,61	3,71	2,79	3,33	3,49
Расчетная 180 + 7,5 (1978-1993 гг.) 171 + 5,0 (2000-2015 гг.)	отвальный	4,25	4,11	3,25	4,52	5,33
	безотвальный	3,97	3,92	3,17	4,22	5,01
	роторный	4,07	3,93	3,16	4,14	4,50
	поверхностная	3,74	3,66	2,91	3,85	4,07

На основании проведенных исследований на базе многолетнего стационара было защищено более 30 кандидатских и 12 докторских диссертаций, опубликовано свыше 500 научных публикаций, монографий и учебников, получено более 30 патентов и свидетельств на различные изобретения. Стационар стал центром совместной деятельности не только сотрудников кафедры агрохимии и факультета, но специалистов и ученых из различных научных учреждений, в том числе ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова (академик РАН, профессор В.Г. Сычев), Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина (академик РАН, профессор А.Х. Шеуджен), Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (академик РАН, профессор В.Г. Минеев и профессор В.А. Романенков), Государственный центра агрохимической службы «Ставропольский» (А.И. Подколзин) и другие.

Необходимо обратить внимание на модернизации краткосрочных и долгосрочных полевых, вегетационных, лабораторных опытов и экспериментов. Приведение их в соответствие с уровнем и запросами всех участников современного сельского хозяйства – это и научные учреждения, сельхоз товаропроизводители, производителей удобрений и др.

В целях сохранения почвенного плодородия, получения среднегодовой продуктивности зернопропашного севооборота 3,5-4,4 т/га зерн.ед. рекомендуется биологизированная система удобрения с насыщенностью 1 га севооборотной площади $N_{43}P_{20}K_0 + 8,8$ т/га органических удобрений, а для получения программируемой урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности севооборота 4,5-5,3 т/га зерн.ед. предпочтительна расчетная система удобрения с насыщенностью 1 га севооборотной площади $N_{86}P_{74}K_{11} + \text{навоз}$, 5,0 т/га.

Литература

1. Гамзиков Г.П. Сохранение плодородия почв и повышение урожайности полевых культур при систематическом применении минеральных и органических удобрений / Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана, Беларуси и Болгарии: сборник науч. докладов XX Междунар. науч.-практ. конф. (Новосибирск, 04-06 октября 2017 г.). – Новосибирск: Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, 2017. – С. 114-117.
2. Минеев В.Г. Значение географической сети опытов с удобрениями в решении актуальных проблем агрохимии / Совершенствование организации и методологии агрохимических исследований в Географической сети опытов с удобрениями: материалы Всероссийской научно-методической конференции. – М.: ВНИИА, 2006. – С. 6-8.
3. Есаулко А.Н., Агеев В.В. Совершенствование системы удобрений в севооборотах Центрального Предкавказья // Агрохимический вестник, 2005, № 4. – С. 7-11.
4. Шеуджен А.Х. Онищенко Л.М., Исупова Ю.А. Влияние длительного применения удобрений на плодородие и физико-химические свойства чернозема выщелоченного Западного Предкавказья // Труды Кубанского государственного аграрного университета, 2012, № 36. – С. 95-99.
5. Громова Н.В., Ожередова А.Ю., Герман М.С., Куценко А.А. Влияние систем удобрения на динамику содержания подвижного фосфора в черноземе выщелоченном при выращивании зимующего гороха / Питательные зерна устойчивого будущего – международный год зернобобовых (МГЗ): сборник трудов конф. (г. Ставрополь, 04-06 октября 2016 г.). – Ставрополь: СтавГАУ, 2016. – С. 39-42.
6. Esaulko A.N., Fursova A.Y., Grechishkina Y.I., Belovolova A.A., Gorbatko L.S. Influence of fertilizers and methods of soil cultivation on the dynamics of mobile sulphur chernozem leached to the winter wheat crops in the zone of an unreliable moistening of Stavropol territory // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences, 2016, T. 7, № 3. – P. 2578-2581.
7. Милащенко Н.З., Завалин А.А., Сычев В.Г., Самойлов Л.Н., Трушкин С.В. Факторы повышения эффективности удобрений в интенсивных технологиях возделывания пшеницы в России // Агрохимия, 2015, № 11. – С. 13-18.
8. Дорожки Г.Р., Власова О.И., Цховребов В.С. Развитие земледелия Ставрополья / Эволюция и деградация почвенного покрова: сборник науч. статей по матер. V Междунар. науч. конф. (г. Ставрополь, 19-22 сентября 2017 г.). – Ставрополь: СтГАУ, 2017. – С. 249-251.
9. Сигида М.С., Голосной Е.В., Саленко Е.А., Шейкина В.А. Пути повышения плодородия и экологизации производства сельскохозяйственной продукции в условиях чернозема выщелоченного Ставропольской возвышенности // Harvard Journal of Fundamental and Applied Studies, 2015, № 1 (7). – С. 146-156.
10. Цховребов В.С., Тюльпанов В.И., Подсвилов В.И. Современное состояние почв Центрального Предкавказья / Эволюция и деградация почвенного покрова: сборник трудов по материалам II Международной научной конференции (Ставрополь, 17-19 сентября 2002 г.). – Ставрополь: СтГАУ, 2002. – С. 15-17.
11. Гамзиков Г.П. Состояние и перспективы исследований в длительных стационарных опытах с удобрениями в Сибири // Плодородие, 2016, № 5 (92). – С. 6-9.
12. Есаулко А.Н. Оптимизация систем удобрений в севооборотах Центрального Предкавказья как фактор повышения плодородия почвы и продуктивности сельскохозяйственных культур: дисс. д.с.-х.н. – Ставрополь, 2006. – 515 с.

УДК 631.816:631.445.1:633.1
DOI 10.24411/0235-2516-2018-10021

ВЛИЯНИЕ ФОСФОГИПСА И СЕРОСОДЕРЖАЩИХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА ЧЕРНОЗЕМЕ

В.С. Цховребов, д.с.-х.н., А.Б. Умаров, А.М. Никифорова, к.с.-х.н., Д.В. Калугин, к.с.-х.н.
Ставропольский государственный аграрный университет, e-mail: tshovrebov@mail.ru

На черноземе южном карбонатном был заложен полевой опыт по изучению влияния фосфогипса и серосодержащих удобрений при выращивании озимой пшеницы. Определение содержания подвижного фосфора и обменного калия в почве проводили по Мачигину в модификации ЦИ-НАО, подвижной серы по методике ЦИНАО, нитратного азота потенциометрическим методом в период молочно-восковой спелости пшеницы. Урожайность учитывали методом сплошного комбайнирования делянок опыта. Установлено увеличение в содержании подвижных соединений фосфора и серы при применении не только сульфаммофоса, но и фосфогипса, при этом разницы в исследуемом показателе между различными дозами мелиоранта не обнаружили. Применение сульфаммофоса, фосфогипса и особенно совместное применение мелиоранта с аммофосом и аммиачной селитрой увеличивает урожайность в среднем на 20-33%, но не влияет на качество зерна озимой пшеницы сорта Таня.

Ключевые слова: чернозем, фосфогипс, сульфаммофос, подвижная сера, озимая пшеница, урожайность, качество зерна.

INFLUENCE OF PHOSPHOGYPSUM AND SULFUR-CONTAINING FERTILIZERS ON YIELD AND QUALITY OF WINTER WHEAT ON CHERNOZEM

Dr.Sci. V.S. Tskhovrebov, A.B. Umarov, Ph.D. A.M. Nikiforova, Ph.D. D.V. Kalugin
Stavropol State Agrarian University, e-mail: tshovrebov@mail.ru

In the southern carbonate chernozem, a field experiment was established to study the effect of phosphogypsum and sulfur-containing fertilizers on the cultivation of winter wheat. The content of mobile phosphorus and exchangeable potassium was produced by Machigin in the modification of CINAO, mobile sulfur by the CINAO method, nitrate nitrogen by the potentiometric method during the milky wax ripeness of the wheat. The yield was recorded by the method of continuous harvesting of the plots of the experiment. An increase in the content of mobile phosphorus and sulfur in the use of not only sulphoammophos but also phosphogypsum was found, while differences in the investigated index between different doses of meliorant were not found. The use of sulfoammophos, phosphogypsum and, in particular, joint application of ameliorant with ammophos and ammonium nitrate increases the yield by an average of 20-33%, but does not affect the quality of the grain of winter wheat of the Tanya variety.

Keywords: chernozem, phosphogypsum, sulfoammophos, mobile sulfur, winter wheat, yield, grain quality.

Серa играет важную роль в жизни растений. Она входит в состав белков и напрямую влияет на качество и количество получаемой продукции [1]. Содержание серы в литосфере составляет 0,09%, в почвах – 0,85%, что характеризуется низкой концентрацией этого элемента питания и служит лимитирующим фактором продуктивности сельскохозяйственных угодий [2, 3]. Почвы агроценозов претерпевают постоянное обеднение за счет выноса элементов питания и с урожаем [4]. Черноземы Центрального Предкавказья еще 30-40 лет назад характеризовались средним, а иногда и повышенным содержанием подвижной серы. В настоящее время обеспеченность почв по этому элементу питания оценивается как низкая [5-8], что препятствует получению качественной сельскохозяйственной продукции.

Цель исследований – изучить влияние фосфогипса и серосодержащих удобрений на содержание подвижной серы в почве, а также на урожайность и качество озимой пшеницы.

Объект и методы исследований. В условиях СПК-колхоза «Родина» Красногвардейского района Ставропольского края в 2014 г. заложен полевой опыт с отдельным и совместным применением фосфогипса, сульфаммофоса, аммофоса и аммиачной селитры. Почва – чернозем южный карбонатный среднемощный малогумусный тяжелосуглинистый на лессовидных суглинках. Содержание гумуса в пахотном слое составляет 3,8%, рН_{Н2О} 8,3; сумма обменных оснований 25,4 мг-экв/100 г; содержание подвижного фосфора и обменного калия 24,7 и 370 мг/кг соответственно; содержание по-

движной серы 3,5 мг/кг. Опыт заложен в соответствии с общепринятой методикой, размещение вариантов рендомизированное, повторность трехкратная. Культура – озимая пшеница сорта Таня.

Фосфогипс – продукт химической флотации апатитового концентрата. Его получают путем орошения апатита серной кислотой. При этом полученная фосфорная кислота идет на приготовление фосфорных удобрений, а гипс идет в отвал. Он содержит в среднем 20-22% Ca, 1,4% Mg; 1,4% P₂O₅; 20,2% S; 0,17-0,20% F; 0,1% B; 1% Mn; 0,01% Cu; 0,05% Zn; 0,03% Co; 0,05% Mo. Фосфогипс вносили в 2 приема. Вначале половину от применяемой дозы, затем лушение на глубину 12-14 см с последующей вспашкой. После этого вносили вторую половину дозы с последующим дискованием для полного перемешивания фосфогипса с почвой. Сульфоаммофос и аммофос вносили при посеве, аммиачную селитру в весеннюю подкормку.

Содержание подвижного фосфора и обменного калия определяли по Мачигину, подвижной серы по методу ЦИНАО, нитратного азота потенциометрическим методом в период молочно-восковой спелости пшеницы. Урожайность учитывали методом сплошного комбайнирования делянок опыта.

Результаты. Применение фосфогипса и удобрений ожидаемо повлияло на содержание элементов питания (табл. 1). Наибольшим количеством нитратного азота было на вариантах с внесением азотных удобрений. Применение сульфоаммофоса слабо повлияло на данный показатель. Необходимо отметить, что и применение фосфогипса тоже повлияло на содержание нитратного азота, хотя и незначительно, но достоверно. Возможно, это происходит за счет увеличения микробиологической активности при внесении относительно богатого субстрата, каким является фосфогипс.

Изменения в содержании подвижного фосфора было аналогичным нитратному азоту. Увеличение количества P₂O₅ на варианте с фосфогипсом не может быть связано только с его присутствием в данном мелиоранте. Во-первых, его там было только 1,4%, во-вторых, анализ почвы проведен был на третий год последействия. К тому же наиболее высоким

содержание подвижного фосфора было при совместном внесении фосфогипса и аммофоса. Следовательно, и здесь вмешался фактор, обусловленный микробиологической деятельностью. На содержание обменного калия применение удобрений и мелиоранта не оказало существенного влияния.

Основным изучаемым элементом в исследованиях была сера, установлено, что ее содержание существенно изменялось по вариантам. Внесение сульфоаммофоса в дозе 150 кг/га увеличило содержание подвижной серы в 2,2 раза, в дозе 250 кг/га – в 2,6 раза. Аналогично и отдельное применение фосфогипса в дозах 3, 6 и 12 т/га увеличило количество этого элемента в 2,0, 2,3 и в 2,4 раза. Примечательно, что различные дозы мелиоранта и удобрения не существенно повлияли на изучаемый показатель. Разница, по всей вероятности, будет проследиваться только в длительности последействия фосфогипса. Наиболее высокое содержание подвижной серы было при совместном внесении мелиоранта с аммофосом и селитрой, особенно в варианте 9. Стоит обратить внимание на то, что разница между вариантами 7, 8 и 9 обусловлена дозой фосфогипса. Следовательно, при совместном внесении фосфогипса и удобрений доза мелиоранта имеет значение. Почвы при совместном внесении фосфогипса (12 т/га), аммофоса (70 кг/га) и аммиачной селитры (100 кг/га) переходят из разряда низкообеспеченных в контроле и среднеобеспеченных в остальных вариантах в разряд высокообеспеченных по содержанию подвижной серы.

При учете урожайности озимой пшеницы выявлено, что наименьшей она была в контроле – 5,88 т/га (табл. 2). В результате применения сульфоаммофоса урожайность увеличилась на 0,73 т/га, или на 12,4%. Применение более высокой дозы не существенно влияло на урожайность, разница была в пределах ошибки опыта. Применение фосфогипса увеличило сбор зерна озимой пшеницы на 19,3-20,5% при отсутствии разницы между дозами. Следовательно, его доза будет определять не количество получаемого урожая, а продолжительность действия мелиоранта во времени. Традиционно в хозяйстве применяют в среднем 70 кг аммофоса перед посевом

1. Влияние применения фосфогипса и удобрений на содержание элементов питания, мг/кг

Вариант	NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	
1. Контроль	6,6	20,9	329	3,3	
2. Сульфоаммофос, 150 кг/га	9,6	27,9	323	7,4	
3. Сульфоаммофос, 250 кг/га	11,6	28,1	326	8,7	
4. Фосфогипс, 3 т/га	7,7	24,6	327	6,5	
5. Фосфогипс, 6 т/га	8,2	25,7	328	7,6	
6. Фосфогипс, 12 т/га	8,4	26,3	328	7,9	
7. Фосфогипс, 3 т/га + аммофос, 70 кг/га + аммиачная селитра, 100 кг/га	17,5	30,1	327	8,9	
8. Фосфогипс, 6 т/га + аммофос, 70 кг/га + аммиачная селитра, 100 кг/га	17,7	30,9	317	10,5	
9. Фосфогипс, 12 т/га + аммофос, 70 кг/га + аммиачная селитра, 100 кг/га	19,6	31,1	321	12,9	
10. Аммофос, 70 кг/га + аммиачная селитра, 100 кг/га	16,6	27,0	322	5,4	
	НСР ₀₅ , мг/кг	2,1	2,5	9,6	1,4
	Sx, %	1,5	2,1	2,8	1,9

2. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы сорта Таня по вариантам опыта

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка		Натура, г/л	Содержание белка, %	Содержание клейковины, %
		т/га	%			
1	5,88	-	-	730	13,9	22,1
2	6,61	0,73	12,4	775	13,5	21,6
3	6,63	0,72	12,7	763	13,6	21,9
4	7,07	1,19	20,2	767	13,2	21,3
5	7,02	1,14	19,3	770	13,7	21,9
6	7,09	1,10	20,5	775	13,3	21,7
7	7,21	1,33	22,6	770	13,4	21,6
8	7,70	1,82	30,9	770	13,3	21,9
9	7,86	1,98	33,6	770	13,7	22,0
10	7,11	1,23	20,9	757	13,7	22,0
НСР ₀₅ , т/га	0,15			12,3	0,5	0,8
S, %	3,1			2,4	2,1	3,0

Примечание. Расшифровка вариантов дана в таблице 1.

озимой пшеницы и 100 кг аммиачной селитры в подкормку. При совмещении этих доз с фосфогипсом в дозах 3, 6 и 12 т/га урожайность озимой пшеницы увеличилась на 22,6%, 31,4 и 33,6% соответственно. Такой результат оказался несколько не логичным, так как раздельное применение мелиоранта не оказывает влияния на продуктивность пшеницы, а его совместное применение с одинаковыми дозами минеральных удобрений достоверно повышает исследуемую величину в зависимости от дозы фосфогипса. Причина этого, по-видимому, скрыта в увеличении содержания нитратного азота, подвижных фосфора и серы на этих вариантах. Возможно также и повышение активности в действии микроэлементов, которыми богат данный мелиорант.

На почвах бедных по содержанию подвижной серы применение серосодержащих удобрений или внесение серы должно привести к повышению качества зерна озимой пшеницы [9, 10]. Как показали исследования, этого не происходит (табл. 2). Применение удобрений и фосфогипса как совместно, так и раздельно не повлияло на основные показатели качества продукции. Содержание белка по вариантам колебалось от 13,2 до 13,9%, а клейковины – от 21,3 до 22,1%. Скорее всего это связано со спецификой высеваемого сорта пшени-

цы. Сорт Таня выведен как высокоурожайный, но направленный на получение урожая не высокого качества. Возможно другой сорт, селекция которого направлена на получение урожая высокого качества, был бы отзывчив на внесение серосодержащих удобрений и имел бы другие показатели содержания белка и клейковины. Некоторые изменения качественных показателей обнаружены в натуре зерна. По сравнению с контролем (730 г/л) произошло увеличение этого показателя на всех вариантах.

Выводы: 1. Применение фосфогипса совместно с минеральными удобрениями увеличивает содержание подвижной серы в почвах и они из разряда низкообеспеченных переходят в разряд высокообеспеченных по этому элементу питания. 2. Применение фосфогипса в дозах 3, 6 и 12 т/га увеличило сбор зерна озимой пшеницы на 19,3-20,5% при отсутствии разницы между дозами. При совмещении этих доз фосфогипса с аммофосом (70 кг/га) и аммиачной селитрой (100 кг/га) урожайность увеличилась соответственно на 22,6%, 31,4 и 33,6%. 3. Применение фосфогипса и минеральных удобрений не влияло на качество зерна озимой пшеницы сорта Таня.

Литература

1. Слюсарев В.Н. Свойства черноземов Западного Предкавказья и обеспеченность их серой // Труды КубГАУ, 2006, № 2. – С. 157-165.
2. Есаулко А.Н., Агеев В.В. Совершенствование системы удобрений в севооборотах Центрального Предкавказья // Агрехимический вестник, 2005, № 4. – С. 7-11.
3. Власенко В.П. Техногенная деградация почв и методы ее регулирования // Труды КубГАУ, 2012, № 39. – С. 69-72.
4. Коростелев С.А., Есаулко А.Н. Оптимизация азотного питания озимого ячменя в зоне неустойчивого увлажнения // Агрехимический вестник, 2009, № 2. – С. 26-27.
5. Голосной Е.В., Сигида М.С., Подколзин А.И., Донцов А.Ф., Сычев В.Г., Куценко А.А. Изучение влияния систем удобрения построенных на различных принципах на динамику агрохимических показателей чернозема выщелоченного и продуктивность озимой пшеницы // Вестник АПК Ставрополя, 2016, № 1(21). – С. 167-171
6. Вольтерс И.А., Власова О.И., Трубочева Л.Ю. Влияние предшественников озимой пшеницы на агрофизические факторы плодородия и урожайность в условиях умеренно влажной зоны // Агрехимический вестник, 2011, № 4. – С. 16-17.
7. Дорожко Г.Р., Пенчуков В.М., Передериева В.М., Власова О.И. Биологизация земледелия Ставрополя // Вестник АПК Ставрополя, 2013, № 2(10). – С. 31-35.
8. Швец Т.В. Плодородие почв низменно-западного агроландшафта Азово-Кубанской низменности при возделывании сельскохозяйственных культур: автореф. дисс. к.с.-х.н. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – С. 14-18.
9. Шеуджен А.Х., Слюсарев В.Н., Бондарева Т.Н., Гуторова О.А., Осипов М.А., Есипенко С.В. Влияние длительного применения удобрений на содержание серы и трансформацию ее соединений на черноземе выщелоченном // Труды КубГАУ, 2015, № 53. – С. 173-177.
10. Слюсарев В.Н. Баланс серы при возделывании озимой пшеницы различными технологиями // Труды КубГАУ, 2008, № 13. – С. 101-106.

ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ УДОБРЕНИЙ И СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА РЕАКЦИЮ ПОЧВЕННОГО РАСТВОРА ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО И УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ

Н.В. Громова, А.Н. Есаулко, д.с.-х.н., А.А. Беловолова, к.с.-х.н., Ю.И. Гречишкина, к.с.-х.н.
Ставропольский государственный аграрный университет, e-mail: nikolenko0812@mail.ru

Представлены данные пятилетних исследований по влиянию систем удобрений и способов обработки почвы на агрохимические показатели чернозема выщелоченного и урожайность озимого ячменя на Ставропольской возвышенности. Установлено, что способы обработки почвы не оказали существенного влияния на реакцию почвенного раствора. Расчетная система удобрений существенно превышала не только контроль, но и показатели урожайности рекомендованной и биологизированной систем.

Ключевые слова: реакция почвенной среды, озимый ячмень, система удобрений, обработка почвы, чернозем выщелоченный, урожайность.

INFLUENCE OF FERTILIZERS SYSTEMS AND SOIL TREATMENT METHODS ON THE SOIL REACTION OF LEACHED CHERNOZEM AND YIELD OF WINTER BARLEY

N.V. Gromova, Dr.Sci. A.N. Esaulko, Ph.D. A.A. Belovolova, Ph.D. Yu.I. Grechishkina
Stavropol State Agrarian University, e-mail: nikolenko0812@mail.ru

The data of five-year studies on the impact of fertilizer systems and methods of soil cultivation on agrochemical indicators of leached chernozem and winter barley yield in the Stavropol upland are presented. It was found that the methods of soil treatment did not have a significant effect on the reaction of the soil solution. The calculated system of fertilizers significantly exceeded not only the control, but also the indicators of yield of the recommended and biological systems.

Keywords: soil reaction, winter barley, fertilizers system, soil treatment, leached chernozem, yield.

Реакция почвенного раствора (рН) оказывает огромное влияние на поступление в растение питательных веществ, деятельность почвенных микроорганизмов, минерализацию органических веществ, а также имеет непосредственное влияние на урожай сельскохозяйственных культур и эффективность применения удобрений [1-3]. Реакция почвы может быть нейтральной, кислой или щелочной. Эти свойства почвы имеют чрезвычайно важное значение для роста и развития растений, так как каждый вид растений лучше всего развивается при определенной реакции почвы [4, 5]. Сильнокислая и сильнощелочная реакции почвенного раствора весьма неблагоприятны для растений, а нередко и губительны. Сельскохозяйственные растения весьма чувствительны к реакции почвенного раствора, и большинство из них не могут развиваться при рН ниже 3,5 и выше 9 ед. Необоснованное применение минеральных удобрений ведет к сильному понижению рН. Калийная соль закисляет почву, ион водорода со свободными ионами хлора образует HCl. Подобным образом действуют и иные физиологически кислые удобрения [6, 7].

Цель исследований – определить влияние систем удобрений и способов обработки почвы на изменение реакции почвенного раствора и урожайность озимого ячменя на черноземе выщелоченном.

Объекты и методы. Исследования проведены в 2005-2007 гг. и 2016-2017 гг. в экспериментальном севообороте, который расположен на опытной станции Ставропольского ГАУ. Стационар представляет собой длительный опыт «Теоретические и технологические основы биогеохимических потоков веществ в агроландшафтах», зарегистрирован в реестре аттестатов длительных опытов Географической сети опытов с удобрениями. В опыте изучали сорт озимого ячменя Михайло.

Согласно схеме агроклиматического районирования Ставропольского края, землепользование сельскохозяйственной опытной станции СтавГАУ по условиям влагообеспеченности находится на границе зон умеренного и неустойчивого увлажнения. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный, мощный, малогумусный тяжелосуглинистый, характеризующийся средним содержанием гумуса (5,2-5,9%), подвижного фосфора (22-28 мг/кг по Мачиги-

ну), и повышенным – обменного калия (240-290 мг/кг). Реакция почвенного раствора в верхних горизонтах почвы нейтральная, рН находится в пределах 6,1-6,5, нитрификационная способность составляет 16-30 мг/кг.

Почва опытного участка среднеобеспеченна марганцем (18 мг/кг), имеет низкое содержание подвижного цинка (0,7 мг/кг), и высоко обеспечена подвижным бором (2,86 мг/кг) и серой (13,4 мг/кг почвы).

Варианты с изучаемыми согласно схеме опыта системами удобрений накладывались на варианты с различными способами основной обработки почвы:

1 – отвальный способ (вспашка с навесным плугом ПЛН-4-35 на глубину 20-22 см);

2 – безотвальный способ (КПГ-250М на 20-22 см);

Тип севооборота – зернопропашной (горохоовсяная смесь (занятой пар), озимая пшеница, озимый ячмень, кукуруза на силос, озимая пшеница, горох, озимая пшеница, подсолнечник) развернут в пространстве и времени. Размещение вариантов по методу расщепленных делянок, повторность трехкратная. Размещение повторений – сплошное. Размещение делянок двурусное. Общая площадь делянки 108 м², учетная 50 м², ширина 7,2 м, длина 15 м.

Относительно контроля (без удобрений) в севообороте изучали три системы удобрений.

1. Рекомендованная система удобрений – синтезирована на основе материалов, полученных в рассматриваемом стационаре с насыщенностью

с севооборота NPK 115 кг/га + навоз, 5 т/га;

2. Биологизированная система удобрений – ориентирована на максимальное использование органических удобрений с насыщенностью севооборота NPK 63 кг/га + органика, 9 т/га, в т.ч. подстилочный навоз, 5 т/га);

3. Расчетная система удобрения – запланирована на получение максимально возможной урожайности озимого ячменя с насыщенностью с севооборота NPK 171 кг/га + навоз, 5 т/га.

Непосредственно под озимый ячмень вносили следующие дозы удобрений (табл. 1).

В качестве минеральных удобрений были использованы: аммофос, нитроаммофос, аммиачная селитра, калий хлористый. В качестве органических удобрений: солома озимой пшеницы.

Результаты. Реакция почвенного раствора изменялась заметно, в течение одного вегетационного периода. Значения рН на всех вариантах опыта соответствует нейтральной и слабокислой реакции почвенного раствора, генетически присущей подтипу почвы в пахотном слое (5,53-6,36 ед.). Более кислая реакция среды наблюдалась в более влажные годы.

Изучаемые системы удобрений и способы основной обработки почвы оказали различное влияние на реакцию почвенного раствора. Применяемые рекомендованная и расчетная системы удобрений достоверно (0,22-0,36 ед.) снижало значение рН по сравнению с естественным агрохимическим фоном, а применение биологизированной системы удобрений способствовало стабилизации показателей рН почвенного раствора во время вегетации культурой, и составило 5,98 ед. при разнице с контролем 0,03 ед. (табл. 2).

В среднем по опыту на вариантах с применением отвального способа обработки почвы реакция почвенного раствора в слое 0-20 см составила 5,84 ед., что несущественно выше значений на варианте с безотвальным способом обработки почвы на 0,04 ед.

1. Система удобрений озимого ячменя (среднее за 2005-2007, 2016-2017 гг.)

Система удобрений	Способы внесения удобрений		
	основное	припосевное	подкормка
Контроль (без удобрений)	0	0	0
Рекомендованная	N ₅₀ P ₇₀ K ₃₀	N ₁₀ P ₁₀	N ₃₀
Биологизированная	Солома, 8,6 т/га + N ₄₀	N ₁₀ P ₁₀	N ₃₀
Расчетная	N ₈₄ P ₇₉ K ₃₂ *	N ₁₀ P ₁₀	N ₃₀

2. Влияние систем удобрений и способов обработки почвы на реакцию почвенного раствора озимого ячменя (среднее за 2005-2007, 2016-2017 гг.)

Система удобрения, А	Способ обработки почвы, В	Сроки отбора образцов, С					А, НСР _{0,5} = 0,16	В, НСР _{0,5} = 0,22
		перед посевом	кущение	выход в трубку	колошение	полная спелость		
Контроль	Отвальный	6,32	5,99	5,86	5,71	6,01	5,957	5,843
	Безотвальный	6,3	5,94	5,81	5,67	5,96		5,8025
Рекомендованная	Отвальный	5,8	5,76	5,74	5,66	5,78	5,745	
	Безотвальный	5,96	5,72	5,7	5,6	5,73		
Биологизированная	Отвальный	6,36	5,97	5,86	5,8	6,09	5,984	
	Безотвальный	6,3	5,93	5,81	5,72	6,0		
Расчетная	Отвальный	5,77	5,62	5,62	5,53	5,61	5,605	
	Безотвальный	5,71	5,57	5,56	5,5	5,56		
С, НСР _{0,5} = 0,16		6,065	5,8125	5,745	5,6488	5,8425	НСР _{0,5} = 0,56	

3. Влияние систем удобрений и способов обработки почвы на урожайность (среднее за 2005-2007, 2016-2017 гг.), т/га

Система удобрений, А	Способ обработка почвы, В		НСР В, т/га = 0,22
	отвальный	безотвальный	
Контроль	3,61	3,28	3,45
Рекомендованная	4,52	4,26	4,39
Биологизированная	4,70	4,34	4,52
Расчетная	5,51	5,21	5,36
НСР А, т/га = 0,2	4,59	4,27	НСР, т/га = 0,45

В период вегетации озимого ячменя отмечается существенное снижение реакции почвенного от посевов до фазы колошения и разница составила 0,26-0,42 ед., увеличение к фазе полной спелости до 5,84 ед. Максимальные показатели отмечены в варианте с биологизированной системой удобрений перед посевом озимого ячменя 6,36 и 6,3 ед. на отвальном и безотвальном способах обработки почвы соответственно.

Урожайность рассматривается как комплексное воздействие многих факторов: биология сорта, качество посевного материала, технология возделывания, климатическая зона и сложившиеся погодные условия.

Анализ данных таблицы 3 позволяет сделать следующие выводы:

- изучаемые системы удобрений обеспечивали существенную прибавку урожайности озимого ячменя по сравнению с естественным агрохимическим фоном;

- независимо от фона питания отвальный способ обработки почвы достоверно увеличивал урожайность растений озимого ячменя по сравнению с безотвальным способом;

- изучаемые системы удобрений за анализируемый период (2005-2007, 2016-2017 гг.), обеспечивали прибавку урожая озимого ячменя по сравнению с естественным агрохимическим фоном, разница с которым составила на отвальном способе обработке почвы от 0,91 до 1,9 т/га, на безотвальном способе обработке от 0,98 до 1,93 т/га.

- расчетная система удобрений способствовала получению существенной прибавки урожая не только по сравнению с кон-

тролем, но и по сравнению с биологизированной и рекомендованной системами. Разница на вариантах с отвальной обработкой составила 0,81-0,99 ц/га, на безотвальной 0,87-0,95 ц/га.

Таким образом, способы обработки почвы не оказали существенного влияния на реакцию почвенного раствора. Применение отвального способа обработки почвы в посевах озимого ячменя реакция почвенного раствора составила 5,84 ед., что выше значений на варианте с безотвальным способом обработки почвы на 0,04 ед. Рекомендованная и расчетная система удобрений способствовали существенному подкислению почвенного раствора 0-20 см слоя почвы в период максимального потребления элементов питания озимого ячменя на 0,22-0,36 ед. по сравнению с естественным агрохимическим фоном. Биологизированная система удобрений в посевах озимого ячменя способствовала стабилизации показателей рН почвенного раствора во время вегетации культуры, и составила 5,98 ед. при разнице с контролем 0,03 ед. Влияние систем удобрений на урожайность озимого ячменя имело адекватный характер. Расчетная система удобрений существенно превышала не только контроль, но и показатели урожайности рекомендованной и биологизированной систем. Независимо от фона питания отвальный способ обработки почвы увеличивал урожайность растений озимого ячменя по сравнению с безотвальным способом.

Литература

1. Сигида М.С., Голосной Е.В., Коростылев С.А., Беловолова А.А. Влияние систем удобрений на содержание тяжелых металлов в основной и побочной продукции культур звена севооборота на черноземе выщелоченном Ставропольской возвышенности / Экология и устойчивое развитие сельской местности: международная научн.-практич. конф. (Ставрополь, 19-21 марта 2012 г.). – Ставрополь: изд-во Параграф, СтавГАУ, 2012. – С. 83-90.
2. Николенко Н.В., Есаулко А.Н. Влияние азотных подкормок различными формами минеральных удобрений на структуру урожая озимого ячменя / Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Южного Федерального округа: сб. науч. статей по материалам 71-й региональной науч.-практ. конф. «Состояние и перспективы развития Агропромышленного комплекса Южного федерального округа». – Ставрополь: СтавГАУ, 2007. – С. 106-108.
3. Николенко Н.В., Есаулко А.Н. Системы удобрений и обработки почвы при возделывании озимого ячменя на черноземе выщелоченном // Плодородие, 2008, № 2. – С. 41-42.
4. Николенко Н.В. Динамика содержания основных элементов питания в растениях озимого ячменя в зависимости от систем удобрений / Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Северо-Кавказского Федерального округа: сборник науч. статей 74-я науч.-практ. конф. (Ставрополь, 07-15 апреля 2010 г.). – Ставрополь: изд-во Параграф, 2010. – С. 61-62.
5. Цховребов В.С., Калугин Д.В., Фаизова В.И. Содержание элементов питания и урожайность сельскохозяйственных культур при внесении минеральных отходов промышленности в чернозем выщелоченный // Агрохимия, 2016, № 8. – С. 23-29.
6. Громова Н.В. Влияние систем удобрений и способов обработки почвы на содержание в растениях озимого ячменя элементов питания // Вестник АПК Ставрополья, 2017, № 4 (28). – С. 108-110.

ОПТИМИЗАЦИЯ АЗОТНОЙ ПОДКОРМКИ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ НА ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ

О.Ю. Лобанкова, к.б.н., В.В. Агеев, д.с.-х.н., Ю.А. Мандра, к.б.н., И.О. Лысенко, д.с.-х.н.
Ставропольский государственный аграрный университет, e-mail: kristall.ya@yandex.ru

В условиях широкого ассортимента форм азотных удобрений, предлагаемых сельскому хозяйству, остается актуальным вопрос выбора формы и дозы удобрения. Рассматривается влияние на агрохимические показатели плодородия чернозема обыкновенного в условиях неустойчивого увлажнения традиционных удобрений – карбамида, аммиачной селитры и унифицированных – аммиачной селитры с добавкой фосфогипса и известково-аммиачной селитры, используемых в подкормку озимого ячменя. Показана эффективность ранневесенней азотной подкормки озимого ячменя аммиачной и известково-аммиачной селитры в дозах N_{30} и N_{60} кг/га д.в., поскольку они способствуют повышению урожайности зерна на 1,40-1,82 т/га.

Ключевые слова: озимый ячмень, азотная подкормка, элементы питания растений, плодородие почвы, урожайность.

OPTIMIZATION OF NITROGEN FERTILIZATION OF WINTER BARLEY ON CHERNOZEM ORDINARY

Ph.D. O.Yu. Lobankova, Dr.Sci. V.V. Ageev, Ph.D. Yu.A. Mandra, Dr.Sci. I.O. Lysenko
Stavropol State Agrarian University, e-mail: kristall.ya@yandex.ru

In the conditions of a wide range of forms of nitrogen fertilizers offered to agriculture, the question of choosing the form and dose of fertilizer remains relevant. The influence on agrochemical indicators of fertility of ordinary Chernozem in the conditions of unstable moistening of traditional fertilizers – carbamide, ammonium nitrate and unified – ammonium nitrate with the addition of phosphogypsum and lime-ammonium nitrate used in the feeding of winter barley is considered. The efficiency of early spring nitrogen fertilizing of winter barley with different forms and doses of nitrogen fertilizers on the impact on the yield and quality of grain of this crop is shown.

Keywords: winter barley, nitrogen fertilizing, plant nutrients, soil fertility, yield.

Выбор оптимальных видов и доз удобрений под сельскохозяйственные культуры остается одним из самых сложных вопросов агрохимии. Динамичность факторов, прямо или косвенно обуславливающих урожай сельскохозяйственных культур, не позволяет заблаговременно достаточно точно определить дозы удобрений для удовлетворения потребностей растений [1-6]. Одним из условий, влияющих на эффективность применяемого в растениеводстве азота, являются формы азотсодержащих удобрений. Наиболее распространены аммиачная селитра (Naa) и карбамид (Nm). Сульфат аммония (Na) используется реже, не смотря на ряд его преимуществ, низкое содержание азота в нем приводит к росту производственных затрат до 52% против 44 для Naa. В последние десятилетия российские предприятия предлагают виды аммиачной селитры с пониженным содержанием азота – 28% и с повышенным содержанием фосфатной или других добавок, например, карбонатов, калийных солей и соединений, содержащих фосфор.

Цель исследований – изучение влияния форм и доз азотных удобрений, применяемых в ранневесеннюю подкормку, на формирование урожая и

качество зерна озимого ячменя на черноземе обыкновенном в зоне неустойчивого увлажнения.

Объекты и методы исследований. Исследования проводили в 2015-2017 гг. на черноземе обыкновенном малогумусном глинистом, сформированном на лессовидных суглинках. Агрохимический фон опытного участка: содержание гумуса в пахотном слое – среднее (4,4-5,0%), подвижного фосфора – среднее и повышенное (26-38 мг/кг по Мачигину), обменного калия – повышенное (320-350 мг/кг), рН_{H2O} – нейтральная (7,1-7,3).

По средним многолетним данным в зоне проведения опытов в течение года выпадает 530-570 мм осадков, в том числе в период вегетации растений – 380-420 мм. Сумма эффективных температур составляет 2900-3100°C. Гидротермический коэффициент 1,0-1,2.

Был заложен однофакторный опыт, в котором для подкормки озимого ячменя в фазе весеннего кущения применяли: аммиачная селитра (Naa), мочевины (Nm), известково-аммиачная селитра (Niас),

аммиачная селитра с добавкой фосфогипса (Нааф). Относительно контроля ($N_{30}P_{60}K_{30}$ – до посева) изучали две дозы указанных удобрений – N_{30} и N_{60} .

Общая площадь делянки 36 м^2 , учетная – 22 м^2 . Размещение вариантов по методу рендомизации внутри повторения. Повторность четырехкратная, размещение повторений сплошное, размещение делянок четырехъярусное.

Объект исследований – сорт озимого ячменя Романс, включенный в Госреестр селекционных достижений в 2009 г., по предшественнику озимая пшеница. Технология возделывания озимого ячменя соответствовала рекомендациям для западной зоны Ставропольского края.

Полевые опыты включали фенологические наблюдения, определение структуры урожая по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1983); динамику накопления сухой массы озимого ячменя и его химического состава по Б.А. Ягодину (1987); учет урожая семян сплошным методом с пересчетом на стандартную влажность и чистоту; анализ качества зерна озимого ячменя: белок (ГОСТ 10846-86), сырой жир – методом обезжиренного остатка (ГОСТ 23637-79); сырая зола – методом сухого озоления (ГОСТ 26226-84).

В почвенных образцах определяли содержание подвижного фосфора и обменного калия по Мачигину (ГОСТ 26205-91); нитратного азота ионометрическим методом (ГОСТ 26204-91); аммонийного азота – колориметрически с реактивом Несслера; pH_{H_2O} (ГОСТ 26423-85).

Почвенные пробы на содержание элементов отбирали в слое 0-20 см в следующие фенологические фазы: кущение (весной); выход в трубку; колошение; полная спелость. Статистическая обработка экспериментальных данных проведена методом дисперсионного анализа (Доспехов Б.А., 1985).

Результаты. Агрометеорологические условия для формирования урожая озимых культур оказались наиболее благоприятными в 2014-2015 и 2016-2017 гг. Годовое количество осадков достигло 638

и 590 мм, что на 15 и 7% оказалось выше многолетней нормы. Среднегодовая температура воздуха на $0,9-1,4^\circ\text{C}$ была выше многолетних значений, достигнув соответственно 11,2 и $11,7^\circ\text{C}$. Погодные условия в 2015-2016 гг. характеризуются как удовлетворительные для формирования урожая озимого ячменя. Количество осадков превысило многолетнюю годовую норму на 16 мм, но их неравномерное распределение в весенне-летний период оказало неблагоприятное влияние (табл. 1). В среднем в течение трех периодов вегетации озимого ячменя в контроле от выхода в трубку к фазе колошения происходило подкисление почвенного раствора на фоне основного удобрения, и разница составила 0,05 ед. Этот процесс характерен также для вариантов 2, 3, 5, 6, 8 и 9. Реакция почвенного раствора при этом изменялась на 0,09 ед. К периоду полной спелости зерна значение pH повысилось в этих вариантах на 0,02-0,08, кроме вариантов 5 и 9, где показатель продолжил снижение еще на 0,03. Величина pH оставалась стабильной на протяжении вегетации озимого ячменя в вариантах 4 и 7.

Анализируя динамику данного показателя, отметим, что дозы подкормки Нааф 30 и 60, а также Наа 30 и 60 существенно подкисляли почвенный раствор по фазам вегетации культуры, и разница с фоном составляла 0,03-0,2 ед. Применение Nm 30 и 60 и Niас 30 и 60 способствовало или несущественному подщелачиванию, или стабильности реакции почвенного раствора по сравнению с показателями контроля (0,02-0,09 ед.).

Изучаемые формы и дозы азотных удобрений, не изменяя направленность процесса, оказали значительное влияние на реакцию почвенного раствора в 0-20 см слое чернозема обыкновенного, что, в свою очередь отразилось на процессах поглощения основных элементов питания. Анализ средних данных показал, что в течение вегетации озимого ячменя на всех фонах питания по опыту содержание нитратного азота в слое почвы 0-20 см достоверно снижалось к фазе полной спелости (табл. 2).

1. Влияние азотной подкормки на реакцию почвенного раствора чернозема обыкновенного в посевах озимого ячменя, 2015-2017 гг.

Удобрения, А	Срок отбора, В			А, НСР ₀₅ = 0,07
	выход в трубку	колошение	полная спелость	
1. Контроль – $N_{30}P_{60}K_{30}$ (Фон)	7,22	7,17	7,24	7,21
2. Фон + Наа 30	7,17	7,13	7,15	7,15
3. Фон + Nm 30	7,24	7,22	7,26	7,24
4. Фон + Ниас 30	7,26	7,26	7,26	7,26
5. Фон + Нааф 30	7,19	7,13	7,10	7,11
6. Фон + Наа 60	7,15	7,08	7,10	7,11
7. Фон + Nm 60	7,26	7,26	7,26	7,26
8. Фон + Ниас 60	7,26	7,19	7,27	7,24
9. Фон + Нааф 60	7,16	7,07	7,04	7,09
В, НСР ₀₅ = 0,03	7,21	7,17	7,19	НСР ₀₅ = 0,1 $S_x = 2,9\%$

2. Влияние азотной подкормки на содержание нитратного и аммонийного азота в слое 0-20 см чернозема обыкновенного в посевах озимого ячменя, 2015-2017 гг., мг/кг

Удобрения, А	Срок отбора, В			Нитратный азот А, НСР ₀₅ = 1,8	Аммонийный азот А, НСР ₀₅ = 1,2
	выход в трубку	колошение	полная спелость		
Контроль – N ₃₀ P ₆₀ K ₃₀ (Фон)	24,5/43,9	23,8/29,6	17,3/25,1	21,9	32,9
Фон + Naa 30	24,8/45,8	24,0/31,5	19,5/24,1	22,8	33,8
Фон + Nm 30	26,3/49,5	24,3/34,6	20,5/27,6	23,6	37,2
Фон + Ниас 30	30,1/48,1	25,8/33,2	22,0/26,8	25,6	36,0
Фон + Naaф 30	31,0/46,4	27,2/33,6	22,3/26,1	26,8	35,4
Фон + Naa 60	29,8/49,1	26,3/35,0	18,8/25,8	26,0	36,7
Фон + Nm 60	27,5/52,5	25,5/37,0	20,3/28,6	24,4	39,4
Фон + Ниас 60	32,5/48,7	27,3/35,1	19,8/27,7	26,5	37,2
Фон + Naaф 60	36,8/49,6	27,8/36,1	21,8/29,0	28,8	38,3
<u>В. НСР₀₅ = 1,6</u>	<u>29,3</u>	<u>25,8</u>	<u>20,1</u>	НСР ₀₅ = 3,3	НСР ₀₅ = 2,6
НСР ₀₅ , В = 1,5	48,2	34,0	26,8	S _x = 3,8%	S _x = 3,9%

Дисперсионный анализ данных показал достоверность влияния двойных доз всех форм азотных удобрений и доз Ниас 30 и Naaф 30. В фазе выхода в трубку разница с контролем составляла 0,3-12,3 мг/кг, в фазе колошения – 0,2-4,6 мг/кг, в период полной спелости – 1,5-4,5 мг/кг почвы. При выходе в трубку и в колошение озимого ячменя доза N₃₀ аммиачной селитры и карбамида не влияла на содержание в почве нитратного азота, действуя аналогично фона опыта. Подкормки известково-аммиачной селитрой, аммиачной селитрой с добавкой фосфогипса и двойные дозы азотных удобрений достоверно повышали содержание нитратного азота в течение вегетации культуры. К полной спелости разница в данном показателе между вариантами сократилась, оставаясь достоверно выше контроля.

Тесная зависимость между концентрацией подвижных форм азота в почве и размерами доз азотных удобрений объясняется агрометеорологическими условиями, содержание нитратного азота в черноземе обыкновенном, как и в других почвах, колеблется в зависимости от условий увлажнения в течение года. Чем больше выпадает осадков, тем больше нитратов содержится в верхнем слое почвы, а на эффективность их использования растениями оказывают влияние умеренные температуры воздуха и, соответственно, почвы.

Средние трехлетние данные указывают на постепенное снижение концентрации аммония в слое почвы 0-20 см, показатель имел минимальные величины в период полной спелости озимого ячменя (табл. 2).

Содержание аммонийного азота в почве под озимым ячменем снижалось к окончанию вегетации. При этом дисперсионный анализ средних данных показал, что подкормка любой формой и дозой по отношению к контролю достоверно увеличивала содержание аммиачного азота в почве, кроме варианта 2. При этом разница в фазе выхода в трубку достигала 2,8-5,9 мг/кг, в фазе колошения – 1,9-7,4 мг/кг, в фазе полной спелости – 0,7-3,9 мг/кг почвы. Двойные дозы изучаемых форм азотных удоб-

рений во все фазы вегетации оказывали более существенное влияние на концентрацию в почве аммиачного азота, чем одинарные. Максимальное содержание в 0-20 см слое почвы до полной спелости озимого ячменя соответствовало вариантам применения Nm 60 и Naaф 60.

Среди многих факторов, влияющих на количество подвижных форм фосфатов, увлажнение имеет важное значение. Например, в 2014-2015 и 2016-2017 гг. озимый ячмень интенсивнее использовал фосфор (4,1-7,2 мг/кг) по сравнению с 2015-2016 гг. (2,0-6,5 мг/кг почвы). В фазах колошения – полная спелость содержание подвижного фосфора в почве увеличивалось существенно, что объясняется прекращением его потребления из данного горизонта почвы озимым ячменем и достаточным увлажнением в этот период. Тем не менее, средняя направленность процесса поглощения данного элемента такова, что независимо от варианта идет непрерывное снижение концентрации фосфора, достигая минимальных значений в фазе колошения.

В опыте минимальные значения содержания подвижных форм фосфора в слое почвы 0-20 см отмечались к фазе колошения (табл. 3), что связано с интенсивным потреблением фосфора растениями озимого ячменя на формирование генеративных органов, и, одновременно, сорными растениями, а также зависело от неравномерного увлажнения. Результаты дисперсионного анализа данных подтверждают достоверное снижение концентрации обменных форм фосфора в межфазные периоды: кушение – выход в трубку, выход в трубку – колошение. Доза азотных удобрений N₃₀ не оказывала существенного влияния на концентрацию в почве подвижного фосфора: все изучаемые формы азотных удобрений, за исключением аммиачной селитры с добавкой фосфогипса, приводили к недостоверному повышению элемента по отношению к фону. На вариантах с дозой N₆₀, кроме аммиачной селитры с добавкой фосфогипса, содержание подвижного фосфора по сравнению с фоновым вариантом также недостоверно увеличивалось.

3. Влияние азотной подкормки на содержание подвижного фосфора в слое 0-20 см под озимым ячменем (2015-2017 гг.), мг/кг

Удобрения, А	Срок отбора, В				А, НСР ₀₅ = 1,0
	кущение	выход в трубку	колошение	полная спелость	
1. Контроль – N ₃₀ P ₆₀ K ₃₀ (Фон)	34,1	30,3	26,3	26,4	29,3
2. Фон + Naa 30	35,0	28,7	25,1	26,1	28,7
3. Фон + Nm 30	33,1	29,5	25,6	26,4	28,7
4. Фон + Ниас 30	34,7	29,3	24,7	27,2	29,0
5. Фон + Naaф 30	35,5	29,8	26,1	27,6	29,7
6. Фон + Naa 60	33,1	26,8	24,3	25,7	27,4
7. Фон + Nm 60	34,8	27,6	25,4	26,3	28,5
8. Фон + Ниас 60	35,1	27,2	24,6	26,4	28,3
9. Фон + Naaф 60	35,6	28,8	26,2	28,2	29,3
В, НСР ₀₅ = 1,4	34,3	28,6	24,3	26,4	НСР ₀₅ = 2,2 S _x = 3,6%

4. Влияние азотной подкормки на урожайность и качество зерна озимого ячменя

Вариант опыта	Урожайность, т/га				Белок	Жир	Зола	Крахмал
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	среднее				
1	6,07	5,36	7,06	6,16	12,3	2,89	2,76	42,2
2	6,92	6,05	8,46	7,14	13,7	3,18	3,10	46,0
3	6,41	5,83	8,22	6,82	13,4	3,14	3,03	45,3
4	7,18	5,59	8,18	7,98	13,5	3,16	3,08	45,8
5	6,86	5,44	7,96	6,75	12,9	3,11	3,02	44,6
6	7,97	7,08	8,62	7,89	13,9	3,31	3,14	47,4
7	7,74	6,47	7,80	7,33	13,6	3,25	3,11	46,5
8	7,78	6,07	8,84	7,56	13,8	3,29	3,15	47,2
9	7,18	6,85	7,99	7,05	13,0	3,18	3,08	46,1
НСР _{0,5} , т/га	0,32	0,15	0,39	-	0,4	0,21	0,14	1,6

Примечание. Расшифровка вариантов дана в таблицах 1-3.

Подкормки Naa 60 и Ниас 60 к фазе выхода в трубку привели к существенному снижению концентрации подвижных фосфатов, отличие по отношению к контролю достигало в среднем 1,5-1,6 мг/кг почвы. Очевидно, что данная форма азотных удобрений способствует более интенсивному потреблению фосфора растениями, а, следовательно, приводит к сокращению концентрации подвижных фосфатов в почве.

В период полной спелости существенных различий между фоном и опытными вариантами, кроме подкормки аммиачной селитрой с добавкой фосфогипса Naaф 60, не отмечено. В этот срок отбора проб отмечалось отсутствие осадков и иссушение почвы сокращало количество подвижных форм элементов.

Аммиачная селитра и мочевина вне зависимости от дозы приводили к более низкому содержанию подвижного фосфора в почве в сравнении с контролем к периоду выхода в трубку на 0,8-2,5 мг/кг, к периоду колошения на 0,7-2,0, к полной спелости на 0,1-0,7 мг/кг почвы, причем самая низкая концентрация во все фазы развития ячменя отмечалась на варианте 6, а в период колошения значение 24,3 мг/кг почвы оказалось минимальным по опыту во все сроки отбора проб. Подкормки Naaф 30 и 60 и Ниас 30 и 60 на содержание обменного фосфора в почве не влияли.

Азотные подкормки значительно повлияли на продуктивность культуры за счет условий увлажнения и повышенных температур при формировании урожая озимого ячменя. Наиболее благоприятные агрометеорологические условия для озимого ячменя 2014-2015 и 2016-2017 гг. подтвердились более высокой продуктивностью культуры в 7,12 и 8,13 т/га зерна соответственно (табл. 4).

Во всех вариантах урожайность озимого ячменя увеличивалась существенно, и минимальная разница с фоном без подкормок в 2015 г. составляла 0,34, в 2016 г. – 0,23 т/га, в 2018 г. – 0,74 т/га. Дозы азотных удобрений N₆₀ позволили получить наибольшую урожайность 7,46 т/га с максимальной прибавкой 0,73, но относительно контроля доза Ниас 30 стимулировала большую прибавку – 1,82 т/га.

Рассматривая физиолого-химическую сторону влияния форм азотных удобрений на продуктивность ячменя, отметим, что подкормки Naa; Ниас (аммонийно-нитратные формы) в дозах и N₃₀, и N₆₀ способствовали получению наибольшей урожайности. Аммиачная селитра с добавкой фосфогипса (аммонийно-нитратная форма), сформировала достоверную прибавку в 1,82 и 1,40 т/га к фону, но существенно ниже, чем другие формы азотных удобрений. Доза N₆₀ аммиачной селитры с добав-

кой фосфогипса давала прибавку на 0,3 т/га меньше, относительно дозы N_{30} этого же удобрения.

Карбамид (амидная форма) обеспечила прибавку относительно фона 0,66 т/га, аммиачной селитры с добавкой фосфогипса – от 0,07 до 0,28 т/га, но значительно уступила по продуктивности подкормкам аммиачной и известково-аммиачной селитры (аммонийно-нитратные формы) от 0,16 до 0,56 т/га зерна. Изучаемые формы азотных удобрений, при подкормке озимого ячменя достоверно увеличили наиболее важные показатели качества зерна (табл. 4).

Содержание белка в зерне в среднем за три года достоверно увеличилось по отношению к фону в зависимости от формы удобрений различие составило 0,6-1,6%. Самое высокое содержание белка в зерне озимого ячменя было при подкормках амми-

ачной селитрой N_{60} и N_{30} , а также известково-аммиачной селитрой в дозе N_{60} и составило соответственно 13,9, 13,7 и 13,8%. Содержание жира, золы и крахмала изучаемые формы азотных удобрений относительно контроля повышали на 0,22-0,42%, 0,26-0,39 и 2,4-5,2% соответственно. Как лучшие стоит выделить варианты подкормок Фон + N_{aa} , которые существенно превышали и контроль, и варианты с азотными удобрениями в таких же дозах.

Таким образом, на черноземе обыкновенном малогумусном глинистом средне обеспеченным элементами питания в ранневесеннюю подкормку озимого ячменя целесообразно применение аммиачной и известково-аммиачной селитры в дозах N_{30} и N_{60} кг/га д.в., поскольку они способствуют повышению урожайности зерна на 1,40-1,82 т/га.

Литература

1. Агеев В.В., Подколзин А.И. Агрехимия – южно-российский аспект. – Ставрополь: Ставропольский ГАУ, 2006. – 497 с.
2. Коростылев С.А. Содержание и дифференциация обменного калия в черноземе выщелоченном в зависимости от систем удобрений и обработки почв // Плодородие, 2007, № 3. – С. 55-56.
3. Агеев В.В., Есаулко А.Н., Подколзин А.И., Гречишкина Ю.И., Лобанкова О.Ю., Радченко В.И. Особенности питания и удобрения сельскохозяйственных культур на Юге России: учебное пособие. – Ставрополь, 2008. – 151 с.
4. Коростелев М.Н., Есаулко А.Н. Оптимизация азотного питания озимого ячменя в зоне неустойчивого увлажнения // Агрехимический вестник, 2009, № 2. – С. 26-27.
5. Есаулко А.Н., Коростелев М.Н. Продуктивность озимого ячменя и агрохимические показатели чернозема при внесении азотных удобрений // Плодородие, 2009, № 3. – С. 3-4.
6. Есаулко А.Н., Коростелев М.Н., Филинов А.А. Влияние погодных условий на эффективность подкормки озимого ячменя различными формами минеральных удобрений / Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Южного Федерального Округа: сборник научных трудов по материалам 73-й научно-практической конференции (г. Ставрополь, 8-20 апреля 2009 г.). – Ставрополь: Агрус, 2009. – С. 64-66.
7. Есаулко А.Н., Агеев В.В., Лобанкова О.Ю., Горбатко Л.С., Коростылев С.А., Сигида М.С., Голосной Е.В., Радченко В.И., Беловолова А.А., Воскобойников А.В., Громова Н.В., Гречишкина Ю.И., Айсанов Т.С., Устименко Е.А., Фурсова А.Ю., Седых Е.А., Гринько А.П., Галда Д.Е. Биологизация систем удобрений – как путь совершенствования систем земледелия / Научно-обоснованные системы земледелия: теория и практика: материалы Научно-практической конференции, приуроченной к 80-летию юбилею В.М. Пенчукова. – Ставрополь: Параграф, 2013. – С. 87-89.
8. Агеев В.В., Мамаев С.А., Лобанкова О.Ю., Айсанов Т.С., Гречишкина Ю.И., Горбатко Л.С., Беловолова А.А. Влияние вертикальной зональности, времени, антропогенной деятельности на динамику морфологических признаков и морфометрических параметров черноземов. Морфология черноземов современная // Современные проблемы науки и образования, 2014, № 6. – С. 1646.
9. Агеев В.В., Есаулко А.Н., Лобанкова О.Ю., Радченко В.И., Горбатко Л.С., Гречишкина Ю.И., Коростылев С.А., Сигида М.С., Фурсова А.Ю., Устименко Е.А., Воскобойников А.В., Громова Н.В., Голосной Е.В., Беловолова А.А. Основы программирования урожаев сельскохозяйственных культур: уч. пособие. – Ставрополь: Агрус, 2014. – 200 с.
10. Гречишкина Ю.И., Есаулко А.Н., Сигида М.С., Горбатко Л.С., Агеев В.В., Лобанкова О.Ю., Беловолова А.А., Коростылев С.А., Фурсова А.Ю. Изменение кислотности чернозема выщелоченного при систематическом применении удобрений / Эволюция и деградация почвенного покрова: Сборник научных статей по материалам IV Международной научной конференции (Ставрополь, 13-15 октября 2015 г.). – Ставрополь: Агрус, 2015. – С. 218-220.
11. Фаизова В.И., Цховребов В.С., Никифорова А.М., Новиков А.А., Марьян А.Н. Влияние сельскохозяйственного использования черноземов Центрального Предкавказья на численность и разнообразие микромицетов // Агрехимический вестник, 2017, № 4. – С. 38-42.
12. Никифорова А.М., Цховребов В.С., Фаизова В.И., Безгина Ю.А., Плотникова Е.А. Сезонная динамика численности аэробных азотфиксаторов в черноземе обыкновенном карбонатном в результате сельскохозяйственного использования / Эволюция и деградация почвенного покрова: сборник научных статей по материалам V Международной научной конференции (Ставрополь, 19-22 сентября 2017 г.). – Ставрополь: ООО «СЕКВОЙЯ», 2017. – С. 347-348.
13. Шеуджен А.Х., Нецадим Н.Н., Онищенко Л.М. Система удобрения. Агрехимическая характеристика почв и климатические условия Северного Кавказа: учеб. пособие для вузов; под ред. А.Х. Шеуджена. – Краснодар, 2009. – 206 с.
14. Дорожка Г.Р., Власова О.И., Цховребов В.С. Развитие земледелия Ставрополья / Эволюция и деградация почвенного покрова: сборник научных статей по материалам V Международной научной конференции (Ставрополь, 19-22 сентября 2017 г.). – Ставрополь: ООО «СЕКВОЙЯ», 2017. – С. 249-251.

ИЗУЧЕНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ СОРТОВ ЧЕЧЕВИЦЫ В УСЛОВИЯХ СТАВРОПОЛЬСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

А.Н. Есаулко, д.с.-х.н., Д.Е. Галда

Ставропольский государственный аграрный университет, e-mail: 9399992g@mail.ru

Представлены результаты исследований минерального питания сортов чечевицы в условиях Ставропольской возвышенности. Установлено, что достоверную прибавку (0,46-0,68 т/га) урожайности сортов чечевицы относительно контроля и рекомендованной дозы P₄₀K₃₀ обеспечила расчетная доза минеральных удобрений N₂₅P₄₅K₁₈. Максимальную урожайность чечевицы (2,17 т/га) обеспечил сорт Веховская, что выше показателя сорта Канадская на 0,43 т/га. Установлены зависимости урожайности чечевицы от послойного содержания нитратного и аммонийного азота, подвижного фосфора и обменного калия в слое 0-30 см чернозема выщелоченного в течение вегетации культуры.

Ключевые слова: чечевица, сорта, минеральные удобрения, урожайность, элементы питания.

RESEARCH OF MINERAL NUTRITION LENTILS VARIETIES IN CONDITIONS OF THE STAVROPOL UPLAND

Dr.Sci. A.N. Esaulko, D.E. Galda

Stavropol State Agrarian University. e-mail: 9399992g@mail.ru

The results of studies on the mineral nutrition of lentil varieties in the conditions of the Stavropol upland are presented. It is established that a reliable increase (0.46-0.68 t/ha) of yield of lentil as compared with the control and recommended dose P₄₀K₃₀ provided a calculated dose of mineral fertilizers N₂₅P₄₅K₁₈. The maximum yield of lentil (2.17 t/ha) provided a variety Wehowsky, significantly higher than the Canadian varieties by 0.43 t/ha. The dependences of lentil yield on the layer content of nitrate and ammonium nitrogen, mobile phosphorus and exchangeable potassium in the 0-30 cm layer of leached Chernozem during the growing season of the crop were established.

Keywords: lentil, variety, mineral fertilizers, yield, nutrient elements.

Чечевица – это ценная зернобобовая культура. В настоящее время чечевицу используют довольно широко в пищевой промышленности. Так же используют чечевичную крупу и муку для продовольственных целей [1-3].

В общемировом производстве продуктов питания отмечен значительный дефицит белка. Данную проблему, возможно решить за счет выращивания зернобобовых культур. Зернобобовые культуры и производимые из них продукты имеют высокое содержание белка, что и делает их незаменимым источником. Благодаря высокому проценту содержания белка, витаминов, аминокислот и микроэлементов, а так же отличным вкусовым качествам чечевица среди бобовых культур занимает лидирующие позиции. Чечевица способна усваивать атмосферный азот, что делает ее хорошим предшественником для озимых зерновых культур. Биологическая фиксация азота является одним из важнейших процессов трансформации азота в природе, но вклад чечевицы довольно мал, так как посевная площадь очень мала [4-8].

Одной из перспективных бобовых культур является чечевица. Высокое содержание белка, витаминов, аминокислот и микроэлементов, а так же отличные вкусовые качества чечевица среди бобовых культур занимает лидирующую позицию. Культура требовательна к содержанию в почве макро и микроэлементов, недостаток которых необходимо компенсировать. Чечевица отзывчива на внесение минеральных удобрений и хорошо использует последствие их внесения под ее предшественников. Внесение минеральных удобрений под чечевицу в условиях Ставропольской возвышенности слабо изучено [6-10].

Цель исследований – изучение и оптимизация минерального питания сортов чечевицы в условиях Ставропольской возвышенности.

Объекты и методы. Исследования проводились в 2014-2016 гг. на территории опытной станции Ставропольского ГАУ. Почва опытного участка представлена черноземом выщелоченным, мощным, малогумусным тяжелосуглинистым, со средней обеспеченностью гумусом (5,1-5,4%), а так же

средней обеспеченностью основными макроэлементами: нитратный азот ($N-NO_3$) – 16-30 мг/кг, подвижный фосфор (P_2O_5) – 20-25 мг/кг и обменный калий (K_2O) – 220-270 мг/кг. Реакция почвенного раствора в пахотном слое нейтральная, pH колеблется в пределах 6,1-6,5. Землепользование опытной станции по условиям влагообеспеченности относится к третьему агроклиматическому району.

Объектом исследований являлись сорта чечевицы (Веховская и Канадская), а предметом исследований выступили рекомендованная ($P_{40}K_{30}$) по В.Г. Минееву [9] и расчетная ($N_{25}P_{45}K_{18}$) на планируемую урожайность в 2,0 т/га по методикам В.В. Агеева и А.Н. Есаулко [10] дозы удобрений изучаемые на фоне контроля (без удобрений). Повторность опыта четырехкратная, площадь делянки 45 м², размещение двухъярусное. Основные наблюдения и учеты проводились по общепринятым методикам.

Результаты. На примере сорта Веховская приведены данные по изменению содержания макроэлементов в 0-30 см слое почвы в течение вегетационного периода растений чечевицы.

На основании математической обработки полученных средних данных по опыту установлено, что минеральные удобрения не достоверно снижали содержание аммонийного азота в почве. При увеличении глубины отбора почвенных образцов наблюдается существенное снижение концентрации NH_4 в почве. Так, в слое 0-10 см среднее содержание аммонийного азота составило 35,7 мг/кг, в слое 10-20 см оно снизилось на 5,2 мг/кг, а в слое 20-30 см снизилось на 6,7 мг/кг в сравнении с предыдущим (табл. 1).

Снижение содержания аммонийного азота в зависимости от глубины отбора почвенных образцов обусловлено рядом факторов: агрохимическими характеристиками почвы, условиями увлажнения. На протяжении всего периода вегетации растений чечевицы наблюдалось достоверное снижение содержания аммонийного азота в почве: так в пери-

од от фазы всходов до ветвления снижение составило 5,5 мг/кг, от фазы ветвления до цветения – 4,8 мг/кг, от фазы цветения до полной спелости – 7,9 мг/кг почвы.

Корреляционно-регрессионный анализ содержания аммонийного азота в почве позволил установить зависимость, выражающуюся уравнением:

$$y = 2,567 + 0,157x_1 - 0,061x_5 - 0,125x_6 - 0,020x_7,$$

где: y – урожайность чечевицы (т/га), x_1 – содержание аммонийного азота (мг/кг) в слое почвы 0-10 см в фазе всходов, x_5 – содержание аммонийного азота (мг/кг) в слое почвы 10-20 см в фазе ветвления, x_6 – содержание аммонийного азота (мг/кг) в слое почвы 20-30 см в фазе ветвления, x_7 – содержание аммонийного азота (мг/кг) в слое почвы 0-10 см в фазе цветения. Приведенное уравнение позволило установить тесную зависимость урожайности от содержания элемента в слое почвы 0-10 см в фазе всходов, в слое почвы 10-20 см в фазе ветвления и в слое почвы 0-10 см в фазе цветения, что свидетельствует о преимущественном поглощении аммонийного азота растениями чечевицы.

В среднем по опыту содержание нитратного азота достоверно снижалось с увеличением глубины слоя отбора почвенных образцов. Так, содержание NO_3 в слое 0-10 см достигло максимальных значений 22,66 мг/кг, в слое 10-20 см содержание было ниже на 2,64 мг/кг, а в слое 20-30 см – на 2,98 мг/кг почвы в сравнении с предыдущим. В течение вегетации чечевицы сорта Веховская содержание нитратного азота в слое почвы 0-30 см достоверно снижалось от фазы к фазе. Максимальное снижение NO_3 отмечено в период всходы-ветвление которое составило 4,36 мг/кг, и цветение-полная спелость – 4,03 мг/кг почвы соответственно, что обусловлено особенностью питания растений чечевицы. Применение азотных удобрений на вариантах с расчетной дозой привело к повышению содержания NO_3 в слое почвы 0-10 см до максимального значения по опыту и составило 32,1 мг/кг (табл. 2).

1. Влияние минеральных удобрений на динамику содержания аммонийного азота в слое почвы 0-30 см (среднее за 2014-2016 гг.), мг/кг

Удобрения, А	Слой почвы, см, В	Фаза развития, С				А, НСР ₀₅ = 1,1	В, НСР ₀₅ = 0,6
		всходы	ветвление	цветение	полная спелость		
Контроль	0-10	45,0	38,4	35,4	22,1	30,5	35,7
	10-20	40,4	34,7	30,6	22,1		30,5
	20-30	30,2	25,9	23,8	17,8		23,8
$P_{40}K_{30}$	0-10	45,6	41,4	34,0	23,3	29,5	
	10-20	38,2	31,1	27,6	20,2		
	20-30	30,3	25,9	20,5	16,4		
$N_{25}P_{45}K_{18}$	0-10	47,9	41,1	31,5	23,0	30,0	
	10-20	38,6	32,5	29,2	21,1		
	20-30	30,5	26,3	21,0	16,9		
С, НСР ₀₅ = 1		38,5	33,0	28,2	20,3	НСР ₀₅ = 2,6	

2. Влияние минеральных удобрений на динамику содержания нитратного азота в слое почвы 0-30 см (среднее за 2014-2016 гг.), мг/кг

Удобрения, А	Слой почвы, см, В	Фаза развития, С				А, НСР ₀₅ = 1,00	В, НСР ₀₅ = 0,61
		всходы	ветвление	цветение	полная спелость		
Контроль	0-10	25,4	22,1	20,9	15,1	18,51	22,66
	10-20	23,7	18,9	17,7	13,7		20,02
	20-30	19,2	16,4	15,8	13,1		17,04
Р ₄₀ К ₃₀	0-10	27,6	22,9	21,8	16,3	19,46	
	10-20	25,2	19,2	18,7	15,8		
	20-30	17,7	17,0	17,1	14,1		
N ₂₅ P ₄₅ K ₁₈	0-10	32,1	25,4	24,3	17,8	21,74	
	10-20	29,4	21,4	20,2	16,3		
	20-30	21,8	19,4	17,3	15,5		
С, НСР ₀₅ = 0,56		24,68	20,32	19,33	15,30	НСР ₀₅ = 2,35	

3. Влияние минеральных удобрений на динамику содержания подвижного фосфора (среднее за 2014-2016 гг.), мг/кг

Удобрения, А	Слой почвы, см, В	Фаза развития, С				А, НСР ₀₅ = 0,6	В, НСР ₀₅ = 0,6
		всходы	ветвление	цветение	полная спелость		
Контроль	0-10	27,8	26,0	24,4	24,1	21,0	27,7
	10-20	25,3	21,6	19,9	19,3		22,2
	20-30	18,0	16,7	14,7	14,5		16,2
Р ₄₀ К ₃₀	0-10	32,1	28,7	26,9	25,9	22,5	
	10-20	26,7	22,7	21,1	20,4		
	20-30	18,2	18,0	14,7	14,6		
N ₂₅ P ₄₅ K ₁₈	0-10	32,6	29,1	27,9	26,6	22,6	
	10-20	26,1	23,2	20,4	20,1		
	20-30	17,9	17,6	15,0	14,5		
С, НСР ₀₅ = 0,8		25,0	22,6	20,6	20,0	НСР ₀₅ = 2,1	

Зависимость урожайности от послойного содержания нитратного азота в почве выражается уравнением:

$$y = 0,735 + 0,293x_4 - 0,350x_5 + 1,068x_6 - 0,151x_8,$$

где: y – урожайность чечевицы (т/га), x_4 – содержание нитратного азота (мг/кг) в слое почвы 0-10 см в фазе ветвления, x_5 – содержание нитратного азота (мг/кг) в слое почвы 10-20 см в фазе ветвления, x_6 – содержание нитратного азота (мг/кг) в слое почвы 20-30 см в фазе ветвления, x_8 – содержание нитратного азота (мг/кг) в слое почвы 10-20 см в фазе цветения.

Корреляционная связь $r = 0,95$ показывает достоверную зависимость урожайности культуры от содержания нитратного азота во всех слоях почвы в фазе ветвления и в слое почвы 10-20 см в фазе цветения.

Изучаемые дозы минеральных удобрений увеличивали концентрацию подвижного фосфора в слое почвы 0-30 см на протяжении всей вегетации, но определенный интерес вызывает динамика элемента по слоям почвы 0-10, 10-20, 20-30 см (табл. 3).

Дисперсионный анализ данных показал, что концентрация доступного фосфора в почве относительно слоя 0-10 см существенно снижалась, и разница составила для слоя 10-20 см 5,5 мг/кг почвы, а для слоя почвы 20-30 см – 11,5 мг/кг почвы, что позволяет сделать вывод о достоверном снижении

P₂O₅ с увеличением глубины отбора почвенных образцов. Существенно снижение содержания доступного фосфора отмечалось до фазы цветения, и разница с первоначальным показателем составила 5 мг/кг почвы.

Зависимость урожайности от послойного содержания подвижных форм фосфора выражается уравнением:

$$y = 0,058x_1 - 0,069x_2 + 0,016x_4 + 0,026x_5 + 0,014x_6 - 2,431,$$

где: y – урожайность чечевицы (т/га), x_1 – содержание фосфора (мг/кг) в слое почвы 0-10 см в фазе всходов, x_2 – содержание фосфора (мг/кг) в слое почвы 10-20 см в фазе всходов, x_4 – содержание фосфора (мг/кг) в слое почвы 0-10 см в фазе ветвления, x_5 – содержание фосфора (мг/кг) в слое почвы 10-20 см в фазе ветвления, x_6 – содержание фосфора (мг/кг) в слое почвы 20-30 см в фазе ветвления.

Данное уравнение имеет высокую корреляционную зависимость ($r = 0,93$) и показывает, что содержание фосфора в начале вегетации чечевицы оказывает определяющее влияние на урожайность культуры.

Статистическая обработка данных приведенная в таблице 4, позволила установить положительное влияние рекомендованной дозы минеральных удобрений на содержание обменного калия в почве.

4. Влияние минеральных удобрений на динамику содержания обменного калия почвы (среднее за 2014-2016 гг.), мг/кг

Удобрения, А	Слой почвы, см, В	Фаза развития, С				А, НСР ₀₅ = 5,4	В, НСР ₀₅ = 8,2
		всходы	ветвление	цветение	полная спелость		
Контроль	0-10	290	250	241	257	242	265
	10-20	273	228	229	234		243
	20-30	251	215	211	219		224
Р ₄₀ К ₃₀	0-10	305	259	251	261	248	
	10-20	290	236	228	228		
	20-30	270	219	214	213		
N ₂₅ P ₄₅ K ₁₈	0-10	294	263	253	257	243	
	10-20	276	231	234	232		
	20-30	250	206	209	208		
С, НСР ₀₅ = 10,4		278	234	230	234	НСР ₀₅ = 24,4	

5. Влияние минеральных удобрения на формирование параметров структуры урожая сортов чечевицы (среднее за 2014-2016 гг.)

Сорта	Вариант опыта	Количество растений, шт/м ²	Высота растений, см	Высота прикрепления нижнего боба, см	Количество бобов на 1 растении	Количество зерен в бобе, шт	Масса зерен с 1 растения, г	Масса 1000 зерен, г
Веховская	Контроль	95	48	12	19,8	1,2	1,6	65,1
	Р ₄₀ К ₃₀	98	49	13	23,8	1,3	2,1	67,2
	N ₂₅ P ₄₅ K ₁₈	103	51	14	21,7	1,5	2,2	69,4
Канадская	Контроль	73	47	10	37,2	1,6	1,6	26,8
	Р ₄₀ К ₃₀	84	48	11	37,9	1,7	1,9	29,0
	N ₂₅ P ₄₅ K ₁₈	80	50	12	42,4	1,9	2,3	28,8
НСР ₀₅		5,2	3,4	1,5	2,0	0,25	0,24	2,6

Среднее содержание подвижного калия по всем вариантам опыта снижалось с увеличением глубины отбора почвенных образцов. В среднем по опыту отмечено достоверное снижение в слое 10-20 на 8%, 20-30 на 15% в сравнении с 10 см слоем, что обусловлено аккумуляцией большего количества растительных остатков и внесением минеральных удобрений в верхний слой почвы.

Урожайности культуры имеет весьма высокую корреляционную зависимость от послонного содержания обменного калия растениями чечевицы и выражается уравнением:

$$y = 0,036x_5 - 0,011x_2 + 0,007x_8 + 0,021x_{10} - 2,842,$$

где: y – урожайность чечевицы (т/га), x_2 – содержание калия (мг/кг) в слое почвы 10-20 см в фазе всходов, x_5 – содержание калия (мг/кг) в слое почвы 10-20 см в фазе ветвления, x_8 – содержание калия (мг/кг) в слое почвы 10-20 см в фазе цветения, x_{10} – содержание калия (мг/кг) в слое почвы 0-10 см в фазе полной спелости.

Данное уравнение показывает достоверное влияние на урожайность культуры показателей содержания калия в 10-20 см слое почвы в фазы всходов, ветвления и цветения, а так же в 0-10 слое почвы в фазу полной спелости.

Независимо от фона питания показатели структуры урожая у сорта Веховская значительно превышали аналогичные показатели сорта Канадская, за исключением количества бобов на одном растении и количества семян в бобе (табл. 5).

Количество растений, сохранившихся к уборке у сорта Веховская, было выше по сравнению с сортом Канадская и разница составила: контроль – 21, Р₄₀К₃₀ – 14, N₂₅P₄₅K₁₈ – 23 шт/м². По сравнению с контролем внесение минеральных удобрений увеличивало: густоту стояния на 3-11 шт/м², высоту растений на 1-3 см.

Зерна чечевицы сорта Веховская по сравнению с сортом Канадская крупнее, данный показатель имел существенную разницу, которая составляла: на контроле – 38,3 г, на рекомендованной дозе – 38,2 г, на расчетной дозе – 40,5 г. Минеральные удобрения оказали существенное влияние на прибавку массы 1000 семян. Так, прибавка у сорта Веховская составила 2,03-4,23 г, у сорта Канадская 2,00-2,13 г.

На основе результатов корреляционно-регрессионного анализа нами установлена весьма высокая зависимость биологической урожайности чечевицы от показателей структуры урожайности: высота растений, масса 1000 зерен, количество бобов на одном растении, количество растений на квадратный метр, выражающаяся уравнением:

$$y = 0,18x_1 + 0,06x_2 - 0,31x_4 + 0,14x_7 - 2,92,$$

где: y – биологическая урожайность чечевицы (ц/га), x_1 – количество растений шт/м², x_2 – высота растений, x_3 – высота прикрепления нижнего боба, x_4 – количество бобов на 1 растении, x_5 – количество зерен в бобе, x_6 – масса зерен с 1 растения, x_7 – масса 1000 семян.

6. Влияние минеральных удобрений на урожайность сортов чечевицы, 2014-2016 гг., т/га

Сорта, А	Доза удобрений, В			А, НСР ₀₅ = 0,08
	Контроль	Р ₄₀ К ₃₀	Н ₂₅ Р ₄₅ К ₁₈	
Веховская	1,43	1,98	2,17	1,86
Канадская	1,12	1,50	1,74	1,45
В, НСР ₀₅ = 0,10	1,28	1,74	1,96	НСР ₀₅ = 0,17

Исследования показали, что урожайность сорта Канадская достоверно ниже по сравнению с сортом Веховская и разница в среднем по опыту составляет 0,41 т/га (табл. 6).

Отмечено достоверное повышение урожайности культуры в связи с внесением минеральных удобрений. Так, прибавка урожайности по сравнению с контролем составила 0,46-0,68 т/га для рекомендованной и расчетной дозы удобрений соответственно. Урожайность сорта Веховская была достоверно выше Канадской на всех изучаемых вариантах и разница составила на варианте без удобрений – 0,31 т/га, на рекомендованной дозе – 0,48 т/га, на расчетной – 0,43 т/га. Стоит отметить, что сорт Канадская не достиг планируемой урожайности в 20 ц/га. Урожайность сорта чечевицы Веховская превысила планируемую урожайность на расчетной дозе минеральных удобрений.

Таким образом, минеральные удобрения оказали существенное влияние на содержание макроэлементов в почве. Внесение минеральных удобрений по сравнению с контролем повышало

содержание аммонийного и нитратного азота, подвижного фосфора и обменного калия в почве. С увеличением глубины отбора почвенных образцов снижалось содержание изучаемых элементов питания. В процессе вегетации растений чечевицы наблюдалось неуклонное снижение содержания питательных элементов в почве. Корреляционно-регрессионный анализ структуры урожая сортов чечевицы показал, что определяющими показателями, влияющими на биологическую урожайность, являются: высота растений, масса 1000 зерен, количество бобов на одном растении, количество растений на 1 м².

Установлено, что урожайность сорта Веховская значительно выше по сравнению с сортом Канадская на всех вариантах, в среднем по опыту разница составила 0,41 т/га. Внесение изучаемых доз минеральных удобрений значительно повышало урожайность сортов чечевицы. Максимальную прибавку урожая для обоих сортов обеспечила расчетная доза минеральных удобрений.

Литература

1. Лавренко С.О., Лавренко Н.Н., Максимов М.В. Эффективность использования элементов питания из почвы растениями чечевицы в различных условиях увлажнения // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия, 2017, № 4(68). – С. 147-152.
2. Ханиева И.М., Бозиев А.Л., Канукова К.Р. Подбор перспективных высокоурожайных сортов для получения высоких и стабильных урожаев чечевицы на выщелоченных черноземах предгорной зоны Кабардино-Балкарской Республики / Modern european science – 2014: Materials of the XI International scientific and practical conference, 2014. – С. 57-58.
3. Масынов К.М., Кипшакбаева А.А., Аринов Б.К., Утельбаев Е.А., Базарбаев Б.Б. Особенности технологии возделывания чечевицы в условиях северного Казахстана // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2017, № 9(155). – С. 14-18.
4. Сигида М.С., Голосной Е.В., Саленко Е.А., Шейкина В.А. Пути повышения плодородия и экологизации производства сельскохозяйственной продукции в условиях чернозема выщелоченного Ставропольской возвышенности // Harvard Journal of Fundamental and Applied Studies, 2015, № 1 (7). – С. 146-156.
5. Есаулко А.Н., Галда Д.Е. Влияние минеральных удобрений на агрохимические показатели чернозема и продуктивность чечевицы в условиях Ставропольского края // Плодородие, 2016, № 6(93). – С. 21-23.
6. Галда Д.Е., Есаулко А.Н. Урожайность и качество зерна сортов чечевицы в зависимости от определения норм минеральных удобрений на черноземе выщелоченном // Вестник АПК Ставрополя, 2017, № 4 (28). – С. 92-97.
7. Завалин А.А., Благовещенская Г.Г., Шмырева Н.Я., Чернова Л.С., Соколов О.А., Алферов А.А., Самойлов Л.Н. Современное состояние проблемы азота в мировом земледелии // Агрохимия, 2015, № 5. – С. 83-95.
8. Завалин А.А., Благовещенская Г.Г. Вклад биологического азота бобовых культур в азотный баланс земледелия России // Агрохимия, 2012, № 6. – С. 32-37.
9. Минеев В.Г. Агрохимия. – М.: Изд-во МГУ, Изд-во «КолосС», 2004. – 720 с.
10. Агеев В.В. и др. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур: учебное пособие. – Ставрополь: СтГАУ, 2008. – 168 с.

ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУЛЬТУР НА ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ

В.М. Передериева, к.с.-х.н., **О.И. Власова**, д.с.-х.н., **Г.Р. Дорошко**, д.с.-х.н.,
Л.Н. Петрова, д.с.-х.н., **И.А. Вольгерс**, к.с.-х.н.

Ставропольский государственный аграрный университет, e-mail: perederieva@yandex.ru

Представлены результаты влияния традиционной технологии возделывания культур и технологии прямого посева без обработки почвы на массу растительных остатков и их распределение в слое 0-30 см. Установлено, что в верхнем слое почвы при прямом посеве в зависимости от культуры перед севом находится от 59,6 до 71,8% корневых и пожнивных остатков. Возделывание озимой пшеницы после озимого рапса способствует более интенсивной убыли растительных остатков в верхнем 0-10 см слое почвы за вегетационный период. К полной спелости их масса составляет 22,0%. При возделывании озимого рапса и кукурузы на зерно по колосовым предшественникам в верхнем слое почвы остается соответственно 34,2 и 34,1% растительных остатков. По традиционной технологии в верхнем 0-10 см слое почвы от сева до полной спелости кукурузы убыль биомассы составляет 90,9%, при прямом посеве – 66,0%. В подпахотном слое почвы 20-30 см растительных остатков сохраняется до 42,3%, а при прямом посеве – до 72,2% от первоначальной массы. Возделывание культур по традиционным технологиям с применением рекомендованных для почвенно-климатической зоны приемов способствует ускорению минерализации растительных остатков и обогащению элементами питания почвенного слоя 0-30 см. Прямой посев сдерживает процесс разложения органического вещества.

Ключевые слова: технология возделывания, растительные остатки сельскохозяйственных культур, чернозем обыкновенный.

DYNAMICS OF PLANT RESIDUES DEPENDING ON TECHNOLOGY OF CROPS CULTIVATION ON ORDINARY CHERNOZEM

Ph.D. V.M. Perederieva, Dr.Sci. O.I. Vlasova, Dr.Sci. G.R. Dorozhko,
Dr.Sci. L.N. Petrova, Ph.D. I.A. Wolthers

Stavropol State Agrarian University, e-mail: perederieva@yandex.ru

The results of the influence of traditional crop cultivation technology and direct seeding technology without tillage on the mass of plant residues, their dynamics during vegetation and distribution in the 0-30 cm layer are shown. It is established that in the upper soil layer, in direct sowing, depending on the culture, before Seed is from 59.6 to 71.8% of root and stubble residues. The cultivation of winter wheat after winter rapeseed promotes a more intensive loss of plant residues in the upper 0-10 cm soil layer during the vegetative period. To full ripeness, their mass is 22.0%. In the cultivation of winter rapeseed and maize for grain by the scrap precursors, 34.2 and 34.1% of plant remains remain in the upper soil layer during this time. Traditional cultivation technology leads to more active decomposition of plant residues. In the upper 0-10 cm layer of soil from sowing to full ripeness of maize, according to traditional technology, biomass decreases by 90.9%, and in direct seeding by 66.0%. In the subsoil layer of the soil, 20-30 cm is preserved up to 42.3% of plant residues, and in direct sowing up to 72.2% of the original mass. Cultivation of crops using traditional technologies with the application of recommended solutions for the soil and climatic zone promotes the acceleration of mineralization of plant residues and the enrichment of the soil layer by 0-30 cm. Direct seeding is hampered by the decomposition of organic matter.

Keywords: cultivation technology, plant residues of agricultural crops, ordinary chernozem.

Закон возврата, как один из основополагающих законов земледелия не реализуется в должной мере. Систематическое отчуждение органической массы с урожаем без необходимого возврата в почву,

применение интенсивной отвальной обработки почвы, несоблюдение севооборотов приводят к потере плодородия почв [1]. В почвах Ставропольского края за 70-100 лет сельскохозяйственного ис-

пользования содержание органического вещества снизилось в среднем на 1,5-2,0% [2, 3].

В связи с тем, что животноводческая отрасль на Ставрополье утратила свои масштабы и как следствие снизилась доля вносимого на поля навоза, и значительно сократились посевы многолетних трав, основным источником органического вещества служат растительные остатки, которые поступают в почву после уборки культур. Заделка в почву соломы и стерни, оставшихся на поле после уборки товарной части урожая, повышает структурно-агрегатный состав, микробиологическую активность почвы, способствует увеличению количества водопрочных агрегатов [4-6].

Различные технологии возделывания культур, отличающиеся приемами основной обработки почвы, определяют количество и характер распределения растительных остатков. Отвальная вспашка с оборотом пласта позволяет переместить их на дно борозды, условия в котором не способствуют активной минерализации, а, следовательно, способствуют сохранению органического вещества в почве. При безотвальной обработке почвы на поверхности остается от 75 до 85% стерневых остатков, которые выполняет почвозащитную роль против водной эрозии и дефляции [7]. В настоящее время широко внедряют прямой посев культур, исключая обработку почвы, особенно это актуально в условиях недостатка влаги. Растительные остатки, остающиеся на поверхности, образуют мульчирующий слой, который способствует сохранению влаги, защите почвы от водной эрозии и дефляции, стабилизации или увеличению содержания гумуса в верхнем слое почвы, снижению темпов минерализации [8].

Цель исследования – дать сравнительную оценку влияния прямого посева и традиционной технологии возделывания сельскохозяйственных культур на динамику массы растительных остатков и их распределение в слое 0-30 см, а также на интенсивность минерализации и поступление питательных веществ в почву.

Объекты и методы исследования. Сравнительную оценку традиционной технологии и прямого посева сельскохозяйственных культур проводили в 2014-2016 гг. в производственных условиях с выделением контрольных полос в хозяйстве, расположенном в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края. Климат характеризуется как континентальный с умеренным увлажнением (ГТК 0,9-1,1). Средняя многолетняя сумма осадков со-

ставляет 506 мм. Лимитирующим фактором при возделывании сельскохозяйственных культур служит влага. В годы исследований метеорологические условия были характерными для зоны неустойчивого увлажнения. Более благоприятные условия по влагообеспеченности были в 2016 г., когда осадков выпало на 67 мм больше средних многолетних значений. В 2014 и 2015 г. наблюдался дефицит осадков, их сумма была на 77 и 114 мм ниже нормы.

Почва представлена черноземом обыкновенным и типична для зоны неустойчивого увлажнения. Содержание гумуса в пахотном слое составляет 3,3%, P₂O₅ – 22 мг/кг, K₂O – 255 мг/кг. Реакция почвенного раствора щелочная (рН_{KCl} 8,0).

Объектом исследований были: озимый рапс по предшественнику озимой пшенице; озимая пшеница после озимого рапса и кукуруза на зерно по озимому ячменю.

В качестве основной обработки почвы под озимый рапс и озимую пшеницу применяли обработку комбинированным почвообрабатывающим агрегатом АКМ-6,3 на глубину 14-16 см. После озимого ячменя под кукурузу на зерно проводили вспашку плугом ПН-4-35 на 20-22 см. Прямой посев проводили в необработанную почву сеялкой GIMETAL. Солому во время уборки предшественников измельчали и разбрасывали по полю с последующей заделкой при основной обработке почвы, а при прямом посеве она оставалась на поверхности.

Массу растительных остатков, включая стерню, солому и корни, определяли в динамике в течение вегетации культур весовым методом [9]. Для этого почвенным буром в 12 местах каждого поля отбирали почву на глубину 0-30 см, по слоям через каждые 10 см. При отборе образцов для анализа верхний слой почвы не очищали от растительных остатков, а учитывали их суммарно со слоем 0-10 см. Отобранные образцы переносили на сито с диаметром 1 мм, отмывали от почвы, высушивали до воздушно-сухого состояния и взвешивали.

Растительные остатки изучаемых предшествующих культур различаются по химическому составу, что оказывает влияние на скорость их минерализации (табл. 1).

Результаты. Полевые культуры развивают различную по массе и глубине проникновения корневую систему и различную надземную массу. В пределах одного вида эти параметры могут изменяться в зависимости от способов возделывания [11]. Особенность технология прямого посева заключается в

1. Химический состав растительных остатков сельскохозяйственных культур [10]

Культура	Зола, %	Ca, г/кг	P ₂ O ₅ , г/кг	K, %	N, %	C, %	C : N
Озимая пшеница	7,12	3,27	0,76	0,99	0,55	42,9	78
Озимый рапс	6,04	3,53	0,94	1,02	0,45	40,5	90
Озимый ячмень	6,20	4,54	0,94	0,95	0,56	42,4	76

том, что растительные остатки остаются на поверхности почвы. Сравнительная оценка традиционной технологии возделывания озимого рапса и прямого посева свидетельствует, что к севу культуры основная масса растительных остатков сосредоточена в верхнем слое почвы и на поверхности. При возделывании озимого рапса по озимой пшенице по традиционной технологии вспашку не проводили, а обрабатывали почву на мелкую глубину безотвальным способом. В связи с этим почти половина (49,1%) от общего количества растительных остатков находится в слое 0-10 см и на поверхности (табл. 2).

При использовании технологии прямого посева надземная часть растительных остатков остается на поверхности, а в почву попадают корни или стерня, перемещенные в результате деятельности роющих животных и другой почвенной фауны, а также в нарезанные щели при посеве. В слое 0-10 см, включая остатки на поверхности, сосредоточено 70,4% растительной массы, которая создает слой мульчи, определяющий особенность прямого посева [12]. С продвижением вниз по исследуемому слою количество негумифицированных растительных остатков убывает. На глубине 10-20 см при традиционной технологии этот показатель составляет 30,6%, а при прямом посеве всего 18,7% от общей массы. При использовании прямого посева происходит существенное обеднение подпахотного горизонта органическим веществом в виде неразложившихся растительных остатков.

Традиционная технология за счет перемешивания растительных остатков с почвой в процессе ее механической обработки, повышения аэрации и как следствие биологической активности микрофлоры способствует ускорению минерализации растительных остатков [7]. К периоду стеблевания их количество в слое 0-30 см снижается на 48,5%, а при прямом посеве на 26,1%. Если рассматривать дифференцированно по слоям, то прямой посев позволяет сохранить к этому периоду до 68,3% растительных остатков в верхнем слое и на поверхности почвы.

Преобладание в составе растительных остатков предшествующей культуры озимой пшеницы способствует тому, что к концу вегетации рапса растительные остатки не разлагаются полностью, причем при прямом посеве их остается на 14,3% больше по сравнению с традиционной технологией. Оставление соломы на поверхности сдерживает процесс минерализации органического вещества. Исследования по распределению растительных остатков по профилю почвы в зависимости от технологии возделывания озимой пшеницы после озимого рапса подтверждают установленные выше закономерности. Отмечается четкая дифференциация исследуемого слоя почвы по поступлению растительных

остатков и обогащению органическим веществом. Наибольшее количество растительной биомассы локализуется в слое почвы 0-10 см, включая поверхность. При этом происходит обеднение подпахотного слоя органическими остатками. Перед севом озимой пшеницы без обработки почвы в нем находится всего 10,5% растительных остатков от их общего количества в слое 0-30 см (табл. 3).

Весной в фазе кущения озимой пшеницы растительные остатки рапса еще сохраняются в неразложившемся виде, более интенсивно их убыль происходит в слое почвы 0-10 см. Так, при традиционной технологии остается к этому времени 1,48 т/га, или 35,7%, а при прямом посеве – 2,92 т/га, или 57,5%.

К полной спелости озимой пшеницы в слое почвы 0-10 см при применении традиционной обработки почвы сохраняется 13,5% органических остатков по сравнению с тем количеством, которое отмечалось перед севом, при прямом посеве этот показатель равен 22,0%. С продвижением вниз по

2. Биомасса растительных остатков в зависимости от технологии возделывания озимого рапса по предшественнику озимая пшеница (среднее за 2014-2016 гг.), т/га

Технология	Слой почвы, см			
	0-10 + на поверхности	10-20	20-30	0-30
Перед севом				
Традиционная	2,95	1,84	1,22	6,01
Прямой посев	4,61	1,23	0,71	6,55
НСП ₀₅	0,83	0,31	0,26	0,27
Стеблевание				
Традиционная	1,06	1,24	0,80	3,10
Прямой посев	3,15	1,16	0,53	4,84
НСП ₀₅	1,05	0,04	0,14	0,87
Полная спелость				
Традиционная	0,51	0,85	0,43	1,79
Прямой посев	1,58	0,85	0,45	2,89
НСП ₀₅	0,54	0,00	0,01	0,55

3. Биомасса растительных остатков в зависимости от технологии возделывания озимой пшеницы по предшественнику озимый рапс (среднее за 2014-2016 гг.), т/га

Технология	Слой почвы, см			
	0-10 + на поверхности	10-20	20-30	0-30
Перед севом				
Традиционная	4,14	1,28	1,16	6,58
Прямой посев	5,08	1,25	0,74	7,07
НСП ₀₅	0,47	0,02	0,21	0,25
Кущение				
Традиционная	1,48	0,97	1,03	3,48
Прямой посев	2,92	1,12	0,68	4,72
НСП ₀₅	0,72	0,08	0,18	0,62
Полная спелость				
Традиционная	0,50	0,35	0,78	1,63
Прямой посев	1,12	1,04	0,56	2,72
НСП ₀₅	0,31	0,35	0,11	0,55

почвенному профилю скорость разложения растительных остатков значительно снижается.

При возделывании кукурузы на зерно период от уборки предшественника озимого ячменя до сева культуры довольно значительный и продолжается с июля до конца апреля – первой декады мая следующего года. За это время происходит минерализация определенной части растительных остатков, в связи с этим перед севом кукурузы их масса в слое почвы 0-30 см независимо от технологии была ниже по сравнению с данными, полученными по озимой пшенице и озимому рапсу. При общепринятой технологии их масса составляет 3,11 т/га, а при прямом посеве 3,74 т/га (табл. 4).

В верхнем слое почвы при прямом посеве культуры масса сохранившихся растительных остатков более чем в 2 раза выше, чем при традиционной технологии и достигает 2,23 т/га. Традиционная технология возделывания кукурузы, включающая вспашку с оборотом пласта, приводит к перемещению растительных остатков с поверхности в нижнюю часть пахотного слоя почвы. К севу кукурузы в слое 10-20 см масса растительных остатков на 21,8% выше, чем при прямом посеве. В подпахотном слое почвы превышение составляет 30,8% в пользу традиционной технологии. В течение вегетации к фазе формирования трех листьев кукурузы происходят незначительные изменения в убыли растительных остатков. Более быстрыми темпами их количество снижается в верхнем слое почвы при прямом посеве – на 20,2%, а по традиционной технологии в это же время на 3,7%, что обусловлено благоприятными условиями для деятельности микроорганизмов.

Прямой посев кукурузы на зерно приводит к сохранению к концу вегетации до 34,1% растительных остатков в верхнем слое почвы и на поверхности от их первоначальной массы. При традиционной технологии, где применяли вспашку минерализуется 90,8% растительных остатков. Это связано с тем, что вторая половина вегетации кукурузы не всегда проходит в благоприятных условиях по увлажнению и

4. Биомасса растительных остатков в зависимости от технологии возделывания кукурузы на зерно по предшественнику озимый ячмень (среднее за 2014-2016 гг.), т/га

Технология	Слой почвы, см			
	0-10 + на поверхности	10-20	20-30	0-30
Перед севом				
Традиционная	1,09	1,24	0,78	3,14
Прямой посев	2,23	0,97	0,54	3,74
НСП ₀₅	0,57	0,14	0,12	0,30
3-х листьев				
Традиционная	1,05	1,22	0,66	2,93
Прямой посев	1,78	0,84	0,49	3,11
НСП ₀₅	0,37	0,19	0,09	0,09
Полная спелость				
Традиционная	0,10	0,21	0,33	0,64
Прямой посев	0,76	0,59	0,39	1,74
НСП ₀₅	0,33	0,19	0,03	0,53

при повышенном температурном режиме, что приводит к иссушению верхнего слоя и снижению темпов минерализации растительных остатков, находящихся на поверхности почвы. В целом в слое почвы 0-30 см при традиционной технологии возделывания кукурузы к полной спелости находится 20,5% растительных остатков от их первоначальной массы, а при прямом посеве 46,5%.

Влияние технологий возделывания культур на плодородие почвы определяется не только количеством, но и качеством растительных остатков. Масса минерализовавшихся растительных остатков за период от сева до полной спелости культур и их химический состав, представленный в таблице 1, позволяют рассчитать поступление питательных веществ в почву. Традиционные технологии сельскохозяйственных культур, в которых почва подвергается обработке, приводят к повышению скорости разложения растительных остатков и обогащению элементами питания почвенного слоя 0-30 см. За вегетационный период культур, возделываемых по традиционной технологии, поступление азота в почву на 2,7-3,1 кг/га выше, чем при прямом посеве (табл. 5).

5. Поступление элементов питания в слой почвы 0-30 см при минерализации растительных остатков за вегетационный период культур (среднее за 2014-2016 гг.)

Культура (предшественник)	Технология	Масса разложившихся остатков от сева до полной спелости, т/га	Поступление элементов питания с растительными остатками, кг/га			
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Суммарно, NPK
Озимый рапс (озимая пшеница)	традиционная	4,22	23,2	3,21	41,8	68,2
	прямой посев	3,66	20,1	2,78	36,2	59,1
	НСП ₀₅	0,28	1,6	0,72	2,8	-
Озимая пшеница (озимый рапс)	традиционная	4,95	22,3	4,65	50,5	77,5
	прямой посев	4,35	19,6	4,10	44,4	68,1
	НСП ₀₅	0,30	1,4	0,28	3,1	-
Кукуруза на зерно (озимый ячмень)	традиционная	2,50	14,0	2,35	23,8	40,2
	прямой посев	2,0	11,2	1,88	19,0	32,1
	НСП ₀₅	0,25	1,4	0,24	2,4	-

За счет растительных остатков происходит более существенное обогащение почвы фосфором и калием. При сохранении выявленных закономерностей за период от сева до полной спелости суммарно наибольшее количество азота, фосфора и калия (77,5 кг/га) поступает в почву при возделывании озимой пшеницы после озимого рапса по традиционной технологии, что свидетельствует о более высоких темпах минерализации, несмотря на более широкое соотношение между углеродом и азотом. Это связано с тем, что с течением времени в процессе минерализации наибольший темп роста концентрации азота по сравнению с исходным уровнем происходит в остатках культур, имеющих более широкое начальное соотношение C:N [13].

При прямом посеве в течение вегетации культур за счет снижения темпов разложения растительных остатков, особенно в верхнем слое почвы и на поверхности обогащение слоя 0-30 см элементами питания происходит в меньшем количестве, но при этом реализуется одна из основных задач – формирование мульчирующего слоя из растительных остатков на поверхности почвы.

Таким образом, технология возделывания культур влияет на массу и распределение растительных остатков в слое почвы 0-30 см, а также на их динамику в течение вегетации. При

возделывании озимого рапса по озимой пшенице и озимой пшеницы по озимому рапсу по традиционной технологии, включающей мелкую обработку почвы без оборота пласта и технологии прямого посева, основная масса растительных остатков локализуется в слое 0-10 см, включая растительную массу, оставшуюся на поверхности почвы. При этом происходит обеднение нижней части пахотного и подпахотного горизонта. Традиционная технология, которая предусматривает вспашку при возделывании кукурузы на зерно, приводит к более равномерному распределению растительных остатков с тенденцией к увеличению их массы в нижней части пахотного слоя почвы. Количество и качество растительных остатков влияет на скорость их минерализации и поступление питательных веществ в почву в течение вегетации культур. Минерализация растительных остатков происходит быстрее при традиционной технологии за счет перемешивания их с почвой и создания условий для более активной деятельности почвенной биоты. Внедрение технологий прямого посева сдерживает процесс минерализации органического вещества в почве и способствует созданию мульчирующего слоя.

Литература

1. Агеев В.В., Есаулко А.Н., Стороженко А.Ю. Биологизация систем удобрения – путь гармонизации экологии в севообороте / Труды Международного форума по проблемам науки, техники и образования. – М.: Академия наук о земле, 2002. – С. 126-127.
2. Трухачев В.И., Воронин М.А., Ключин П.В. Мониторинг агроландшафтов Грачевского района Ставропольского края // Успехи современного естествознания, 2004, № 1. – С. 108-110.
3. Цховребов В.С., Есаулко А.Н., Новиков А.А. Современные проблемы плодородия Ставрополя // Агротехнический вестник, 2017, № 4. – С. 3-8.
4. Цховребов В.С., Фаизова В.И., Никифорова А.М., Новиков А.А. Трансформация органического вещества в черноземах Ставропольского край целины и пашни // Агротехнический вестник, 2017, № 4. – С. 13-16.
5. Дорожко Г.Р., Шабалдас О.Г., Зайцев В.К., Бородин Д.Ю. Прямой посев полевых культур в Ставропольском крае // Земледелие, 2013, № 8. – С. 20-22.
6. Головач А.А. Использование соломы для сохранения и повышения плодородия почв. – Режим доступа: <http://old.agriculture.by/archives/1411>.
7. Бойков В.М., Старцев С.В., Чурляева О.Н. Анализ процессов заделки незерновой части урожая в пахотный слой почвообрабатывающими орудиями // Аграрный научный журнал, 2015, № 6. – С. 57-59.
8. Дриггер В.К., Стукалов Р.С., Гаджимаров Р.Г. Роль растительных остатков в технологии возделывания сельскохозяйственных культур без обработки почвы / Актуальные проблемы земледелия и защиты почв от эрозии: сборник докладов Международной научно-практической конференции и Школы молодых ученых, посвященных Году экологии и 50-летию выхода Постановления о борьбе с эрозией почвы. – Курск, 2017. – С. 39-49.
9. Васильев И.П., Туликов А.М., Баздырев Г.И. и др. Практикум по земледелию. – М.: Колос С, 2005. – 253 с.
10. Куприченков М.Т., Антонова Т.Н. Ферменты в почвах Предкавказья: монография. – Ставрополь: Агрус, 2010. – 192 с.
11. Передериева В.М., Ткаченко Д.А. Влияние предшественников и способов обработки почвы на биологические показатели плодородия // Агротехнический вестник, 2005, № 4. – С. 14-15.
12. Русакова И.В. Ресурсосберегающие технологии использования растительных остатков // Агротехнический вестник, 2012, № 3. – С. 40-42.
13. Новиков А.А., Кисаров О.П. Обоснование роли корневых и пожнивных остатков в агроценозах // Научный журнал КубГАУ, № 78(04), 2012, <http://ej.kubagro.ru/2012/04/pdf/36/pdf>.

УРОЖАЙНОСТЬ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЗОНЫ НЕУСТОЙЧИВОГО УВЛАЖНЕНИЯ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ

¹М.С. Сигида, к.с.-х.н., ¹С.А. Коростылев, к.с.-х.н., ²Е.А. Саленко, к.с.-х.н., ²А.С. Куценко
¹Ставропольский государственный аграрный университет, e-mail: ustimenko_elena_26@mail.ru
²Компания «АгроЭкспертГрупп» по Ростовской области, e-mail: info@agroex.ru

Представлены данные по влиянию расчетных доз различных форм минеральных удобрений на урожайность и качество гибрида сахарной свеклы сорта Кавказ в условиях зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края в 2011-2013 гг. Наиболее благоприятные погодные условия сложились в 2013 г. за счет оптимального распределения тепла и осадков во время наиболее интенсивного нарастания массы корнеплодов, который отмечается в июне и июле месяцах, несмотря на превышение среднемноголетней нормы осадков на 40% и превышение среднемноголетней температуры на 0,6°C. Система удобрений НАФК N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀ + Naa₇₀ в условиях чернозема обыкновенного обеспечила максимальную урожайность гибрида сахарной свеклы Кавказ – 91,2 т/га. Прибавка относительно контроля составила 51%, относительно удобренных вариантов от 28 до 48%. В среднем наибольший сбор сахара (16,6 т/га) отмечен на вариантах с применением НАФК N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀ + Naa₇₀.

Ключевые слова: зона неустойчивого увлажнения, гибрид сахарной свеклы, система удобрения, урожайность, сахаристость.

YIELD OF SUGAR BEET ACCORDING TO THE USE OF DIFFERENT FORMS OF MINERAL FERTILIZERS IN THE ZONE OF UNSTABLE HUMIDIFICATION THE STAVROPOL REGION

¹Ph.D. M.S. Sigida, ¹Ph.D. S.A. Korostylev, ²Ph.D. E.A. Salenko, ²A.S. Kutsenko
¹Stavropol State Agrarian University, e-mail: ustimenko_elena_26@mail.ru
²Company «AgroExpertGrupp» in the Rostov region, e-mail: info@agroex.ru

Data on the effect of calculated doses of various forms of mineral fertilizers on the yield and quality of the sugar beet hybrid Kavkaz in the conditions of the zone of unstable moistening of the Stavropol Territory for 2011-2013 are presented. The most favorable weather conditions that emerged in 2013 are due to the optimal distribution of heat and precipitation during the most intensive increase in the mass of root crops, which is observed in June and July, despite the average annual rainfall exceeded by 40% and the average annual temperature exceeded by 0,6°C. The fertilizer system NAFC N₁₀₀R₁₀₀K₁₀₀ + Naa₇₀ in conditions of ordinary chernozem ensured the maximum yield of the sugar beet hybrid Kavkaz – 91.2 t/ha. Addition to the control was 51%, compared to other fertilized options from 28 to 48%. On average, the largest collection of sugar – 16.6 t/ha, marked on the options with the use of NAFC N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀ + Naa₇₀.

Keywords: zone of unstable humidification, sugar beet hybrid, fertilizer system, yield, sugar content.

В современных условиях из-за низкой культуры земледелия и деградации почв, генетический потенциал сортов и гибридов сахарной свеклы используется менее чем наполовину [1-3]. Современные гибриды сахарной свеклы содержат в корнеплодах в среднем 17-19% сахара и могут обеспечить сбор сахара до 100 ц/га и более [4]. Урожайность сахарной свеклы и ее технологические качества в значительной мере зависят от научнообоснованного применения минеральных удобрений [5]. Сахарная свекла – весьма требовательная культура к условиям питания. В состав ее корнеплодов и

ботвы входит более 60 элементов минерального питания, главные из которых: азот, фосфор, калий, кальций, натрий, сера, большое количество микроэлементов [6]. При неоднозначной связи между урожайностью и содержанием сахара в корнеплодах применение оптимальных доз минеральных удобрений в необходимых соотношениях по элементам питания влияет положительно на увеличение сахара, повышая урожайность до определенного уровня, после чего с ростом урожайности относительное содержание сахара в корнях снижается. Такая закономерность проявляется, в первую оче-

редь, при применении высоких доз азотных удобрений на фоне недостаточного количества фосфора и калия в питательной среде почвы [7-10].

Цель исследований – изучить влияние различных форм минеральных удобрений на урожайность гибрида сахарной свеклы Кавказ в условиях зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края.

Объекты и методы исследований. Исследования проводили на территории землепользования СПК колхоз-племзавода имени Чапаева Кочубеевского района, который находится на 45° северной широты и 39° восточной долготы. Средняя годовая температура воздуха составляет +9,4°C. Наиболее низкие температуры в третьей декаде января и в первой февраля –4,7-4,9°C, абсолютный минимум – 32°C, наиболее высокие температуры в конце июля – начале августа +22,9-+23,0°C. абсолютный максимум +40°C.

Сумма температур выше +10,0°C составляет 3000-3200°C. Продолжительность безморозного периода 180-185 дней. Осадки по сезонам распределяются неравномерно, наибольшее их количество выпадает в летнее время и носит ливневый характер. Обеспеченность запасов влаги в метровом слое для сахарной свеклы составляет 70%, а обеспеченность теплом 100% [11].

Среднегодовое количество осадков составляет 526 мм. За вегетационный период их количество варьирует от 350 до 400 мм [11]. Средняя относительная влажность воздуха составляет 62%. Испаряемость за период вегетации сельскохозяйственных культур колеблется от 400 до 450 мм.

Почвенный покров представлен черноземами обыкновенными карбонатными малогумусными. По механическому составу почвы тяжелосуглинистые, хорошо обеспеченные питательными веществами. Содержание подвижного фосфора 33 мг/кг почвы, калия – 294 мг/кг, гумуса – 3,7%, реакция почвенного раствора 8,2, серы – 4,1 мг/кг, марганца – 11,5 мг/кг, цинка – 0,4 мг/кг, кобальта – 0,05 мг/кг и меди – 0,12 мг/кг. По содержанию бора почвы высокообеспечены.

Объект исследований – гибрид сахарной свеклы Кавказ (оригинатор: MARIBONILLESOG APS NOJBYGARDVEJ 31, DK-4960 HOLEBY, Denmark). Размеры делянки: ширина 5,4 м, длина 10 м. Размещение делянок по методу латинского прямоугольника, повторность опыта двукратная. В качестве минеральных удобрений использовали: НАФК – нитроаммофоска (N₁₆P₁₆K₁₆), сульфаммофос (N₂₀P₂₀S₁₄), Аф – аммофос (N₁₂P₅₂), для подкормки – Наа – аммиачная селитра (34,6).

Дозы минеральных удобрений рассчитывали по методике ученых Ставропольского НИИСХ и ГЦАС «Ставропольский» [12]. Биологическую урожайность сахарной свеклы и отношение массы ботвы к массе корнеплодов определяли по ГОСТ

20578-85, сахаристость корнеплодов – по ГОСТ Р 53036-2008 «Свекла сахарная. Методы испытаний». Другие показатели качества устанавливали в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52647-2006 «Свекла сахарная. Технические условия». Статистическую обработку экспериментальных данных осуществляли дисперсионным методом по Б.А. Доспехову (1985).

Результаты. Урожайность и качество сахарной свеклы при любом уровне минерального питания существенно зависят от погодных условий, на долю которых приходится до 30% общей амплитуды ее колебаний по годам. При значительных отклонениях от оптимальных параметров погодных условий происходят заметные изменения физиологических функций растений, снижается возможность использования питательных веществ из почвы и удобрений, а также фотосинтез и с ним способность формировать репродуктивные органы [10]. При кратковременных засухах изменяется динамика почвенных процессов, в том числе трансформация азота почвы и удобрений. При уменьшении влажности почвы ослабляется использование фосфора растениями [10, 13, 14].

Погодные условия в годы проведения исследований были различными, отмечалось неравномерное распределение осадков во время вегетации сахарной свеклы на фоне повышенного температурного режима. Наиболее благоприятные условия сложились в 2013 г. за счет оптимального распределения тепла и осадков во время наиболее интенсивного нарастания массы корнеплодов, который отмечается в июне и июле месяцах, несмотря на превышение среднееголетней нормы осадков на 40% и превышение среднееголетней температуры на 0,6°C. В 2012 г. осадков выпало на 24% больше среднееголетней нормы, но их распределение во время нарастания массы корнеплодов было неравномерным, что отрицательно сказалось на урожайности, особенно в июле, когда идет наиболее интенсивный прирост массы корнеплодов, температура воздуха превысила многолетние показатели на 1,0°C. Погодные условия 2011 г. для роста и развития сахарной свеклы характеризовались как неудовлетворительные, что связано с высокими температурами и острым дефицитом влаги в июне-июле, в момент интенсивной вегетации.

По результатам исследований прибавка относительно контроля составляла от 22,8 до 40,9 т/га в зависимости от варианта. Максимальная урожайность (корнеплоды совместно с ботвой – 120,3 т/га) наблюдалась на варианте с НАФК N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀ + Наа₇₀ д.в./га. Незначительно уступили в урожайности варианты сульфаммофос N₁₀₀P₁₀₀ + Наа₇₀ и Аф N₂₃P₁₀₀ + Наа₇₀. Минимальную урожайность (98,1 т/га), относительно контроля обеспечило внесение сульфаммофоса в дозе N₁₀₀P₁₀₀ (таблица).

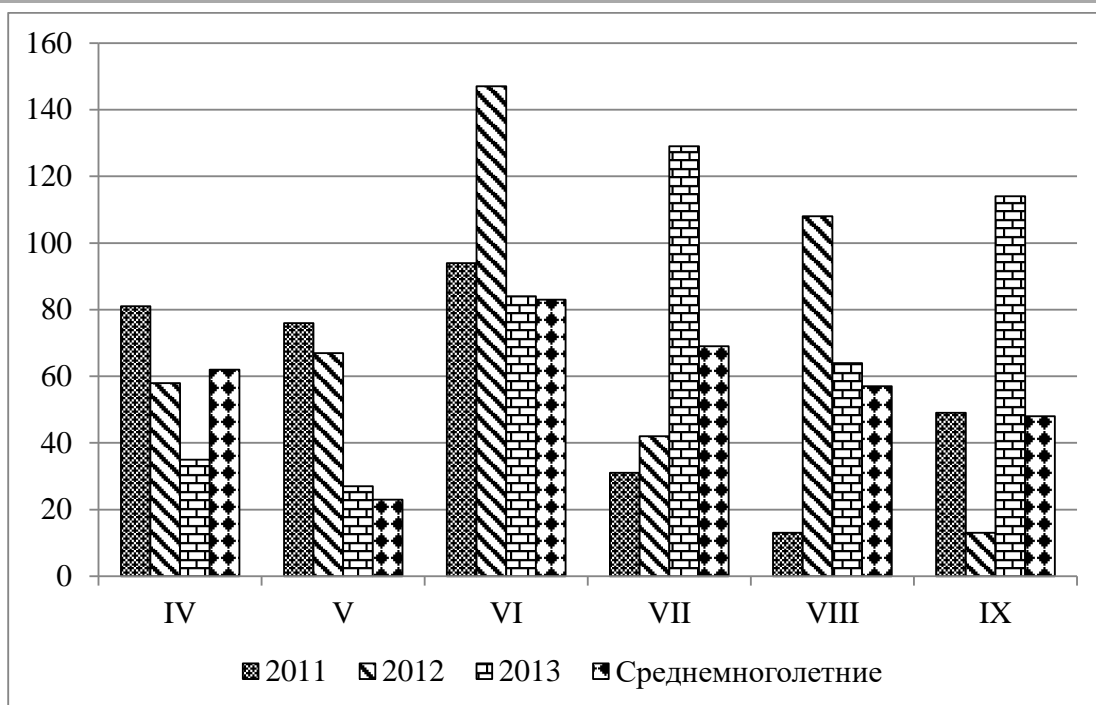


Рис. 1. Распределение осадков по данным метеостанции г. Невинномыска, мм

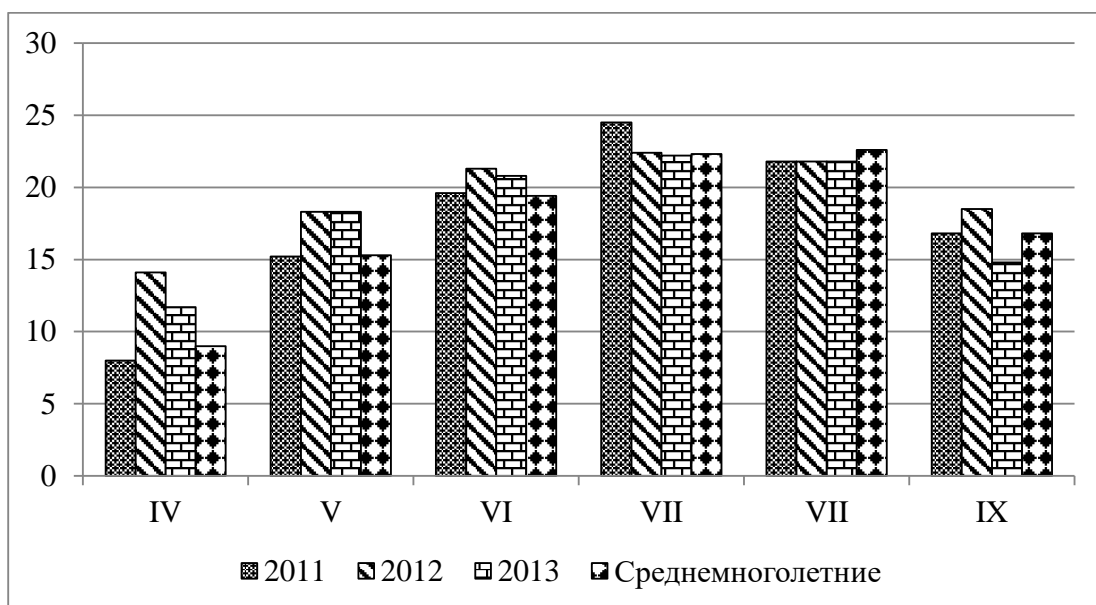


Рис. 2. Распределение температуры по данным метеостанции г. Невинномыска, °С

Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество гибрида сахарной свеклы Кавказ

Вариант		Урожайность корнеплодов, т/га				Сбор ботвы, т/га	Сахаристость, %	Выход сахара, т/га
		2011 г.	2012 г.	2013 г.	среднее за 2011-2013 гг.			
допосевное внесение	подкормка	среднее за 2011-2013 гг.						
Контроль	-	50,8	60,7	65,2	58,9	16,2	16,5	9,7
Контроль	Naa ₇₀	50,0	62,0	66,0	59,3	19,2	16,9	10,0
НАФК N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	-	65,0	82,0	89,4	78,8	24,7	18,7	14,7
НАФК N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	Naa ₇₀	88,8	92,5	95,0	91,2	29,1	18,2	16,6
Сульфоаммофос N ₁₀₀ P ₁₀₀	-	65,0	74,7	79,0	72,9	25,2	18,1	13,2
Сульфоаммофос N ₁₀₀ P ₁₀₀	Naa ₇₀	77,5	86,0	88,0	83,8	25,9	18,0	15,1
Аф N ₂₃ P ₁₀₀	-	77,9	80,6	83,6	80,7	29,4	18,0	14,5
Аф N ₂₃ P ₁₀₀	Naa ₇₀	72,0	78,0	88,4	79,5	33,2	18,2	14,5
НСР ₀₅	-	5,9	4,0	4,3	4,7	1,9	0,7	0,6

Применяемые дозы минеральных удобрений увеличивали урожайность сахарной свеклы, и прибавка по отношению к контролю составила 43-48%, а на вариантах с подкормкой прибавка составила 47-83%. Наибольшую урожайность сахарной свеклы 91,2 т/га обеспечивает применение НАФК N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀ + Naa₇₀ в допосевное внесение. Применение в подкормку Naa₇₀ в зависимости от форм минеральных удобрений увеличивало урожайность сахарной свеклы на 47-54%. Максимальную урожайность в опыте обеспечивал вариант НАФК N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀ + Naa₇₀ с применением аммиачной селитры в подкормку, что на 53,7% выше не только относительно контроля, но и выше остальных вариантов на 34,9-49,4%.

Максимальный сбор урожая отмечен на варианте: основное удобрение НАФК N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀ + Naa₇₀ в подкормку сахарной свеклы в период вегетации, прибавка относительно контроля составила 51%, относительно удобрённых вариантов от 28 до 48%.

Таким образом, наиболее благоприятные агрометеорологические условия сложились в 2013 г. за счет оптимального распределения тепла и осадков во время наиболее интенсивного нарастания массы корнеплодов, который отмечается в июне и июле месяцах, несмотря на превышение среднесезонной нормы осадков на 40% и превышение среднесезонной температуры на 0,6°C. Дозы минеральных удобрений НАФК N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀ + Naa₇₀ в условиях черноземов обыкновенных карбонатных малогумусных обеспечивает максимальную урожайность сахарной свеклы, которая составила 91,2 т/га, прибавка относительно контроля составила 51%, относительно удобрённых вариантов от 28 до 48%. Минимальную урожайность – 72,9 т/га, относительно контроля обеспечило внесение сульфаммофоса в дозе N₁₀₀P₁₀₀. Наибольший сбор сахара – 16,6 т/га, также отмечается с вариантов, с применением удобрений НАФК N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀ + Naa₇₀.

Литература

1. Есаулко А.Н., Сигида М.С., Куценко А.С. Влияние применения расчетных доз минеральных удобрений на продуктивность сахарной свеклы в зоне неустойчивого увлажнения // Вестник АПК Ставрополя, № 2(6), 2012. – С. 13-16.
2. Гуруева А.Ю., Есаулко А.Н., Саленко Е.А., Шутко А.П., Лысенко И.О. Динамика содержания основных элементов питания в черноземе выщелоченном в зависимости от агрохимических принципов программирования урожая // Вестник АПК Ставрополя, 2016, № 2(22). – С. 194-198.
3. Калугин Д.В., Цховребов В.С., Фаизова В.И. Мониторинг содержания бора, марганца и меди по вариантам реминерализации чернозема выщелоченного // Вестник АПК Ставрополя, 2011, № 4(4). – С. 11-13.
4. Есаулко А.Н., Сычев В.Г., Куценко А.А., Коростылев С.А., Сигида М.С., Голосной Е.В. Отзывчивость гибридов сахарной свеклы на применение минеральных удобрений в условиях ООО «Русь» Новоалександровского района / Современные ресурсосберегающие инновационные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в Северо-кавказском Федеральном округе: сборник материалов 80-й науч.-практ. конф., Ставрополь, 2015. – С. 54-56.
5. Хитров Е., Экзексов М., Захаров А., Кацевич Э., Перевертайло А., Дрепа Е.Б. Влияние технологии возделывания на основные физические свойства почв / Образование. Наука. Производство – 2013: сборник 77-й науч.-практ. конф., Ставрополь, 2013. – С. 208-209.
6. Гречишкина Ю.И., Есаулко А.Н., Сигида М.С., Коростылев С.А. Изменение реакции среды почвенного раствора чернозема выщелоченного в связи с длительным применением систем удобрений // Агрохимический вестник, 2016, № 3. – С. 7-10.
7. Подколзин А.И., Подколзин О.А., Шкабарда С.Н. Реакция среды почвенного раствора земель агроландшафтов Ставропольского края // Агрохимический вестник, 2007, № 4. – С. 24-27.
8. Пенчуков В.М., Дорожко Г.Р., Власова О.И., Передериева В.М., Трубочева Л.В., Вольтерс И.А. Научно-обоснованные системы земледелия: теория и практика / Научно-обоснованные системы земледелия: теория и практика: сборник матер. науч.-практ. конф., приуроченной к 80-летию юбилею В.М. Пенчукова. – Ставрополь: Параграф, 2013. – С. 9-12.
9. Гаврилов А.А., Шутко А.П., Гребенник С.Ю. Высокая культура земледелия – лучшее «лекарство» от болезней // Защита и карантин растений, 2006, № 11. – С. 25-26.
10. Панников В.Д., Минеев В.Г. Почва, климат, удобрение и урожай. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 512 с.
11. Бадахова Г.Х., Кнутас А.В. Ставропольский край: современные климатические условия: монография. – Ставрополь: ГУП СК «Краевые сети связи», 2007. – 272 с.
12. Петрова Л.Н., Чернов А.Я., Шустикова Е.П., Подколзин А.И., Карандашов Л.Г., Булавинов А.В. Методические указания для расчета потребности и распределения фондов минеральных удобрений в колхозах и совхозах Ставропольского края. – Ставрополь: Агрус, 1987. – 20 с.
13. Романенков В.А., Павлова В.Н., Беличенко М.В. Возможность управления климатическими рисками при оптимизации минерального питания растений / Тенденции развития агрофизики: от актуальных проблем земледелия и растениеводства к технологиям будущего: сборник материалов Международной научной конференции, посвященной 85-летию Агрофизического НИИ, 2017, Санкт-Петербург. – С. 602-605.
14. Трухачев В.И., Громов Е.И. Оценка уровня развития сельских территорий в разрезе регионов России // Экономика сельского хозяйства России, 2016, № 4. – С. 57-65.

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ УДОБРЕНИЙ НА ВИДОВОЙ СОСТАВ И ЧИСЛЕННОСТЬ НАСЕКОМЫХ-ФИТОФАГОВ И ИХ ЭНТОМОФАГОВ В ПОСЕВАХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ

Н.Н. Глазунова, к.б.н., Ю.А. Безгина, к.с.-х.н., Л.В. Мазницына, к.б.н.,

А.П. Шутко, д.с.-х.н., Л.В. Тутуржанс, к.с.-х.н.

Ставропольский государственный аграрный университет, e-mail: GNN2312@gmail.com

Проведены многолетние исследования по изучению влияния различных систем удобрений на развитие фитофагов и энтомофагов в посевах озимой пшеницы. Сбалансированное питание оказывают прямое влияние на развитие культуры, и косвенно влияет на вредителей за счет укрепления иммунных барьеров растений. Результаты обследований показали снижение численности злаковых тлей на 12,3-25,3%, пшеничного трипса на 7,4-24,7%, хлебных пилильщиков на 4,3-13,6%. При этом в опытах не установлено изменение численности популяции клопа вредной черепашки. За годы проведения исследований системы применяемых удобрений не оказывали влияния на численность популяций энтомофагов, как паразитов, так и хищников в агроценозе озимой пшеницы ни в одну из фаз ее развития.

Ключевые слова: озимая пшеница, чернозем выщелоченный, фитофаги, энтомофаги, система удобрений, иммунитет.

EFFECT OF LONG-TERM USE OF FERTILIZER SYSTEMS ON THE SPECIES COMPOSITION AND ABUNDANCE OF PHYTOPHAGOUS INSECTS AND THEIR ENTOMOPHAGES IN WINTER WHEAT CROPS ON LEACHED CHERNOZEM

Ph.D. N.N. Glazunova, Ph.D. Yu.A. Bezgina, Ph.D. L.V. Maznitsyna,

Dr.Sci. A.P. Shutko, Ph.D. L.V. Tuturzhans

Stavropol State Agrarian University, e-mail: GNN2312@gmail.com

Long-term studies on the effect of various fertilizer systems on the development of phytophages and entomophages in winter wheat crops have been carried out. Balanced nutrition has a direct impact on the development of culture, and indirectly affects pests by strengthening immune plant barriers. The results of the surveys showed a decrease in the number of cereal aphids by 12.3-25.3%; wheat thrips by 7.4-24.7%; grain sawflies by 4.3-13.6%. In this experiment, the change in the population size of the bug of a harmful turtle has not been established. During the years of research, the system of applied fertilizers had no effect on the number of populations of entomophages, both parasites and predators in the agrocoenosis of winter wheat, in any phase of the crop development.

Keywords: winter wheat, leached chernozem, phytophages, entomophages, fertilizer system, immunity.

Минеральное питание оказывает существенное влияние на развитие вредных организмов в агроценозе озимой пшеницы [1-3]. Фитосанитарное значение удобрений заключается в изменении метаболических процессов в растении в неблагоприятную для вредного организма сторону, в повышении активности биохимических процессов, обеспечивающих повышение естественного иммунитета; разрыве фенологической сопряженности в развитии растений и вредного организма, а также непосредственном влиянии на микроклимат и другие экологические факторы в травостое сельскохозяйственных культур [4-7]. Различные элементы питания могут изменять

характер развития фитофагов, например, азотные удобрения повышают численность сосущих вредителей [8, 9]. Результаты исследований в нескольких климатических зонах показали, что удобрения изменяют степень развития вредных насекомых, но этого влияния недостаточно для преодоления повышения численности того или иного вредного вида [10, 11]. Нарастание количества фитофагов приводит к увеличению численности их энтомофагов, что служит причиной отсутствия четкой связи между удобрениями и численностью вредных насекомых.

Цель исследований – определить влияние различных систем удобрений на численность вредите-

лей озимой пшеницы и их энтомофагов, а также на зараженность вредителей паразитами и соотношение хищник – жертва.

Объекты и методы исследований. Исследования проводились в период с 2013 по 2015 г. в условиях экспериментального севооборота многолетнего стационарного опыта кафедры агрохимии и физиологии растений Ставропольского ГАУ: «Разработка теоретических и технологических основ биогеохимических потоков веществ в агроландшафтах», предшественником была озимая пшеница, обработка почвы – отвальная. Фитосанитарное состояние озимой пшеницы изучали в соответствии с методиками ВИЗР. Методику и технику проведения учетов под-

бирали в зависимости от вида вредителей и их энтомофагов, особенностей их биологии и поведения.

В агроценозе озимой пшеницы изучали вредную черепашку и ее энтомофагов, устанавливали численность популяции тлей пшеничного трипса и их хищников и паразитов, а также численность хлебных пилильщиков и паразита коллирию в разные фазы онтогенеза культуры в зависимости системы удобрений.

Результаты. Статистическая обработка трехлетних данных (табл. 1) показала, что прямого влияния системы удобрений на численность популяции клопа вредной черепашки и его энтомофагов теленомин и фазий не выявлено.

1. Численность вредной черепашки и ее энтомофагов в разные фазы онтогенеза озимой пшеницы в зависимости от системы удобрений (среднее за 2013-2015 гг.)

Фаза онтогенеза	Система удобрений			
	контроль	рекомендованная	биологизированная	расчетная
<i>Erygaster integriceps</i>				
Трубкавание	0,6	0,6	0,6	0,5
Колошение	1,1	1,1	1,2	1,1
Цветение	1,4	1,5	1,6	1,5
Молочная спелость	5,8	5,8	5,7	6,1
Восковая спелость	6,8	6,7	6,6	6,6
Полная спелость	7,0	6,9	7,0	6,8
НСР ₀₅ удобрения				0,221
НСР ₀₅ фаза онтогенеза				2,152
<i>Scelionidae, Encyrtidae</i>				
Трубкавание	1,4	1,4	1,4	1,3
Колошение	1,9	2,0	1,9	1,8
Цветение	5,7	5,3	5,3	5,2
Молочная спелость	13,1	12,6	12,6	12,2
Восковая спелость	0,4	0,4	0,4	0,4
Полная спелость	0,0	0,0	0,0	0,0
НСР ₀₅ удобрения				0,213
НСР ₀₅ фаза онтогенеза				2,734
<i>Tachinidae</i>				
Трубкавание	0,3	0,3	0,2	0,3
Колошение	0,3	0,3	0,3	0,3
Цветение	0,6	0,6	0,6	0,6
Молочная спелость	1,3	1,3	1,3	1,3
Восковая спелость	2,3	2,2	2,3	2,3
Полная спелость	2,3	2,3	2,4	2,3
НСР ₀₅ удобрения				0,125
НСР ₀₅ фаза онтогенеза				1,112

2. Численность злаковых тлей в разные фазы онтогенеза озимой пшеницы в зависимости от системы удобрений (среднее за 2013-2015 гг.)

Фаза онтогенеза	Система удобрений экз/стебель, колос			
	контроль	рекомендованная	биологизированная	расчетная
Трубкавание	0,76	0,73	0,64	0,61
Колошение	1,15	1,02	0,93	0,90
Цветение	2,03	1,91	1,57	1,52
Молочная спелость	9,98	9,93	7,82	7,63
Восковая спелость	0,28	0,27	0,24	0,23
НСР ₀₅ удобрения				0,111
НСР ₀₅ фаза онтогенеза				3,653

На численность популяции тлей в посевах агроценоза озимой пшеницы система оказывает опосредованное влияние. Из данных таблицы 2 видно, что их численность в фазе трубкования в варианте с расчетным применением удобрений за годы исследований была ниже.

В дальнейшем достоверное снижение численности популяции злаковых тлей мы отмечали в двух вариантах на биологизированной и расчетной системах удобрений. На биологизированной системе удобрений в фазе восковой спелости она снижалась от 12,3%, что составило 0,24 экз/колос в среднем за 3 года до 21,6-22,8% в фазе цветения и молочной спелости зерна. Самая низкая численность была в варианте с применением расчетных норм удобрений, здесь снижение составило от 17,3% в фазе восковой спелости зерна (0,23 экз/колос в среднем за 3 года) до 23,5-25,3% в фазе цветения и молочной спелости зерна и в среднем за три года составляло 1,52 и 7,63 экз/колос. Такая численность ниже экономического порога вредоносности данного вида вредителя, что свидетельствует о роли минерального питания в стабилизации фитосанитарной ситуации в агроценозе озимой пшеницы.

При изучении влияния системы удобрения на плотность популяции хищников злаковых тлей (сем. *Coccinellidae*, *Syrphidae*, *Chrysopidae*) численность хищников из семейства *Coccinellidae* в начале весенней вегетации озимой пшеницы от фазы

трубкования до фазы цветения существенного различия по вариантам опыта не имела (табл. 3). С фазы молочной спелости и до конца вегетации в контрольном варианте численность хищников из семейства *Coccinellidae* увеличивается на 7-8%. Мы считаем, что это связано с лучшей кормовой базой, меньшем временным интервалом на поиск очередной жертвы и большим процентом выживших особей в популяции *Coccinellidae*, так как численность злаковых тлей в этом варианте в эти фазы развития больше на 20-25% по сравнению вариантами, где удобрения применяли. На численность других хищников из семейств *Syrphidae* и *Chrysopidae* системы применяемы удобрений за три года исследований влияния не оказали.

На численность популяции паразитов злаковых тлей из семейства *Aphidiidae* системы удобрений прямого влияния не оказали. Во все фазы развития онтогенеза озимой пшеницы численность была выше в контрольном варианте, но это увеличение существенной разницы не имело (табл. 4).

Результаты исследований на влияние системы удобрений на численность популяции пшеничного трипса в агроценозе озимой пшеницы в разные фазы ее онтогенеза представлены в таблице 5. В варианте с рекомендованной системой удобрений мы наблюдали снижение численности популяции от 7,4% в фазе цветения до 13,2% в фазе восковой спелости зерна. В варианте с биологизированной

3. Численность хищников злаковых тлей в разные фазы онтогенеза озимой пшеницы в зависимости от системы удобрений (среднее за 2013-2015 гг.)

Фаза онтогенеза	Система удобрений			
	контроль	рекомендованная	биологизированная	расчетная
<i>сем. Coccinellidae</i>				
Трубкование	0,4	0,3	0,3	0,3
Колошение	0,5	0,5	0,6	0,5
Цветение	1,5	1,5	1,5	1,5
Молочная спелость	2,5	2,3	2,3	2,3
Восковая спелость	4,3	4,0	4,0	4,0
НСП ₀₅ удобрения	0,121			
НСП ₀₅ фаза онтогенеза	1,132			
<i>сем. Syrphidae</i>				
Трубкование	0,25	0,24	0,21	0,23
Колошение	0,42	0,42	0,42	0,41
Цветение	0,48	0,45	0,46	0,48
Молочная спелость	1,74	1,80	1,75	1,75
Восковая спелость	3,11	3,11	3,10	3,13
НСП ₀₅ удобрения	0,215			
НСП ₀₅ фаза онтогенеза	1,353			
<i>сем. Chrysopidae</i>				
Трубкование	0,42	0,40	0,37	0,40
Колошение	0,65	0,64	0,61	0,63
Цветение	0,63	0,57	0,59	0,58
Молочная спелость	2,49	2,50	2,38	2,42
Восковая спелость	4,16	4,10	4,07	4,01
НСП ₀₅ удобрения	0,131			
НСП ₀₅ фаза онтогенеза	1,623			

4. Численность паразитов злаковых тлей из семейства *Aphidiidae* в разные фазы онтогенеза озимой пшеницы в зависимости от системы удобрений (среднее за 2013-2015 гг.)

Фаза онтогенеза	Система удобрений			
	контроль	рекомендованная	биологизированная	расчетная
Трубкавание	0,55	0,52	0,50	0,50
Колошение	0,98	0,94	0,93	0,93
Цветение	0,99	0,90	0,94	0,93
Молочная спелость	2,77	2,65	2,62	2,63
Восковая спелость	6,00	5,84	5,83	5,78
НСП ₀₅ удобрения				0,065
НСП ₀₅ фаза онтогенеза				1,623

5. Численность трипсов в разные фазы онтогенеза озимой пшеницы в зависимости от системы удобрений (среднее за 2013-2015 гг.)

Фаза онтогенеза	Система удобрений			
	контроль	рекомендованная	биологизированная	расчетная
<i>Haplothrips tritici</i>				
Трубкавание	13,7	12,6	12,4	12,1
Колошение	15,5	14,0	13,6	13,3
Цветение	16,0	14,8	13,9	13,7
Молочная спелость	40,1	36,4	34,5	32,7
Восковая спелость	6,8	5,9	5,4	5,1
НСП ₀₅ удобрения				1,112
НСП ₀₅ фаза онтогенеза				5,541
<i>Aelothrips fasciatus</i>				
Трубкавание	0,57	0,56	0,56	0,56
Колошение	0,55	0,54	0,55	0,54
Цветение	0,56	0,54	0,55	0,54
Молочная спелость	0,72	0,67	0,65	0,67
Восковая спелость	0,22	0,21	0,21	0,21
НСП ₀₅ удобрения				0,091
НСП ₀₅ фаза онтогенеза				0,241

6. Численность хлебных пилильщиков и коллирии в разные фазы онтогенеза озимой пшеницы в зависимости от системы удобрений (среднее за 2013-2015 гг.)

Фаза онтогенеза	Система удобрений			
	контроль	рекомендованная	биологизированная	расчетная
<i>Cephus pygmaeus</i>				
Трубкавание	3,3	3,2	3,1	3,0
Колошение	5,2	5,0	4,8	4,7
Цветение	5,9	5,3	5,2	5,1
Молочная спелость	1,8	1,6	1,6	1,4
НСП ₀₅ удобрения				0,231
НСП ₀₅ фаза онтогенеза				2,321
<i>Collyria coxator</i>				
Трубкавание	1,9	1,9	1,9	1,7
Колошение	3,1	3,2	3,1	3,0
Цветение	3,9	4,1	3,7	3,9
Молочная спелость	1,1	1,3	1,2	1,2
НСП ₀₅ удобрения				0,211
НСП ₀₅ фаза онтогенеза				1,998

системой удобрений численность популяции снижалась от 9,7% в фазе трубкавания до 20,9% в фазе восковой спелости зерна. В варианте с расчетной системой удобрений мы наблюдали снижение численности популяции пшеничного трипса (*Haplothrips tritici*) росло от 11,9% в фазе трубкавания до 24,7% в фазе восковой спелости зерна. На числен-

ность популяции хищника полосатого трипса (*Aelothrips fasciatus*) системы удобрений за три года не оказали влияния ни в одну из фаз развития озимой пшеницы, что подтверждает статистическая обработка данных.

Результаты исследований по влиянию системы удобрений на численность хлебных пилильщиков и

паразита коллирию показали, что влияние системы удобрений на численность популяции хлебного пилильщика было опосредованным (табл. 6). Чем лучше и сбалансированнее у растения питание, тем меньше мы наблюдали фитофагов в посевах озимой пшеницы, статистически значимый уровень различия достигался во все годы исследований в пик лета: в фазе цветения. В эту фазу максимальное снижение численности хлебных пилильщиков в среднем за три года было 13,6% по сравнению с контролем и отмечено в варианте с расчетными дозами применения минеральных удобрений.

На численность популяции паразита коллирии (*Collyria coxator*) в агроценозе озимой пшеницы системы удобрений влияния не оказали не в одну из фаз развития онтогенеза.

Таким образом, системы удобрений, применяемые в агроценозе, оказывают прямое влияние на растения озимой пшеницы, путем улучшения

питания, и косвенное на злаковых тлей, пшеничного трипса и пшеничных пилильщиков. Чем сбалансированнее питание, тем ниже численность фитофагов, так как иммунные барьеры растений становятся выше. Увеличение иммунных барьеров озимой пшеницы приводит к снижению численности злаковых тлей на 12,3-25,3%; пшеничного трипса на 7,4-24,7%; хлебных пилильщиков на 4,3-13,6% в различные фазы онтогенеза. Из энтомофагов только численность хищников из семейства Coccinellidae в контрольном варианте увеличивается на 7-8% с фазы молочной спелости и до конца вегетации. То есть прямого влияния на численность энтомофагов, как паразитов, так и хищников системы удобрений не оказали. Также не выявлено прямого влияния системы удобрений на численность популяции клопа вредной черепашки с его энтомофагами теленоминами и фазиями.

Литература

1. Трухачев В.И., Пенчуков В.М., Дорожко Г.Р. Энергосберегающие, почвозащитные системы земледелия Ставропольского края / Эволюция и деградация почвенного покрова: сборник научных трудов по материалам III Международной научно-практической конференции. – Ставрополь: СтГАУ, 2007. – С. 206-209.
2. Саленко Е.А., Есаулко А.Н., Шутко А.П., Подколзин А.И. Влияние минеральных удобрений на пораженность озимой пшеницы корневой гнилью в умеренно-влажной зоне Ставропольского края // Современные проблемы науки и образования, 2014, № 6. – С. 1642.
3. Защепкин Е.Е., Шутко А.П., Есаулко А.Н. Фитосанитарное состояние посевов озимой пшеницы при технологии прямого посева на черноземе выщелоченном // Достижения науки и техники АПК, 2015, Т. 29, № 9. – С. 25-28.
4. Иванова О.А., Айсанов Т.С., Есаулко А.Н. Влияние систем удобрения на качество продукции культур зерно-пропашного севооборота / Научное обеспечение агропромышленного комплекса молодыми учеными: сборник научных трудов по материалам Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 85-летию юбилею Ставропольского государственного аграрного университета (г. Ставрополь, 15-22 апреля 2015 г.). – Ставрополь: Агрус, 2015. – С. 32-34.
5. Агеев В.В., Есаулко А.Н., Стороженко А.Ю. Биологизация систем удобрения – путь гармонизации экологии в севообороте / Труды международного форума по проблемам науки, техники и образования. – М.: Академия наук о земле, 2002. – С. 126-127.
6. Трухачев В.И., Злыднев Н.З., Злыднева Р.М. Производство и использование органических удобрений // Вестник АПК Ставрополя, 2015, спецвыпуск № 2(17.2). – С. 120-131.
7. Скрементова Е.Н., Есаулко А.Н. Влияние систем удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур звена севооборота / Современные ресурсосберегающие инновационные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в Северо-Кавказском федеральном округе: сборник научных трудов 77-й ежегодной научно-практической конференции. – Ставрополь: СтГАУ, 2013. – С. 111-114.
8. Дорожко Г.Р., Целовальников В.К., Шутко А.П. Система интегрированной защиты сельскохозяйственных культур от сорной растительности, вредителей и болезней // Вестник АПК Ставрополя, 2015, спецвыпуск № 2(17.2). – С. 67-72.
9. Тутуржанс Л.В., Шутко А.П. Влияние предшественников и способов обработки почвы на численность пшеничного трипса / Труды Ставропольского отделения русского энтомологического общества: сборник научных трудов по материалам VIII Международной научно-практической интернет-конференции. – Ставрополь: Агрус, 2015. – С. 117-121.
10. Саленко Е.А., Есаулко А.Н. Программирование урожая озимой пшеницы как способ рационализации сельскохозяйственного производства / Современные ресурсосберегающие инновационные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в Северо-Кавказском федеральном округе: сборник научных трудов по материалам 78-й ежегодной научно-практической конференции. – Ставрополь: Агрус, 2014. – С. 177-179.
11. Шутко А.П. Агроэкологические проблемы возделывания зерновых культур и пути их решения / Агроэкологические проблемы сельскохозяйственного производства в условиях антропогенного загрязнения: сборник научных трудов по материалам Всероссийской научно-практической конференции (г. Ульяновск, 08-09 сентября 2004 г.). – Ульяновск: Ульяновская ГСХА, 2004. – С. 88-93.

ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ЦИНКА В ПОЧВАХ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ

А.И. Подколзин, д.б.н., А.Ю. Олейников, к.с.-х.н., М.С. Сигида, к.с.-х.н., А.В. Воскобойников, к.с.-х.н.
Ставропольский государственный аграрный университет, e-mail: sigida@list.ru

Приведены результаты исследований по содержанию цинка в различных типах и подтипах почв сельскохозяйственных угодий Ставропольского края, показана эффективность использования солей цинка в качестве удобрений. Рассматриваются особенности пространственного распределения подвижного цинка на пашне, пастбищах, сенокосах различных районов края. Установлено, что более, чем 99% всей площади сельхозугодий Ставрополья имеют низкое содержание подвижных форм цинка (менее 2 мг/кг почвы), а эффективность использования микроудобрений, содержащих цинк, зависит не только от биологических особенностей культуры, но и от его содержания в почве.

Ключевые слова: цинк, микроэлементы, динамика содержания цинка, типы почв.

DYNAMICS OF ZINC CONTENT IN SOILS OF THE STAVROPOL REGION

Dr.Sci. A.I. Podkolzin, Ph.D. A.Yu. Oleynikov, Ph.D. M.S. Sigida, Ph.D. A.V. Voskoboinikov
Stavropol State Agrarian University, e-mail: sigida@list.ru

The presents the results of studies on the content of zinc in various types and subtypes of soils in the agricultural lands of the Stavropol Territory, shows the effectiveness of the use of zinc salts as fertilizers. The features of the spatial distribution of mobile zinc in arable land, pastures, hayfields of various regions of the region are considered. It can be seen from the research results that more than 99% of the entire area of Stavropol Territory farmland has a low content of mobile forms of zinc (less than 2 mg/kg of soil), and the efficiency of using zinc microfertilizers depends not only on the biological characteristics of the crop, but also on its content in the soil.

Keywords: zinc, microelements, dynamics of zinc content, types of soils.

Физиологическая роль цинка в растениях многообразна, он входит в состав более 30 ферментов, оказывает значительное внимание на окислительно-восстановительные процессы, скорость которых при его недостатке снижается. Дефицит цинка ведет к нарушению процессов превращения углеводов. Цинк участвует в активации ферментов, связанных с процессом дыхания [1]. Значение цинка для роста растений связано с его участием в азотном обмене, также установлено существенное его влияние на усвояемость фосфора [2]. Я.В. Пейве в 1940 г. начал работы по исследованию почв на содержание валовых запасов и подвижных форм микроэлементов [3]. Это послужило стимулом картирования почв СССР. Одновременно велась работа по созданию быстрых и доступных методов определения содержания микроэлементов в почве [4]. В Ставропольском крае все культурные растения по отношению к цинку можно разделить на три группы. Очень чувствительные, среднечувствительные, слабо чувствительные: первая группа (кукуруза, плодовые, виноград, лен); вторая (сахарная свекла, подсолнечник, горох, соя, картофель, капуста, огурцы, ягоды); третья (пшеница,

ячмень, люцерна, морковь). Кроме биологических особенностей культур выявлено влияние уровня содержания подвижного цинка в почве на урожай и качество продукции [5]. Почвы сельскохозяйственных угодий Ставрополья испытывают недостаток подвижных форм цинка, кобальта и меди, более половины земель имеют низкую обеспеченность марганцем и бором [6-9].

Цель исследований – изучить динамику содержания цинка в зависимости от типа почвы и вида использования сельскохозяйственных угодий Ставропольского края.

Методы исследований. Пространственную частоту отбора объединенных проб устанавливали в зависимости от пестроты почвенного покрова и количества вносимых удобрений. Оптимальные размеры контрольных участков степных равнинных районов с преобладанием черноземов составляли 15 га, сухостепных равнинных районов с преобладанием каштановых почв – 25 га, предгорных районов с преобладанием черноземов – 5 га. На средне- и сильноэродированных почвах одну объединенную пробу на черноземах и на каштановых почвах отбирали с площади 3 га, на орошаемых землях также.

Организация территориальной системы контрольных участков включала их закладку на типичных почвах, в типичных климатических условиях с типичными системами земледелия. При определении местоположения контрольного участка учитывали рельеф местности, условия орошения, уровень химизации, наличие источников антропогенного воздействия. Почвенные пробы отбирали ежегодно. Всего было заложено 60 контрольных участков, из которых 31 находился в зоне черноземов и 29 в каштановой почвенной провинции. На пахотных почвах точечные пробы отбирали на глубину пахотного слоя, на кормовых угодьях – на глубину гумусового горизонта, но также не более, чем на 20 см.

Содержание цинка в почвах определяли с использованием атомно-абсорбционного и эмиссионного спектрального методов: для нахождения подвижных форм использовали ацетатно-аммонийную вытяжку (рН 4,8), для валовых – 5М HNO₃.

Для оценки почв по содержанию подвижного цинка использовали группировку, рекомендованную при проведении комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения [10]. В группу с низким содержанием включены почвы, где цинка менее 2 мг/кг, средним 2,1-5,0, с высоким – более 5 мг/кг.

Результаты исследований. Несмотря на сравнительно высокие запасы валового цинка в почвах Ставрополя, количество его подвижных форм, как правило, составляет лишь 1,3-2,0% от валового со-

держания (табл. 1). При этом содержание подвижного цинка в почвах края в меньшей мере зависит от валовых форм и более значительно изменяется от кислотности или щелочности, характера материнских пород, содержания органического вещества и других биоклиматических факторов. В черноземах цинка больше, так как эти почвы богаты органическим веществом. При повышении щелочности и уменьшении кислотности доступность цинка уменьшается.

Исследование зависимости содержания подвижного цинка от гранулометрического состава на контрольных участках определенных закономерностей не выявлено. Возможно влияние других факторов (антропогенных, погодных и т.п.) в период наблюдений оказалось более существенным (табл. 2).

Из всей обследованной пашни 99,4% площади относится к группе с низким содержанием подвижного цинка (менее 2,0 мг/кг). Среднее содержание отмечено лишь на обыкновенных черноземах в Андроповском, Изобильненском, Труновском районах, типичных и выщелоченных черноземах Минераловодского и Предгорного районов. И лишь на площади 776 га в Изобильненском и Предгорном районе содержание цинка высокое, более 5 мг/кг почвы (табл. 3).

На орошаемой пашне в некоторых восточных районах края на светло-каштановых, каштановых и темно-каштановых почвах выявлен небольшой процент площадей со средним содержанием цинка.

1. Содержание форм цинка в слое почв 0-20 см в различных агроклиматических зонах Ставропольского края (2017 г.)

Почвы	Цинк, мг/кг почвы	
	валовые	подвижные
Зона влажных типичных и выщелоченных черноземов		
Черноземы типичные	36,2	0,70
Черноземы выщелоченные	26,8	0,79
Зона умеренно влажная обыкновенных и южных черноземов		
Черноземы обыкновенные	38,3	0,50
Черноземы обыкновенные солонцеватые	41,3	0,64
Черноземы южные	40,7	0,54
Черноземы южные (орошение)	30,0	0,15
Черноземы южные (пастбища)	30,3	0,62
Лугово-черноземные (многолетние насаждения)	52,2	0,85
Аллювиально-луговые	39,0	0,89
Зона засушливых темно-каштановых и каштановых почв		
Темно-каштановые (пашня)	47,5	0,40
Темно-каштановые (солонцеватые)	36,1	0,60
Каштановые	48,5	0,37
Каштановые (орошение)	40,0	0,53
Каштановые солонцеватые	47,2	0,60
Аллювиально-луговые (многолетние насаждения)	58,3	1,23
Зона очень засушливая светло-каштановых почв		
Светло-каштановые	50,8	0,30
Светло-каштановые (пастбища)	51,4	0,30
Светло-каштановые песчаные	20,3	0,30
Аллювиально-луговые (многолетние насаждения)	53,2	1,47

2. Гранулометрический состав и динамика содержания подвижного цинка в слое 0-20 см, мг/кг

Гранулометрический состав	Годы				
	1996	2001	2006	2011	2017
Черноземы типичные					
Среднесуглинистые на плотной породе	0,4	0,2	0,4	0,62	0,69
Тяжелосуглинистые	0,6	0,2	0,44	0,5	0,79
Легкоглинистые	0,58	0,4	0,5	0,4	0,63
Черноземы выщелоченные					
Легкосуглинистые	0,51	0,24	0,41	0,52	0,63
Тяжелосуглинистые	0,50	0,24	0,28	-	-
Черноземы обыкновенные					
Супесчаные	0,5	0,21	0,3	0,44	0,6
Легкосуглинистые на плотной породе	1,1	0,35	0,5	1,6	0,8
Среднесуглинистые	0,60	0,20	0,28	0,20	0,40
Тяжелосуглинистые	0,58	0,28	0,40	0,30	0,50
Легкоглинистые	0,7	0,21	0,40	0,12	0,63
Темно-каштановые					
Среднесуглинистые	0,58	0,31	0,36	0,40	0,53
Тяжелосуглинистые	0,50	0,20	0,28	0,23	0,46
Темно-каштановые (солонцеватые)					
Тяжелосуглинистые	-	-	-	0,19	0,72
Среднеглинистые	0,42	0,21	0,34	0,27	0,43
Каштановые					
Среднесуглинистые	0,33	0,30	0,41	0,34	0,37
Светло-каштановые					
Легкосуглинистые	0,47	0,37	0,45	0,41	0,34
Песчаные	0,13	0,15	0,15	0,15	0,30

Высокое содержание установлено в Новоселицком районе на черноземе южном на 200 га и в Левокумском – на 200 га на светло-каштановых почвах.

По содержанию подвижного цинка гумусовый слой почв, занятых пастбищами и сенокосами, низко обеспечен. Его содержание на 108655 га пастбищ и 9329 га сенокосов составляет от 0,2 до 0,7 мг/кг почвы. К среднеобеспеченным относятся лишь 128 га пастбищ Туркменского района (каштановая почва) и 39 га сенокосов Предгорного района (табл. 4).

Для составления картограммы содержания подвижного цинка в почвах края все исследованные сельхозгодия были разделены на три группы. К первой (< 0,40 мг/кг) отнесено большинство почв, основные массивы сосредоточены в центральной и северной части края. Также такие почвы преобладают в Нефтекумском, Степновском и Курском районах.

Вторую группу (0,41-0,80 мг/кг) образуют значительные участки каштановых почв Левокумского, Буденовского, Советского и Курского районов. Эта группа просматривается также в западной и юго-западной частях края на черноземах разных подтипов. Третью группу с содержанием подвижного цинка (> 0,81 мг/кг) составляют в основном почвы региона Кавказских Минеральных Вод, отличающиеся более высокой гумусированностью и тяжелым гранулометрическим составом. Почвы всех трех групп относятся к низко обеспеченным подвижным цинком и нуждаются в применении цинкосодержащих микроудобрений.

Таким образом, содержание подвижных форм цинка более, чем на 99% площади всех сельхозгодий Ставрополя низкое (менее 2 мг/кг почвы). В черноземных почвах, имеющих большее содержание гумуса, в сравнении с каштановыми почвами выявлено и большее содержание подвижных форм цинка. На орошаемых землях эта

3. Распределение площади пашни по степени обеспеченности подвижным цинком на 1.01.2017 г.

Район	Обследовано, га	Низкое < 2,0		Среднее 2,1-5,0		Высокое > 5,0		Средневзвешенное, мг/кг
		га	%	га	%	га	%	
Светло-каштановые								
Апанасенковский	187739	187739	100	-	-	-	-	0,4
Каштановые								
Туркменский	191770	191770	100	-	-	-	-	0,44
Черноземы южные								
Ипатовский	251190,4	251190,4	100	-	-	-	-	0,43
Петровский	159365,1	159365,1	100	-	-	-	-	0,4
Черноземы обыкновенные								
Андроповский	137451,3	137195,3	99,81	256	0,19	-	-	0,6
Грачевский	100331,8	100331,8	100	-	-	-	-	0,41
Изобильненский	108160,9	107775,9	99,64	323	0,3	62	0,06	0,6
Кочубеевский	108161,6	108161,6	100	-	-	-	-	0,54
Красногвардейский	154555,3	154555,3	100	-	-	-	-	0,5
Новоалександровский	131843,4	131843,4	100	-	-	-	-	0,44
Труновский	116939,5	116939,5	99,97	36	0,03	-	-	0,46
Шпаковский	108616,6	108616,6	100	-	-	-	-	0,5
Черноземы типичные и выщелоченные								
Минераловодский	83719,3	79627,1	95,11	4092,2	4,89	-	-	0,7
Предгорный	85940,2	78690	91,56	6536,2	7,61	714	0,83	0,82

4. Обеспеченность пастбищ и сенокосов подвижным цинком на 1.01.2017 г.

Район	Обследовано, га	Низкое < 2,0		Среднее 2,1-5,0		Высокое > 5,0		Средневзвешенное, мг/кг
		га	%	га	%	га	%	
Пастбища								
Светло-каштановые								
Апанасенковский	23032	23032	100,0	-	-	-	-	0,4
Каштановые								
Туркменский	2226	2098	94,2	128	5,8	-	-	0,5
Черноземы южные								
Ипатовский	27883,5	27883,5	100,0	-	-	-	-	0,4
Петровский	7026	7026	100,0	-	-	-	-	0,4
Черноземы обыкновенные								
Андроповский	26439	26439	100,0	-	-	-	-	0,52
Грачевский	1433	1433	100,0	-	-	-	-	0,5
Изобильненский	203	203	100,0	-	-	-	-	0,7
Кочубеевский	8671,5	8671,5	100,0	-	-	-	-	0,7
Красногвардейский	3011,3	3011,3	100,0	-	-	-	-	0,5
Новоалександровский	350	350	100,0	-	-	-	-	0,4
Труновский	845	845	100,0	-	-	-	-	0,5
Шпаковский	3681	3681	100,0	-	-	-	-	0,4
Черноземы типичные и выщелоченные								
Минераловодский	924,4	924,4	100,0	-	-	-	-	0,2
Предгорный	3057	3057	100,0	-	-	-	-	0,4
Сенокосы								
Каштановые								
Туркменский	3099	3099	100,0	-	-	-	-	0,2
Черноземы южные								
Ипатовский	2151,7	2151,7	100,0	-	-	-	-	0,2
Петровский	182	182	100,0	-	-	-	-	0,4
Черноземы обыкновенные								
Андроповский	1773	1773	100,0	-	-	-	-	0,7
Кочубеевский	39	39	100,0	-	-	-	-	0,7
Шпаковский	1403,4	1304,4	100,0	-	-	-	-	0,4
Черноземы типичные и выщелоченные								
Предгорный	720,3	681	94,5	39,3	5,5	-	-	0,33

закономерность менее очевидна. На контрольных участках, где исследования проводили в производственных условиях, определенных закономерностей в зависимости содержания подвижного цинка от гранулометрического состава почв не выявлено.

Литература

1. Школьник М.Н., Макаров Н.А. Микроэлементы в сельском хозяйстве. – М.: Изд-во АН СССР, 1957. – 291 с.
2. Ягодин Б.А., Жуков Ю.П., Кобзаренко В.И. Агрохимия: учебник и учебное пособие для студентов высших учебных заведений. – М.: Колос, 2002. – 584 с.
3. Пейве Я.В. Содержание доступных форм микроэлементов в почвах СССР / Микроэлементы в растениеводстве. – Рига, 1958. – С. 255-278.
4. Агеев В.В. Системы удобрения в севооборотах Юга России. – Ставрополь: ЦНТИ, 2001. – 353 с.
5. Агеев В.В., Подколзин А.И. Агрохимия (Южно-Российский аспект): учебник для студентов высших учебных заведений. – Ставрополь: СтГАУ, 2006. – 480 с.
6. Калугин Д.В., Есаулко А.Н., Кукушкина В.В. Динамика содержания макро и микроэлементов под озимой пшеницей в результате реминерализации чернозема выщелоченного // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета, 2017, № 128. – С. 135-145.
7. Есаулко А.Н., Гречишкина Ю.И., Олейников А.Ю. Влияние микроудобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы на черноземе выщелоченном // Агрохимический вестник, 2001, № 4. – С. 10.
8. Есаулко А.Н., Радченко В.И., Мануйлова Н.А. Влияние минеральных удобрений на содержание цинка в растениях горчицы и черноземе обыкновенном Центрального Предкавказья / Повестка дня на XXI век: Программа действий – экологическая безопасность и устойчивое развитие: сб. тр. конф. (г. Ставрополь, 01 января – 31 декабря 2002 г.). – Ставрополь: СтГАУ, 2002. – С. 188-189.
9. Есаулко А.Н., Гречишкина Ю.И., Бузов В.А., Олейников А.Ю., Редькина Н.В. Эффективность микроудобрений микромак и микроэл в посевах озимой пшеницы на черноземе выщелоченном // Плодородие, 2010, № 1. – С. 24-25.
10. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. – 240 с.

УДК 635.054:631.81.095.337
DOI 10.24411/0235-2516-2018-10029

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОУДОБРЕНИЙ В ОВОЩЕВОДСТВЕ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА

М.В. Селиванова, к.с.-х.н., **Ю.П. Проскурников**, к.с.-х.н., **О.Ю. Лобанкова**, к.б.н., **А.А. Беловолова**, к.с.-х.н.
Ставропольский государственный аграрный университет, e-mail: seliwanowa86@mail.ru

Приведены данные двухлетних исследований по эффективности применения микроудобрений, имеющих в своем составе биологически активные вещества, в технологиях выращивания огурца и томата в условиях защищенного грунта. Обработка культур удобрениями способствовала активизации метаболизма, повышению стрессоустойчивости растений, что отразилось в увеличении площади листьев, выхода стандартной продукции, степени завязываемости плодов, средней массы плода, урожайности и снижении степени отмирания завязей. Наибольшую продуктивность огурца и томата обеспечило совместное применение МС Крема, МС Старта, МС Сета.

Ключевые слова: огурец, томат, защищенный грунт, микроудобрение, урожайность.

APPLICATION OF MICROFERTILIZERS IN THE VEGETATION OF PROTECTED GROUND

Ph.D. M.V. Selivanova, Ph.D. Yu.P. Proskurnikov, Ph.D. O.Yu. Lobankova, Ph.D. A.A. Belovolova
Stavropol State Agrarian University, e-mail: seliwanowa86@mail.ru

The data of two-year research on the effectiveness of microfertilizers, which have biologically active substances in their composition, are presented in the technologies of growing cucumber and tomato in conditions of protected soil. Cultivation of fertilizers facilitated the activation of metabolism, increased stress tolerance of plants, which was reflected in the increase in leaf area, the yield of standard products, the degree of fruit tie, the average weight of the fetus, the yield and the decrease in the degree of death of the ovaries. The highest productivity of cucumber and tomato provided joint application of MC Cream, MC Start, MC Set.

Keywords: cucumber, tomato, protected ground, microfertilizers, yield.

Тепличное овощеводство – динамично развивающаяся и высокорентабельная отрасль сельского хозяйства России (к концу 2017 г. общая площадь теплиц составила около 2600 га, на которой в 2017 г. произвели 930 тыс. т овощной продукции). При пересчете на душу населения этот показатель составляет около 6,4 кг на человека, а рекомендуемая медицинская норма – 15 кг. Огурец и томат – ведущие культуры защищенного грунта. В общем объеме производимой овощной продукции огурец занимает 66%, томат – 31%. Обеспеченность населения России свежими огурцами в период март-октябрь составляет 90-95%, ноябрь-февраль – 50%. По томатам ситуация еще критичнее: самообеспеченность примерно вдвое ниже, а в зимний сезон их хватает пока только на 20-25% от спроса. Недостаток продукции в эти периоды занимает импорт [1]. Прирост сборов овощной продукции защищенного грунта возможно получить посредством строительства новых теплиц и повышения урожайности выращиваемых культур. Увеличить урожайность культур можно за счет совершенствования технологии выращивания [2]. В повышении урожайности овощных культур важная роль принадлежит микроудобрениям. Особый интерес представляют микроудобрения, имеющие в своем составе

кроме основных микроэлементов биологически активные вещества [3].

Цель исследований – изучение эффективности применения микроудобрений в технологиях выращивания овощных культур защищенного грунта.

Объекты и методы исследования. Вегетационные опыты были заложены в зимней теплице лаборатории теплично-оранжерейного комплекса Ставропольского ГАУ в 2016-2017 гг. Лаборатория согласно уровню прихода солнечной радиации находится в шестой световой зоне. Объектами исследований были огурец Бьерн F1, томат Таганка F1, микроудобрения МС Крем, МС Старт, МС Сет. Огурец Бьерн F1 – результат селекции компании Enza Zaden (Нидерланды), томат Таганка F1 – компании Гавриш (Россия). Изучаемые микроудобрения – продукты итальянской компании Valagro.

В состав микроудобрений МС Старт, МС Старт и МС Сет входят Fe (DTPA), MgO, Zn (EDTA), Mn (EDTA), B, а также биологически активные вещества (бетаины, ауксины, аминокислоты, цитокинины, гиббереллины, полисахариды и др.). МС Крем специально разработан для преодоления стрессов растением, стимуляции метаболизма и фотосинтетической активности и других факторов, позволяющих восстановить и

поддерживать высокий уровень продуктивности. МС Старт способствует стимуляции и восстановления вегетативного роста, перезапуска цикла роста растений после стрессового периода и при неблагоприятных условиях. Применение МС Сета повышает интенсивность цветения, улучшает формирование и сохранение завязи даже при неблагоприятных погодных условиях.

Овощные культуры выращивали по малообъемной технологии: огурец – в зимне-весенний оборот, томат – в летне-осенний. В качестве субстрата использовали минеральную вату. В течение вегетации культур использовали стандартные по периодам выращивания питательные растворы с соответствующим сбалансированным соотношением N, P, K, Ca, Mg, S, B, Mn, Zn, Cu, уровнями ЕС и рН. Эти растворы были контролем и фоном для всех вариантов опыта. Некорневые обработки растений стимуляторами роста в концентрации 0,3% осуществляли в соответствии с общими рекомендациями для овощных культур 3 раза: 1-я – начало цветения, последующие – с интервалом 2 недели. Схема опыта представлена в таблицах, построена по методу организованных повторений, повторность опыта трехкратная, размещение делянок в опыте многоярусное, вариантов внутри повторения – рендомизированное. Наблюдения, учеты и расчеты выполняли согласно общепринятым методикам и рекомендациям.

Результаты исследований. Площадь листьев – основной показатель вегетативного состояния растений. При применении микроудобрений площадь листьев огурца относительно контроля увеличилась на 0,005-0,017 м²/растение, томата – на 0,003-0,020 м²/растение. Среди однократных обработок растений удобрениями самым эффективным было использование МС Старта, влияющего непосредственно на вегетативный рост. В результате обработки растений МС Стартом размер листового аппарата огурца и томата был достоверно больше по сравнению с контролем на 0,009 и 0,010 м²/растение соответственно. При совместном применении двух микроудобрений площадь листьев изучаемых культур увеличилась по сравне-

нию с контролем на 0,010-0,017 м²/растение. Наибольший размер листового аппарата огурца и томата получили при сочетании МС Крема, МС Старта и МС Сета – показатели были больше относительно контроля на 0,017-0,020 м²/растение (табл. 1).

Основной неблагоприятный фактор в условиях защищенного грунта – неравномерный приход солнечной радиации. Недостаток света отрицательно влияет на образование репродуктивных органов. Огурец на этот неблагоприятный фактор реагирует отмиранием завязей, томат – снижением завязываемости плодов. При создании гибридов огурца часто используют формы с букетным (пучковым) типом формирования завязей. Огурец Бьерн F1 относится к таким гибридам, в каждом его узле при благоприятных условиях может образоваться от 2 до 6 завязей. Но не все завязи в «букете» способны сохраняться и в дальнейшем развиваться из-за воздействия неблагоприятных факторов [6]. При обработке растений огурца микроудобрениями МС Крем или МС Старт степень отмирания завязей снизилась по сравнению с контролем на 3%, при совместной обработке этими препаратами – на 4%. Применение только МС Сета, улучшающего цветение, формирование и сохранение завязи, способствовало снижению степени отмирания завязей на 4%, в сочетании с МС Кремом или МС Стартом – на 6%. Наименьшая степень отмирания завязей огурца была отмечена при совместном использовании МС Крема, МС Старта и МС Сета – 12%, что достоверно (на 7%) меньше, чем в контроле.

Недостаток света негативно сказывается на репродуктивных процессах томата, особенно при формировании и функционировании генеративных органов. К началу репродуктивного этапа организм мобилизует внутренние резервы, обеспечивая образующиеся генеративные органы необходимым конституционным энергетическим материалом. Мощный физиологический активный центр – растущий плод – притягивает к себе и аккумулирует лабильные метаболиты. В результате в формировании плодов томата, как в фокусе, отражаются физиоло-

1. Влияние микроудобрений на формирование вегетативных и генеративных органов огурца и томата

Вариант	Площадь листьев, м ² /растение		Степень отмирания завязей огурца, %	Выход стандартной продукции огурца, %	Степень завязываемости плодов томата, %	Средняя масса плода томата, г
	огурец	томат				
Контроль (без обработок)	1,525	1,274	19	81	68	225
МС Крем, 0,3% р-р	1,531	1,281	16	83	72	241
МС Старт, 0,3% р-р	1,534	1,284	16	84	73	239
МС Сет, 0,3% р-р	1,529	1,277	15	85	75	246
МС Крем + МС Старт, 0,3% р-р	1,539	1,291	15	84	72	245
МС Крем + МС Сет, 0,3% р-р	1,535	1,286	13	86	76	252
МС Старт + МС Сет, 0,3% р-р	1,537	1,288	13	85	77	250
МС Крем + МС Старт + МС Сет, 0,3% р-р	1,542	1,294	12	89	80	256
НСР _{0,05}	0,003	0,003	2	2	2	4

2. Влияние микроудобрений на урожайность огурца и томата, кг/м²

Вариант	Огурец		Томат	
	среднее	+/- к контролю	среднее	+/- к контролю
1	26,4	-	12,8	-
2	27,0	0,6	13,4	0,6
3	26,9	0,5	13,5	0,7
4	27,1	0,7	13,7	0,9
5	27,2	0,8	14,1	1,3
6	27,6	1,2	14,3	1,5
7	27,5	1,1	14,2	1,4
8	28,2	1,8	14,9	2,1
НСР _{0,05}	0,4		0,3	

гические нарушения, которые возникают в организме из-за острого недостатка света в осенний период [7]. Степень завязываемости плодов томата при применении микроудобрений увеличилась относительно контроля на 4-12%. Наибольшая завязываемость плодов томата отмечалась на растениях, обработанных одновременно тремя препаратами, и показатель был на 12% больше контроля.

Важная характеристика при оценке образования генеративных органов огурца – это выход стандартной продукции. У некоторых гибридов огурца со второй половины вегетации значительно увеличивается доля нестандартной продукции, а к концу она может составлять 50% и более [8]. У огурца Бьерн F1 выход нестандартной продукции ниже, чем у других гибридов, но может иногда достигать 30% от общего урожая. В опыте количество стандартной продукции в зависимости от варианта варьировало от 81 до 89%. При применении микроудобрений выход стандартной продукции огурца превысил контроль на 2-8%, особенно при совместном применении МС Крема, МС Старта и МС Сета.

Продуктивность томатного растения определяется числом сформировавшихся и созревших плодов, их массой и в большей степени зависит от средней массы плода, чем от числа плодов на растении. Культурные сорта томата делятся на мелкоплодные (60 г), среднеплодные (60-120 г) и крупноплодные

(свыше 120 г, у некоторых сортов – до 800 г и более). Изучаемые в опыте гибриды относятся к крупноплодным томатам. Оригинатор (компания Гавриш) определяет среднюю массу плода томата Таганка F1 массой 220-280 г. Применение микроудобрений способствовало существенному (на 14-31 г) увеличению средней массы плода томата относительно контроля. При однократной обработке томата одним из микроудобрений средняя масса плода была больше, чем в контроле на 14-21 г, при обработке одновременно двумя агрохимикатами – на 20-27 г, а при совместном применении МС Старта, МС Сета и МС Крема – на 31 г.

Результаты учета урожайности огурца и томата выявили высокую эффективность применения изучаемых микроудобрений. При обработке растений только МС Кремом урожайность была на 0,6 кг/м² выше по сравнению с контролем, МС Стартом или МС Сетом – на 0,5-0,9 кг/м². Парное применение агрохимикатов было эффективнее по сравнению с раздельным. При сочетании МС Крема и МС Старта урожайность огурца относительно контроля была выше на 0,8 кг/м², МС Крема и МС Сета – на 1,2 кг/м², МС Старта и МС Сета – на 1,1 кг/м², урожайность томата в этих вариантах была выше на 1,3-1,5 кг/м². Комплексное использование трех микроудобрений способствовало получению максимальной урожайности (огурец – 28,5 кг/м², томат – 14,9 кг/м²), по отношению к контролю показатели были выше соответственно на 1,8 и 2,1 кг/м² (табл. 2).

Таким образом, в условиях защищенного грунта шестой световой зоны установлено, что при применении МС Крема, МС Старта и МС Сета активизировался обмен веществ в растениях огурца и томата и повышалась их стрессоустойчивость к неблагоприятным факторам, в результате чего урожайность культур увеличилась относительно контроля на 0,5-2,1 кг/м². Максимальная урожайность огурца и томата была получена при комплексном применении изученных микроудобрений.

Литература

1. Проскурников Ю.П., Селиванова М.В., Лобанкова О.Ю. Формирование вегетативных и генеративных органов гибридов томата в зависимости от применения удобрений // Естественные и технические науки, 2013, № 5 (67). – С. 95-96.
2. Трухачев В.И., Бинатов Ю.Г., Герасимов А.Н. Развитие концепции импортозамещения в продовольственном комплексе России // Вестник АПК Ставрополя, 2016, спецвыпуск № 1(21.1). – С. 81-87.
3. Селиванова М.В., Сигида М.С. Влияние схем питания на продуктивность капусты белокочанной // Проблемы развития АПК региона, 2016, Т. 1, № 1-1 (25). – С. 78-82.
4. Селиванова М.В., Романенко Е.С., Сосюра Е.А., Есаулко Н.А., Айсанов Т.С. Продуктивность томата при применении микроэлементов и биологически активных веществ // Овощи России, 2017, № 4 (37). – С. 91-95.
5. Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. – М.: ООО Издательство «АгроРус», 2016. – 736 с.
6. Король В.Г. Особенности выращивания и формирования растений гибридов огурца с букетным типом цветения во втором обороте пленочных теплиц в южных районах страны // Вестник овощевода (спец. выпуск), 2011. – С. 19-22.
7. Кудрявцев В.А. Отношение томата к интенсивности света в различные фазы формирования репродуктивных органов // Доклады Академии наук СССР, 1955, Т. 102, № 5. – С. 1035-1038.
8. Портянкин А.Е., Шамшина А.В. Огурец: от посева до урожая / под общ. ред. С.Ф. Гавриша. – М.: ООО «Гибридные семена «Гавриш»», 2010. – 400 с.

ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ПО ТЕХНОЛОГИИ NO-TILL В УСЛОВИЯХ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ

А.Н. Есаулко, д.с.-х.н., С.А. Коростылев, к.с.-х.н. М.С. Сигида, к.с.-х.н., Е.В. Голосной, к.с.-х.н.
Ставропольский государственный аграрный университет, e-mail: aesaulko@yandex.ru

Представлены результаты по влиянию технологии no-till на динамику показателей почвенно-плодородия в различных почвенно-климатических зонах Ставропольского края. Независимо от срока наблюдения и зоны исследований обеспечивали большую разность между слоями почвы 0-10 и 10-20 см по реакции почвенного раствора на 0,13-0,20 ед., по содержанию гумуса на 0,18-0,45%, подвижного фосфора на 4,1-11,2 мг/кг и обменного калия на 26-124 мг/кг почвы, тогда как на вариантах с традиционной технологией данная разность нивелируется в пределах 0,01-0,07 ед., 0,02-0,12%, 0,2-2,4 мг/кг и 1-23 мг/кг почвы соответственно. Технология no-till способствовала увеличению продуктивности севооборота в засушливой зоне и зоне неустойчивого увлажнения относительно традиционной технологии на 0,63 и 0,49 т/га зерновых единиц соответственно, тогда как в условиях зоны умеренного увлажнения технология no-till снижала продуктивность на 0,73 т/га зерновых единиц.

Ключевые слова: технология no-till, обработка почвы, плодородие почвы, севооборот, Ставропольский край.

DYNAMICS OF AGROCHEMICAL INDICATORS OF SOIL FERTILITY AT CULTIVATION OF AGRICULTURAL CROPS FOR THE NO-TILL TECHNOLOGY IN CONDITIONS OF THE STAVROPOL REGION

Dr.Sci. A.N. Esaulko, Ph.D. S.A. Korostylev, Ph.D. M.S. Sigida, Ph.D. E.V. Golosnoi
Stavropol State Agrarian University, e-mail: aesaulko@yandex.ru

The article presents the results on the impact of no-till technology on the dynamics of soil fertility in different soil and climatic zones of the Stavropol territory. Regardless of the observation period and the study zone, a large difference between soil layers 0-10 and 10-20 cm was provided by the reaction of the soil solution by 0.13-0.20 units, humus content by 0.18-0.45%, mobile phosphorus by 4.1-11.2 mg/kg and exchangeable potassium by 26-124 mg/kg soil, whereas in versions with traditional technology this difference is leveled within 0,01-0,07 units, 0,02-0.12%, 0.2-2.4 mg/kg and 1-23 mg/kg soil, respectively. It was found that the no-till technology has increased crop rotation productivity in the dry zone and the zone of unstable moisture relative to the traditional technology by 0,63 and 0,49 t/ha of grain units, respectively, whereas in the zone of moderate moistening the no-till technology has reduced the productivity of 0.73 t/ha of grain units.

Keywords: the no-till technology, soil treatment, soil fertility, crop rotation, Stavropol territory.

Важным звеном в системе мероприятий по обеспечению высокой культуры земледелия, повышению плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур служит рациональная обработка почвы, благодаря которой улучшается ее воздушный, водный, тепловой и питательный режимы, регулируются в желательном направлении биологические процессы и темпы минерализации органических веществ, уничтожаются сорняки, болезни и вредители сельскохозяйственных растений, создаются условия для защиты почвы от эрозии и проведения высококачественного сева [1-3]. Однако все адаптированные системы обработки почвы

имеют один общий недостаток, они очень энергоемки. Поэтому широко начала внедряться эколого- и энергосберегающая технология no-till, которая получила широкое применение на 100 млн. га. в Бразилии, Аргентине, США, Канаде, Австралии, Франции и других странах. Сейчас эта технология проходит активную проверку в Украине, России и Казахстане [4-6].

Прямой посев полевых культур находит все большее распространение на полях Ставрополья. Первые шаги в этом направлении показали, что при прямом посеве урожайность культуры не снижается, а в ряде случаев повышается по сравнению с техно-

логией интенсивной механической обработки почвы. При этом необходимо иметь в виду, что прямой посев полевых культур предотвращает эрозионные процессы, увеличивает стабильность производства сельскохозяйственной продукции. Некоторые предприятия уже полностью перешли на прямой посев и не снизили, а наоборот, повысили как урожайность, так и валовые сборы продукции [7, 8].

Цель исследования – изучение влияния технологии no-till на агрохимические показатели плодородия почв в различных почвенно-климатических зонах Ставропольского края.

Объекты и методы исследования. Ставропольский край расположен в Центральном Предкавказье, что существенно отражается на его природных условиях и почвенном покрове. В соответствии с типами почв, территория Ставропольского края в почвенном отношении делится на три зоны: зону черноземов, зону каштановых почв и зону горных почв. Зона черноземов занимает около 40% территории края. Черноземная зона края неоднородна и подразделяется на две ландшафтно-обособленные подзоны: лугово-степных и степных почв. В пределах первой распространены выщелоченные и типичные черноземы, в пределах второй – обыкновенные и южные черноземы. К востоку от черноземов вплоть до административных границ края расположены почвы каштанового типа. Они занимают 48% территории края. На западе этой подзоны расположены темно-каштановые почвы, особенно по вершинам увалов и водораздельных плато, на склонах преобладают каштановые почвы [9, 10]. На территории края отчетливо выражено снижение влажности и повышение температуры с запада и юго-запада на восток и северо-восток, что условно позволило выделить четыре агроклиматических зоны: крайне-засушливая, засушливая, неустойчивого увлажнения и умеренного увлажнения с различными микрizonaми. Это дает возможность в определенной степени экстраполировать полученные данные наших исследований на сходные почвенно-климатические зоны регионов Юга России.

Исследования проводили с 2012 по 2017 г. в условиях трех зон Ставропольского края – засушливой, неустойчивого и умеренного увлажнения.

Засушливая зона. Почвенный покров территории ООО «Добровольное» Ипатовского района – представлен черноземами южными, характеризующимися низкой (3,5%) обеспеченностью гумусом, средней (30 мг/кг) – подвижным фосфором, повышенной (389 мг/кг) – обменным калием. Реакция почвенного раствора слабощелочная (рН 7,8). По климатическим условиям территория расположена во второй почвенно-климатической зоне Ставропольского края, характеризующейся засушливым континентальным климатом (ГТК 0,7-0,9), со средней годовой суммой осадков 428 мм, из них за теп-

лый период 70%.

Зона неустойчивого увлажнения. Почва земледельческого ООО «Красносельское» Грачевского района представлена черноземом обыкновенным, который типичен для зоны неустойчивого увлажнения. Имеет довольно плотное сложение 1,15-1,31 г/см³. Содержание гумуса в слое 0-20 см составляет 3,3%, подвижного фосфора – 22 мг/кг почвы, калия – 255 мг/кг почвы. Реакция почвенного раствора в верхнем горизонте щелочная (рН 8,0). Климат характеризуется как континентальный с умеренным увлажнением (ГТК 0,9-1,1). Средняя многолетняя сумма осадков 449 мм. Сумма активных температур составляет 2800-3100°С. Среднегодовая температура воздуха +10°С.

Зона умеренного увлажнения. Исследования проведены на опытном поле учебно-опытного хозяйства Ставропольского ГАУ. Средняя многолетняя сумма осадков составляет 551 мм. Среднегодовая температура 9,2°С, сумма температур за период со среднесуточными температурами воздуха более +10°С – 3000-3200°С. Гидротермический коэффициент 1,1-1,3. Почвенный покров опытной станции представлен черноземом выщелоченным мощным малогумусным тяжелосуглинистым. Содержание гумуса в пахотном горизонте 5,2-5,5%, подвижного фосфора – 22-26 мг/кг, обменного калия – 220-280 мг/кг. Реакция почвенного раствора – от слабокислой до нейтральной (рН 5,9-7,1). Почвы включают комплексы засоленных почв, представленные обыкновенными остаточными солонцеватыми черноземами, подверженными слеживаемости пахотного горизонта и уплотнению почвенного профиля, отличающиеся вязкостью и липкостью [10].

В хозяйствах заложены полевые опыты по изучению влияния технологии no-till и традиционной технологии на показатели почвенного плодородия. Кроме того в севооборотах под все изучаемые культуры проведена оптимизация систем удобрения согласно почвенно-климатическим условиям и особенностям питания растений [11-13].

При возделывании озимых культур по технологии no-till после уборки предшественников проводили 1 обработку глифосатсодержащими гербицидами сплошного действия, а для зернобобовых и пропашных культур – 2 обработки этими же гербицидами с помощью самоходного опрыскивателя Pantera-Amazone, John Deere 4630, Kuhn Atlantique 3200 (норма расхода препарата 2,0 л/га). Сроки обработки – через месяц после уборки предшественника и за месяц до сева. Сев пропашных культур с одновременным внесением комплексных удобрений осуществляли сеялкой марки Gherardi G 208, Kinze 3000, культур сплошного сева – VNB-RB 5300, Super Walter W630, Добрыня. Уборку проводили комбайнами New Holland.

По традиционной технологии применяли рекомендованные для зон Ставропольского края технологии и технологические приемы возделывания сельскохозяйственных культур. Во время вегетации растений, вне зависимости от технологии, применяли рекомендованную схему защиты растений согласно ЭПВ вредных объектов.

В засушливой агроклиматической зоне исследования проводили в севообороте (горох – озимая пшеница – кукуруза на зерно – озимая пшеница) с насыщенностью NPK – 140 кг/га, в том числе N – 80, P – 60, K – 0.

В зоне неустойчивого увлажнения исследования проводили в шестипольном севообороте (кукуруза на зерно – озимая пшеница – озимый рапс – озимая пшеница – подсолнечник – озимый ячмень) с насыщенностью NPK – 160 кг/га, в том числе N – 80, P – 70, K – 10.

В зоне умеренного увлажнения исследования проводили в восьмипольном севообороте (горох – озимая пшеница – рапс – озимая пшеница – кукуруза на зерно – озимая пшеница – подсолнечник – озимая пшеница) с насыщенностью NPK – 180 кг/га, в том числе N – 90, P – 70, K – 20.

В ходе научно-исследовательских работ, приуроченных к основным фазам развития возделываемых культур, по общепринятым методикам определяли реакцию почвенного раствора (ГОСТ 26423-85); содержание органического вещества по методу Тюрина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91); содержание подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26205-91). Урожай возделываемых культур учитывали методом механизированной уборки с последующим пересчетом на стандартную влажность и чистоту по методике Госсортоиспытания (1983). Экономическую эффективность производства сельскохозяйственной продук-

ции рассчитывали по традиционной методике с использованием технологических карт и действующих нормативных затрат и цен.

Результаты. Агрохимический анализ почвенных образцов позволил установить ряд особенностей, на которые оказали влияние изучаемые факторы. Данные реакции почвенного раствора в течение всего исследуемого периода в зависимости от зоны соответствовали нейтральной и слабощелочной реакции pH (табл. 1).

С 2015 по 2017 г. независимо от агроклиматической зоны на вариантах с применением технологии no-till наблюдалось неуклонное увеличение показателей реакции почвенного раствора вниз по профилю почвы на 0,29-0,40 ед. На вариантах с технологией no-till прослеживалась более сильная дифференциация между исследуемыми слоями почвы по реакции pH, составившая в засушливой зоне 0,11-0,20 ед., в зоне неустойчивого увлажнения – 0,12-0,19 ед. и в зоне умеренного увлажнения – 0,13-0,24 ед., тогда как на аналогичных вариантах традиционной технологии данная разница в зависимости от зоны исследований находилась в пределах 0,01-0,08 ед.

В формировании почвенного плодородия важная роль принадлежит органическому веществу, запасы и состав которого практически определяют все агрохимические свойства и продуктивность почв (табл. 2).

За период исследований отмечается неуклонное увеличение содержания гумуса в слое почвы 0-10 см на вариантах с технологией no-till, которое составило в зависимости от зоны 0,14-0,30%. Варианты с технологией no-till способствовали большему содержанию гумуса в слое почвы 0-10 см по сравнению с аналогичными показателями традиционной технологии и разница в среднем по опыту в зависимости от зоны составила 0,08-0,65%. За анализируемый период времени по обеим технологиям

1. Влияние технологий возделывания на динамику реакции почвенного раствора, ед.

Технология	Слой почвы, см	Засушливая зона			Зона неустойчивого увлажнения			Зона умеренного увлажнения		
		2012 г.	2015 г.	2017 г.	2012 г.	2015 г.	2017 г.	2012 г.	2015 г.	2017 г.
Традиционная	0-10	7,50	7,51	7,54	7,26	7,11	7,23	6,75	6,66	6,57
	10-20	7,51	7,49	7,51	7,33	7,07	7,20	6,80	6,69	6,63
	20-30	7,55	7,56	7,57	7,38	7,15	7,25	6,83	6,77	6,69
no-till	0-10	7,40	7,53	7,46	7,04	6,78	6,53	6,83	6,74	6,66
	10-20	7,60	7,72	7,63	7,21	6,97	6,68	6,99	6,87	6,82
	20-30	7,77	7,83	7,75	7,33	7,12	6,82	7,17	7,04	7,06

2. Влияние технологий возделывания на динамику содержания гумуса в почве, %

Технология	Слой почвы, см	Засушливая зона			Зона неустойчивого увлажнения			Зона умеренного увлажнения		
		2012 г.	2015 г.	2017 г.	2012 г.	2015 г.	2017 г.	2012 г.	2015 г.	2017 г.
Традиционная	0-10	3,31	3,22	3,25	3,37	3,35	3,40	4,85	4,92	4,78
	10-20	3,28	3,17	3,27	3,31	3,31	3,33	4,79	4,86	4,66
	20-30	3,26	3,13	3,22	3,28	3,25	3,30	4,77	4,79	4,62
no-till	0-10	3,60	3,83	3,90	3,46	3,52	3,60	4,93	5,11	5,22
	10-20	3,42	3,51	3,50	3,24	3,33	3,37	4,71	4,66	4,79
	20-30	3,25	3,35	3,29	3,07	3,15	3,22	4,59	4,48	4,60

3. Влияние технологий возделывания на динамику содержания подвижного фосфора в почве, мг/кг

Технология	Слой почвы, см	Засушливая зона			Зона неустойчивого увлажнения			Зона умеренного увлажнения		
		2012 г.	2015 г.	2017 г.	2012 г.	2015 г.	2017 г.	2012 г.	2015 г.	2017 г.
Традиционная	0-10	32,3	28,6	27,7	27,8	28,8	28,5	24,7	23,1	24,7
	10-20	33,1	26,9	25,5	26,4	29,0	26,1	23,5	25,0	25,0
	20-30	24,4	21,1	21,9	20,1	21,4	20,0	16,5	17,0	16,0
no-till	0-10	37,2	34,5	34,0	30,6	32,4	33,9	26,1	25,0	26,1
	10-20	26,0	24,3	25,1	24,2	24,9	25,7	22,0	20,3	20,1
	20-30	22,2	21,0	22,3	19,1	18,2	19,7	18,0	16,1	17,5

во всех зонах наблюдалась тенденция уменьшения содержания гумуса вниз по слоям почвы. Варианты с технологией no-till обеспечивали большую разницу в содержании гумуса между всеми исследуемыми слоями почвы в среднем по опыту на 0,12-0,45% в зависимости от зоны и срока наблюдения, тогда как на вариантах с традиционной технологией данная разница нивелируется в пределах 0,02-0,12%. Наибольшее содержание гумуса в почве независимо от слоя почвы и технологии фиксировалось на черноземе выщелоченном в зоне умеренного увлажнения.

Анализируя данные, представленные в таблице 3, необходимо отметить, что по содержанию подвижного фосфора в почве максимальные показатели независимо от зоны и срока исследований фиксировались в слое почвы 0-10 см на вариантах с применением технологии no-till. Тогда, как на вариантах с традиционной технологией наибольшие показатели подвижного фосфора в исследуемом профиле почвы наблюдались в зависимости от зоны слоев почвы 0-10 и 10-20 см соответственно. Также следует отметить, что на вариантах с no-till в слое почвы 0-10 см в течение анализируемого периода фиксировалось более высокое содержание подвижного фосфора по сравнению с традиционной обработкой почвы и разница в зависимости от зоны находилась в пределах 4,9-6,3; 2,8-5,4 и 1,4-1,9 мг/кг почвы соответственно. Необходимо также сказать, что за анализируемый период по технологии no-till во всех зонах наблюдалась тенденция снижения содержания подвижного фосфора вниз по профилю почвы. На вариантах с традиционной технологией отмечается более равномерное содержание элемента между слоями почвы 0-10 и 10-20 см. Так, разница в

засушливой зоне фиксировалась в пределах 0,8-2,2 мг/кг, в зоне неустойчивого увлажнения – 0,2-2,4 мг/кг, в зоне умеренного увлажнения – 0,3-1,9 мг/кг почвы. В свою очередь на вариантах с технологией no-till прослеживалась более сильная разница между аналогичными слоями почвы по содержанию подвижного фосфора, которая в среднем по опыту составила 4,1-11,2 мг/кг почвы.

Исследование почвенных образцов позволило установить особенности динамики накопления обменного калия в зависимости от изучаемых технологий, зон и слоев почвы (табл. 4).

Динамика содержания обменного калия в почве только на вариантах с no-till имела тенденцию снижения к нижнему слою и в зависимости от зоны данное снижение находилось в пределах 63-159 мг/кг почвы. На вариантах с no-till в слое почвы 0-10 см отмечалось более высокое содержание калия по сравнению с традиционной обработкой почвы и разница в зависимости от зоны составила – 8-104 мг/кг почвы. Нами отмечена более сильная дифференциация между слоями почвы 0-10 и 10-20 см по содержанию обменного калия на вариантах с no-till в течение всего периода исследований по сравнению с традиционной обработкой и в среднем по опыту разница между слоями составляла 26-124 мг/кг почвы, в то время как на соответствующих вариантах традиционной технологии данная разница была в пределах 1-23 мг/кг почвы.

Погодные условия в период вегетации сельскохозяйственных культур оказывают значительное влияние на урожайность растений, в свою очередь технологии возделывания также оказали влияние на формировании продуктивности севооборота (табл. 5).

4. Влияние технологий возделывания на динамику содержания обменного калия в почве, мг/кг

Технология	Слой почвы, см	Засушливая зона			Зона неустойчивого увлажнения			Зона умеренного увлажнения		
		2012 г.	2015 г.	2017 г.	2012 г.	2015 г.	2017 г.	2012 г.	2015 г.	2017 г.
Традиционная	0-10	314	355	303	366	344	384	260	251	272
	10-20	320	354	326	362	346	372	251	267	259
	20-30	281	249	276	301	284	293	210	212	207
no-till	0-10	365	355	343	449	448	355	268	272	281
	10-20	331	306	286	375	324	300	242	231	215
	20-30	249	231	249	315	289	271	205	200	194

5. Продуктивность севооборота в зависимости от технологии возделывания, т/га зерн.ед.

Технология	Засушливая зона	Зона неустойчивого увлажнения	Зона умеренного увлажнения
Традиционная	4,58	4,96	4,95
no-till	5,21	5,45	4,22

Анализируя данные продуктивности севооборота (табл. 5) в зависимости от технологии возделывания, необходимо отметить, что технология no-till способствовала увеличению продуктивности севооборота в засушливой зоне и зоне неустойчивого увлажнения относительно традиционной технологии на 0,63 и 0,49 т/га зерн.ед. соответственно, тогда как в условиях зоны умеренного увлажнения технология no-till снижала продуктивность на 0,73 т/га зерн.ед.

Таким образом, технология no-till независимо от срока наблюдения и зоны исследований обеспечивала большую разность между слоями почвы 0-10 и 10-20 см по реакции почвенного раство-

ра на 0,13-0,20 ед., по содержанию гумуса на 0,18-0,45%, подвижного фосфора на 4,1-11,2 мг/кг и обменного калия на 26-124 мг/кг почвы, тогда как на вариантах с традиционной технологией данная разность была в пределах 0,01-0,07 ед., 0,02-0,12%, 0,2-2,4 мг/кг и 1-23 мг/кг почвы соответственно. Технология no-till способствовала увеличению продуктивности севооборота в засушливой зоне и зоне неустойчивого увлажнения относительно традиционной технологии на 0,63 и 0,49 т/га зерн.ед. соответственно, тогда как в условиях зоны умеренного увлажнения технология no-till снижала продуктивность на 0,73 т/га зерн.ед.

Литература

1. Трухачев В.И., Пенчуков В.М. Системы земледелия Ставрополья и их совершенствование // Вестник АПК Ставрополья, 2015, № S2. – С. 4-8.
2. Дорожко Г.Р., Власова О.И., Сентябрев А.А. О рациональном использовании пашни на Ставрополье // Вестник АПК Ставрополья, 2016, № 3 (23). – С. 160-162.
3. Белолова А.А., Громова Н.В., Устименко Е.А. Экологические условия произрастания сельскохозяйственных культур на солонцевато-слитых черноземах // Применение современных ресурсосберегающих инновационных технологий в АПК: сб. науч. тр. по материалам III Международной науч.-практ. конф., 2013. – С. 24-27.
4. Дорожко Г.Р., Пенчуков В.М., Передериева В.М., Власова О.И., Вольтерс И.А., Тивиков А.И. Ресурсосберегающее земледелие Ставрополья: монография. – Ставрополь: Агрус, 2012. – 292 с.
5. Подколзин А.И., Шкабарда С.Н. Состояние и динамика изменения поглощающего комплекса почв центрального Предкавказья // Агрехимия, 2008, № 1. – С. 16-25.
6. Дридигер В.К., Дрепа Е.Б., Матвеев А.Г. Влияние технологии No-Till на содержание продуктивной влаги и плотность чернозема выщелоченного Центрального Предкавказья // Современные проблемы науки и образования, 2015, № 1-2. – С. 283.
7. Трухачев В.И., Есаулко А.Н., Сигида М.С., Дорожко Г.Р., Цховребов В.С., Дридигер В.К., Власова О.И., Шутко А.П., Романенко Е.С., Коростылев С.А., Передериева В.М., Фаизова В.И., Дрепа Е.Б., Голосной Е.В., Вольтерс И.А., Тутуржанс Л.В., Саленко Е.А., Воскобойников А.В., Матвеев А.Г., Голосная Е.Л., Ожередова А.Ю. Внедрение технологии No-till с целью сохранения плодородия почвы и повышения эффективности сельскохозяйственного производства в различных почвенно-климатических зонах Юга России: методические рекомендации. – Ставрополь: Ставропольский ГАУ, 2017. – 48 с.
8. Есаулко А.Н., Сычев В.Г., Сигида М.С., Голосной Е.В., Коростылев С.А., Ожередова А.Ю. Внедрение технологии no-till в Ставропольском крае: проблемы и перспективы / Эволюция и деградация почвенного покрова: сборник научных статей по материалам V Международной научной конференции (Ставрополь, 19-22 сентября 2017). – Ставрополь: ООО «СЕКВОЙЯ», 2017. – С. 98-100.
9. Устименко Е.А., Минина Е.П., Гуруева А.Ю. Влияние погодных условий на эффективность программирования продуктивности озимой пшеницы в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края / Современные ресурсосберегающие инновационные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в Северо-Кавказском федеральном округе: сб. науч. тр. – Ставрополь: СтГАУ, 2012. – С. 85-88.
10. Цховребов В.С. Фаизова В.И. Почвы и климат Ставрополья // Вестник АПК Ставрополья, 2015, № S2. – С. 21-34.
11. Подколзин А.И., Подколзин О.А., Шкабарда С.Н. Реакция среды почвенного раствора земель агроландшафтов Ставропольского края // Агрехимический вестник, 2007, № 4. – С. 24-27.
12. Устименко Е.А. Оптимизация применения доз и способов внесения азотных удобрений под озимые культуры в Ставропольском крае // Молодые ученые СКФО для АПК региона и России: сб. науч. тр. по материалам II межрегиональной науч.-практ. конф., 2013. – С. 41-43.
13. Гуруева А.Ю. Влияние агрохимических принципов программирования на динамику азота, фосфора и калия в растениях озимой пшеницы / Молодежь, Наука, Творчество: сб. науч. тр. – Ставрополь: СтГАУ, 2015. – С. 100-104.

ПРИЕМЫ СНИЖЕНИЯ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ПЕСТИЦИДОВ В ЗЕРНЕ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПО РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИМ ТЕХНОЛОГИЯМ

С.Д. Гилев, к.с.-х.н., И.Н. Цымбаленко, к.с.-х.н., А.Н. Копылов, к.с.-х.н.,
А.Ю. Кекало, к.с.-х.н., А.С. Филиппов, к.с.-х.н.

Уральский федеральный аграрный НИЦ УрО РАН, e-mail: kniish@ketovo.zaural.ru

Представлен анализ данных по остаточным количествам действующих веществ пестицидов в зерне яровой пшеницы. Оценены риски химического прессинга в условиях перехода на ресурсосберегающие технологии возделывания. Полевыми экспериментами и лабораторными исследованиями установлено, что количество действующих веществ гербицидов Торнадо 500, Магнум, Ларен про, Мортира, Банвел и Скорпио супер, применяемых при возделывании яровой пшеницы, не превышало предельно допустимых концентраций в зерне, что дает основание считать это зерно безопасным для использования в продовольственных целях. Вызывает опасение применение препаратов, содержащих сложный эфир 2,4-Д и тебуконазол. Для снижения рисков получения урожая зерна с остаточными количествами можно применять вместо 2,4-Д гербицид на основе дикамбы или препараты группы сульфонилмочевин. Фунгицидная защита посевов чаще всего требуется с фазы выхода флагового листа, при соблюдении данного регламента опасности загрязнения зерна тебуконазолом не отмечалось. В случае необходимости более позднего применения фунгицидов безопаснее использовать для этой цели препараты на основе пропиконазола.

Ключевые слова: яровая пшеница, ресурсосберегающие технологии, гербициды, фунгициды, остаточные количества пестицидов в зерне.

TECHNIQUES FOR REDUCTION OF PESTICIDE RESIDUES IN THE GRAIN IN THE CULTIVATION OF SPRING WHEAT ON SAVING TECHNOLOGIES

Ph.D. S.D. Gilev, Ph.D. I.N. Tsymbalenko, Ph.D. A.N. Kopylov, Ph.D. A.Yu. Kekalo, Ph.D. A.S. Filippov
Ural Federal Agrarian Scientific-Research Centre of Ural Branch of the RAS, e-mail: kniish@ketovo.zaural.ru

Data on residual quantities of active substances of pesticides in wheat grain are analyzed in the article. The risks of chemical pressure in the conditions of transition to resource-saving cultivation technologies are estimated. Field experiments and laboratory studies have established that the amount of active substances of herbicides Tornado 500, Magnum, Laren pro, Mortira, Banvel and Scorpio super used in the cultivation of spring wheat did not exceed the maximum permissible concentrations in the grain, which gives reason to consider this grain safe for use for food purposes. The use of preparations containing 2,4-D ester and tebuconazole is a cause for concern. To minimize the risks of obtaining a grain yield with residual quantities, it is possible to use instead of 2,4-D herbicide based on dicamba or sulfonylurea group preparations. Fungicidal protection of crops is most often required from the phase of the output of the flag leaf, and in compliance with this regulation, the risk of contamination of grain with tebuconazole was not noted. In case of need of later application of fungicides it is safer to use for this purpose preparations on the basis of propiconazole.

Keywords: spring wheat, resource-saving technologies, herbicides, fungicides, residual quantities of pesticides in grain.

Земледельцы Зауралья, основную территорию которого занимает Курганская область, широко применяют технологии возделывания зерновых культур на основе бесплужных способов обработки почвы, что ведет к усилению засоренности полей и

изменению видового состава сорняков. В допосевной период на полях с минимальными способами обработки, а также на стерневых фонах доминирующее положение стали занимать зимующие виды сорняков. Поэтому наряду с традиционной защитой

посевов пшеницы от сорняков путем химической прополки возникает необходимость применения препаратов общеистребительного действия перед посевом зерновых культур, а также в паровых полях [1]. Участившиеся в последние годы эпифитотии бурой ржавчины пшеницы (*Puccinia recondite*) и мучнистой росы (*Blumeria graminis*) уносят значительную часть урожая, если не применять средства защиты. В результате количество химических обработок и ассортимент пестицидов значительно возросли по сравнению с периодом, когда применяли традиционную (классическую) технологию. При таком прессинге химических средств на почву и растения возникает необходимость контроля качества продукции растениеводства. Однако качеству зерна на наличие в нем остаточного количества пестицидов уделяется недостаточно внимания. Научных данных по этому вопросу мало, и они противоречивы. Большинство результатов свидетельствует, что при соблюдении всех регламентов применения пестицидов уровень вредных химических веществ в зерне яровой пшеницы находится в пределах допустимых концентраций и не представляет опасности для человека. Объясняется это тем, что, например, гербициды преимущественно накапливаются в листьях защищаемой культуры, где за 2-3 недели происходит их деструкция, а аккумуляция в репродуктивных органах отмечена лишь в случае высоких доз или многократных обработок [2]. По данным исследований в Тюменской области [3] и в лесостепной зоне Западной Сибири [4] установлено, что длительное применение пестицидов в рекомендуемых дозах не ухудшает качество получаемой растениеводческой продукции. В то же время в зерне хлебных злаков, культивируемых в других регионах России, обнаружено превышение максимально допустимого уровня по хлорпикрину, диалену и следовые количества глифосата [5].

Цель исследований – выявить остаточное количество пестицидов и разработать приемы, позволяющие снизить их содержание в зерне яровой пшеницы при использовании ресурсосберегающих технологий.

Методика исследований. В 2016 и 2017 гг. образцы зерна яровой пшеницы для анализа на остаточные количества (ОК) пестицидов отбирали в трехпольном зернопаровом севообороте (стационарный опыт), где разрабатывают ресурсосберегающие технологии с разной интенсивностью применения средств химизации. Паровые поля обрабатывали тремя способами: химическим (двухкратная обработка смесью гербицидов Торнадо 500, 1,5 л/га + Магnum, 10 г/га), комбинированным (гербицидная обработка аналогичными препаратами и две культивации), классическим (основная обработка – вспашка). В борьбе с зимующими сорняками перед посевом первой и второй пшеницы после пара поля об-

рабатывали глифосатом. Химическую прополку посевов в период кущения пшеницы проводили баковой смесью гербицидов Эстерон (0,7 л/га), Магnum (5 г/га) и Скорпио супер (0,6 л/га). Для защиты от болезней применяются фунгициды: в 2016 г. – Колосаль про (0,4 л/га), в 2017 г. – Фалькон (0,6 л/га). В 2017 г. в мелкоделяночном опыте дополнительно к стационарному в качестве средств защиты посевов пшеницы от сорняков применяли гербициды Банвел (0,3 л/га), Мортира (20 г/га) и Ларен про (10 г/га). От болезней посевы в мелкоделяночном опыте также защищали фунгицидами Фалькон (0,6 л/га) и Колосаль про (0,4 л/га), но их применяли в более раннюю фазу (начало выхода флагового листа), чем в стационарном опыте (фаза колошения).

Образцы зерна урожая 2016 г. исследовали на содержание ОК глифосата, 2,4-Д, метсульфурон-метила, феноксапроп-п-этила, пропиконазола и тебуконазола в испытательной лаборатории филиала ФГБУ «Российский сельскохозяйственный центр» по Тюменской области. В этой же лаборатории в 2017 г. был проведен анализ зерна урожая 2017 г. со стационарного опыта на остаточные количества глифосата, 2,4-Д, метсульфурон-метила и тебуконазола. В аналогичной лаборатории Республики Башкортостан анализировали образцы зерна с мелкоделяночных опытов урожая 2017 г., в которых определяли ОК дикамбы, трибенурон-метила, метсульфурон-метила и тебуконазола. Остаточное количество препаратов в зерне рассматривали относительно максимально допустимого уровня (МДУ) по техническому регламенту Таможенного союза «О безопасности зерна» ТР ТС 015/2011 (с изменениями на 16 мая 2016 г.) [6].

Вегетационный период 2016 г. отличался контрастными погодными условиями: май – засушливый, июнь-июль – влажные, количество осадков за этот период превысило норму в три раза, что вызвало активное развитие мучнистой росы, бурой листовой и стеблевой ржавчин, в августе, наоборот, установилась длительная засуха. В 2017 г. на фоне хорошей влагообеспеченности в начале вегетационного периода отмечался недобор тепла. В мае выпало 58 мм осадков (176% нормы), температурный режим оказался на 0,5°C ниже нормы. Июнь характеризовался достаточным количеством влаги и температурным режимом в пределах нормы (16,0-19,3°C). Первые две декады июля отличались обилием влаги, что способствовало формированию большой вегетативной массы яровой пшеницы, развитию мучнистой росы и бурой ржавчины. В третьей декаде августа температурный режим превысил норму на 5,4°C, установилась жаркая погода.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный маломощный малогумусный (3,6-4,9% по Тюрину) среднесуглинистого гранулометрического состава. В пахотном слое содержание валового азота составля-

ло 0,20-0,24%, подвижных форм фосфора 52-81, калия 197 мг/кг почвы (по Чирикову), рН_{KCl} 6,4-6,5.

Результаты и их обсуждение. В процессе лабораторных исследований установлено, что в зерне яровой пшеницы урожая 2016 г., возделываемой в севообороте по различным технологиям с комплексным применением средств химизации, обнаружены остаточные количества всех применяемых пестицидов (табл. 1). Содержание глифосата составило от 0,01 до 0,08 мг/кг, что значительно ниже максимально допустимого уровня (3,0 мг/кг). Следует отметить, что независимо от технологии возделывания пшеницы (способа обработки почвы, количества и сроков химобработок) концентрация данного гербицида в зерне оставалась на низком уровне: на фоне химического пара (две обработки гербицидами) – 0,06 мг/кг, комбинированного (одна обработка) – 0,028 и черного, где гербицид применяли перед посевом пшеницы, – 0,08 мг/кг. Низкое содержание глифосата (0,01 мг/кг) зафиксировано и в зерне второй пшеницы после пара в варианте с осенней вспашкой, которая ускорила процессы распада пестицида за счет повышенной активности почвенной биоты. По данным ряда авторов [4, 7], вспашка, внесение в почву органических удобрений, соломы и соблюдение оптимальных норм минеральных удобрений повышают устойчивость растений к воздействию глифосатсодержащих гербицидов и способствуют ускоренному их распаду, что также подтверждают результаты наших исследований: ОК гербицидов на основе глифосата в условиях Зауралья не накапливаются в зерне пшеницы выше МДУ при использовании этих препаратов для подготовки паровых полей и при допосевной химпрополке.

Относительно безопасными были гербициды из класса сульфонилмочевин. После применения препаратов Магнум (в половинной дозе 5 г/га), Ларен про (в полной норме 10 г/га) и Мортира (20 г/га) содержание метсульфурон-метила и трибенурон-метила в анализируемых пробах зерна яровой пше-

ницы составило менее 0,01 мг/кг, что ниже МДУ для этих действующих веществ. Выводы ряда исследователей [8, 9] о том, что данный тип гербицидов за счет низких доз применения и более быстрых темпов разложения является умеренно опасным для окружающей среды, подтвердились и результатами наших исследований. Остаточное количество феноксапроп-п-этила (действующее вещество гербицида Скорпио супер) также обнаруживалось в зерне ниже МДУ (0,01 мг/кг), за исключением зерна пшеницы, возделываемой по химическому пару, где содержание феноксапроп-п-этила превысило норму на 0,01 мг/кг.

Более жесткие гигиенические требования предъявляются к гербицидам группы 2,4-Д, присутствие которых в зерне не допускается. Однако во всех изучаемых нами вариантах технологий возделывания яровой пшеницы зафиксировано наличие остаточного количества 2,4-Д с содержанием от 0,06 до 0,16 мг/кг. Причиной этого стала жаркая сухая погода августа 2016 г., которая наряду с ускорением процессов созревания могла способствовать более медленному разложению остаточных количеств гербицида в зерне. Видимо, в неустойчивых по увлажнению условиях Зауралья с относительно коротким вегетационным периодом и часто повторяющимися засухами риск загрязнения зерна ОК 2,4-Д вполне вероятен. Согласно техническому регламенту Таможенного союза, такое зерно может быть использовано только на кормовые цели для скота, поскольку для этой категории зерна допустимо содержание ОК 2,4-Д в пределах 0,6 мг/кг [6].

Вызывают опасение высокие остаточные количества в зерне тебуконазола – действующего вещества фунгицида Колосаль про, особенно на вариантах черного пара (0,70 мг/кг), в то время как количество пропиконазола оказалось ниже МДУ.

Для уточнения полученных результатов исследований 2016 г. проведен повторный анализ зерна 2017 г., выращенного в стационарном опыте. По данным таблицы 2, наблюдаются аналогичные закономерности по остаточному количеству пестицидов в зерне с

1. Содержание остаточных количеств пестицидов в зерне пшеницы, возделываемой в зернопаровом севообороте с применением средств химизации (2016 г.), мг/кг

Пар и способ основной обработки почвы	Глифосат	2,4-Д	Метсульфурон-метил	Феноксапроп-п-этил	Пропиконазол	Тебуконазол*
Максимально допустимый уровень (МДУ)	3,0	не допускается	0,05	0,01	0,1	0,2
Пшеница по пару						
Черный**	0,08	0,13	менее 0,01	менее 0,01	менее 0,01	0,70
Комбинированный**	0,028	0,14	менее 0,01	менее 0,01	менее 0,01	0,15
Химический**	0,06	0,16	менее 0,01	0,02	менее 0,01	менее 0,01
Вторая пшеница после пара на фоне N60						
Вспашка	0,01	0,07	менее 0,01	менее 0,01	менее 0,01	0,30
Без обработки почвы	0,04	0,06	менее 0,01	менее 0,01	менее 0,01	0,24

* фунгицид Колосаль про применен в фазе колошения пшеницы.

** суммарная пестицидная нагрузка в севообороте в технологии с черным паром составила 2416 г д.в/га, с комбинированным паром – 3166 г д.в/га, с химическим – 4128 г д.в/га.

2. Содержание остаточного количества химических веществ в зерне яровой пшеницы при комплексном применении средств химизации в стационарном опыте (2017 г.), мг/кг

Технология возделывания	Пар и способ основной обработки почвы	Глифосат	2,4-Д	Метсульфурон-метил	Тебуконазол*
<i>Максимально допустимый уровень (МДУ)</i>		3,0	<i>не допускается</i>	0,05	0,2
Пшеница по пару					
Ресурсосберегающая	химический**	0,725	менее 0,03	менее 0,01	1,60
	комбинированный**	0,475	менее 0,03	менее 0,01	0,40
Традиционная	черный**	0,575	менее 0,03	менее 0,01	1,57
Вторая пшеница после пара на фоне N60					
Ресурсосберегающая	без обработки почвы	0,350	менее 0,03	менее 0,01	0,70
Традиционная	вспашка	0,625	менее 0,03	менее 0,01	менее 0,01

* фунгицид Фалькон применен в фазу колошения пшеницы
 ** Суммарная пестицидная нагрузка в севообороте в технологии с черным паром составила 2692 г д.в./га, с комбинированным – 3442 г д.в./га, с химическим – 4204 г д.в./га.

3. Содержание остаточного количества химических веществ в зерне яровой пшеницы в вариантах краткосрочного опыта (2017 г.), мг/кг

Пар и способ основной обработки почвы	Дикамба	Трибенурон-метил	Метсульфурон-метил	Тебуконазол*
<i>МДУ</i>	0,5	0,01	0,05	0,2
Пшеница по пару				
Ранний (черный)	-**	-	-	менее 0,01
Бессменная пшеница				
Без обработки	менее 0,01	менее 0,01	менее 0,01	-

* фунгицид Фалькон применен в фазе выхода флагового листа пшеницы
 ** в данном опыте такие препараты не применяли или не определяли.

проявлением небольших отклонений по отношению к результатам 2016 г. В частности, увеличилось содержание ОК тебуконазола по паровому предшественнику, глифосата по всем вариантам опыта и снизилось до минимального предела (менее 0,03 мг/кг) содержание 2,4-Д.

Результаты анализа зерна урожая 2017 г. в краткосрочном опыте на вариантах применения гербицидов Банвел, Мортира и Ларен про свидетельствуют, что содержание ОК дикамбы, трибенурон-метила и метсульфурон-метила в зерне не превышает 0,01 мг/кг и находится ниже МДУ соответственно 0,5 и 0,05 мг/кг (табл. 3). Для снижения рисков получения урожая зерна с остаточными количествами 2,4-Д можно применять вместо другой гормоноподобный гербицид на основе дикамбы, или препараты группы сульфонилмочевин (в зависимости от засоренности). Для снижения риска также можно использовать препараты на основе 2,4-Д в пониженных нормах расхода (0,2-0,3 л/га) в составе баковых смесей с сульфонилмочевинами.

По результатам мелкоделяночных опытов становится очевидным, что чем позднее применяют фунгицид (в стационарном опыте в фазе колошения пшеницы), тем выше вероятность наличия в зерне ОК тебуконазола. Это связано с тем, что данное вещество имеет продолжительный период полураспада, который, по данным лабораторных исследований Евросоюза, в полевых условиях может составлять 19,9-91,6 дней [10]. Большой диапазон периода разложе-

ния тебуконазола в полевых условиях прежде всего определяется погодными условиями [8]. Жаркая погода августа 2016 и 2017 гг. ускорила созревание хлебов и тем самым сократила период разложения действующего вещества препарата, что стало основной причиной его высокого содержания в зерне.

При переносе срока обработки фунгицидом с фазы колошения пшеницы на более ранний период (выход флагового листа) картина кардинально изменилась. Это наглядно видно из данных анализа зерна урожая 2017 г. в краткосрочном опыте, где фунгициды применяли за 45 дней до уборки урожая в фазе выхода флагового листа. По данным Всероссийского института защиты растений [11], где проводили исследования на содержание ОК тебуконазола и пропиконазола в зерне озимой пшеницы в динамике (через 2 часа после обработки, через 10, 20, 30 и 40 дней), установлено, что на 30-е сутки выявлены следы пропиконазола и тебуконазола ниже МДУ, на 40 сутки ОК препаратов в зерне отсутствовали.

Таким образом, полевыми экспериментами и лабораторными исследованиями, проводимыми в течение двух лет, установлено, что количество действующих веществ гербицидов Торнадо 500, Магнум, Ларен про, Мортира, Банвел и Скорпио супер, применяемых при возделывании яровой пшеницы в ресурсосберегающих технологиях, не превышало ПДК в зерне, что дает основание считать это зерно безопасным для использования в продовольственных целях.

Литература

1. Филиппов А.С., Немченко В.В. Технологии применения гербицидов на зерновых культурах в условиях минимализации обработки почвы. – Куртамыш: ООО «Куртамышская типография», 2016. – 100 с.
2. Куликова Н.А., Лебедева Г.Ф. Гербициды и экологические аспекты их применения: учеб. пособие. – М.: Книжный дом «Либроком», 2010. – 152 с.
3. Сергеева Е.А., Пашаян С.А. Анализ химических веществ в зерне яровой пшеницы юга Тюменской области // Вестник ГАУ Северного Зауралья, 2016, № 1(32). – С. 99-103.
4. Куликов С.В., Воронкова Н.А. Агрэкологические аспекты использования средств химизации на качество растениеводческой продукции // Омский научный вестник, 2011, № 1(104). – С. 185-188.
5. Шубина А.Г., Синютина С.Е., Шубин Р.А. Содержание пестицидов в зерне злаковых культур и пахотных почвах ряда районов Тамбовской области // Вестник Тамбовского ГТУ, 2009, Т. 15, № 1. – С. 208-212.
6. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности зерна» ТР ТС 015/2011.
7. Соколова И.А., Беседин Н.В., Белкин А.А., Котельникова М.Н. Содержание тяжелых металлов и остаточного количества пестицидов в растениеводческой продукции // Вестник Курской ГСХА, 2012, № 5. – С. 44-46.
8. Телегин В.А., Гилев С.Д., Цымбаленко И.Н. и др. Повышение эффективности земледелия Зауралья в засушливых условиях. – Куртамыш: ГУП «Куртамышская типография», 2013. – 231 с.
9. Стецов Г.Я. О последствии гербицидов в засушливом земледелии // Аграрный сектор, 2014, № 2(20). – С. 75-77.
10. Электронный ресурс: [<http://rurpest.ru/ppdb/tebuconazole.html>]
11. Гришечкина Л.Д. Фунгициды на основе тебуконазола в борьбе с фузариозом колоса хлебных злаков // Зерновое хозяйство России, 2012, № 22(4). – С. 24-25.

УДК 633.11«321»:631.53.027

DOI 10.24411/0235-2516-2018-10032

ВЛИЯНИЕ ФУНГИЦИДОВ И АГРОХИМИКАТОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

А.А. Разина, к.б.н., О.Г. Дятлова

Иркутский НИИ сельского хозяйства, e-mail: gpi_innish@mail.ru

Изучена биологическая и экономическая эффективность фунгицидов (Максим Плюс 1,2 л/т, БисолбиСан 1 л/т), регуляторов роста растений (Мелафен 10 мл/т, Стимунол 10 мл/т) и удобрения на основе гуминовых кислот с добавлением макро- и микроэлементов (Гумилюкс 5 л/т) при предпосевной обработке семян яровой пшеницы сорта Бурятская остистая в чистом виде и в баковых смесях. Исследования проведены в ФГБНУ «Иркутский НИИСХ» в 2016-2017 гг. Фунгицид Максим Плюс и его баковые смеси с изучаемыми препаратами снижали зараженность семян до 6-11% при исходной зараженности 70-100%, а также сдерживали распространенность корневой гнили яровой пшеницы в 2,4-4,6 раза. В среднем за два года исследований превышение по урожайности баковых смесей Максим Плюс + Стимунол, Максим Плюс + Мелафен, Максим Плюс + БисолбиСан, Максим Плюс + Гумилюкс над контролем составило 27,8-34,8%. При комбинировании химического протравителя Максим Плюс с регулятором роста Мелафен и биопрепаратами БисолбиСан и Стимунол рентабельность в 2016 г. составила 68,3%, 88,2 и 92,2% соответственно. В 2017 г. использование смесей фунгицида Максим Плюс с Мелафеном, Стимунолом и Гумилюксом обеспечило рентабельность производства зерна пшеницы соответственно 36, 71 и 116%. Применение фунгицидов и агрохимикатов положительно сказалось на качестве зерна. Особенно выдвинулся Стимунол: по натуре зерна применение в чистом виде и в баковой смеси с Максим Плюс было на 3,6-3,8% выше контроля. По стекловидности и содержанию сырой клейковины Стимунол превзошел контроль соответственно на 33,9 и 16,0%.

Ключевые слова: яровая пшеница, фунгициды, регуляторы роста растений, гуминовое удобрение, зараженность семян, корневая гниль, урожайность, рентабельность, качество зерна.

Работа выполнена в рамках Государственного задания ФАНО России (проект 0806-2014-0014).

INFLUENCE OF FUNGICIDES AND AGROCHEMICALS ON YIELDS AND QUALITY OF SPRING WHEAT GRAIN

Ph.D. A.A. Razina, O.G. Dyatlova

Irkutsk Scientific Research Institute of Agriculture, e-mail: gnu_innish@mail.ru

The biological and economic efficiency of fungicides (Maxim Plus 1.2 l/t, BisolbySun 1 l/t), plant growth regulators (Melafen 10 ml/t, Stimmunol 10 ml/t) and humic acid-based fertilizers added with macro- and microelements (Humilux 5 l/t) was studied in the course of pre-sowing spring wheat seed treatment of Buryatskaya ostistaya cultivar in pure form and in tank mixtures. The investigations were conducted in FSBSE «Irkutsk SRIA (Scientific Research Institute of Agriculture)» in 2016-2017. The fungicide Maxim Plus and its tank mixtures with the studied preparations reduced seed infestation down to 6-11% when initial infestation is 70-100%. They also restrained root rot propagation in spring wheat at 2.4-4.6 times than in the control. On the average for two years of the research, with application of tank mixtures Maxim Plus + Stimmunol, Maxim Plus + Melafen, Maxim Plus + BisolbySun, Plus + Humilux the yielding capacity exceeded the control by 27.8-34.8%. In case of combined application of chemical treater Maxim Plus with growth regulator Melafen and biopreparations BisolbySun and Stimmunol the profitability was 68.3, 88.2 and 92.2% in 2016, correspondingly. In 2017 the use of fungicide Maxim Plus mixed with Melafen, Stimmunol and Humilux provided wheat grain production efficiency 36, 71 and 116%, correspondingly. Application of fungicides and agrochemicals positively affected the grain quality. Stimmunol has been specially distinguished: on grain test weight when used in pure form and in tank mixtures with Maxim Plus it is higher than the control by 3.6-3.8%. On grain hardness and wet gluten content Stimmunol exceeded the control by 33.9% and 16.0%, correspondingly.

Keywords: *spring wheat, fungicides, plant growth regulators, humic acid-based fertilizer added with macro- and microelements, seed infestation, root rot, yielding capacity, profitability, grain quality.*

Основной здоровых семян служит их протравливание, которое играет важную роль в профилактике болезней [1]. Повысить адаптацию растений к биотическим и абиотическим факторам можно используя регуляторы роста растений (PPP), обладающие высокой антистрессовой активностью и способностью повышать неспецифический иммунитет [2-4].

Цель исследований – изучить влияние фунгицидов (Максим Плюс, БисолбиСан) и регуляторов роста растений (Мелафен, Стимунол), а также удобрения на основе гуминовых кислот с добавлением макро- и микроэлементов (Гумилюкс) при предпосевной обработке семян яровой пшеницы в чистом виде и в баковых смесях на урожайность и качество зерна яровой пшеницы в условиях Иркутской области.

Материалы и методы. Исследования проведены в экспериментальном полевом севообороте. В опыте использовали сорт яровой пшеницы Бурятская остистая. Агротехника зональная, предшественник горох. Повторность трехкратная. Площадь опытной делянки 70 м², учетная площадь 54 м². Во всех вариантах предпосевная обработка семян проведена с увлажнением (10 л воды на 1 т семян). Протравливание проводили за 10 дней до посева. Учеты распространенности и развития корневой гнили проведены по методике ВИЗР [5]. Отбор сноповых образцов и их анализ осуществляли по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [6].

Учет урожая определен поделочно прямым комбайнированием комбайном Сампо-500. Статистическая обработка данных урожайности зерна, приведенного к 14% влажности и 100% чистоте, проведена

по методике дисперсионного анализа Б.А. Доспехова с применением пакета программ Snedecor V5 «Прикладная статистика для исследований» [7, 8].

В первой половине вегетационного периода 2016 г. ощущались последствия летне-осенних засух предшествующих 4 лет. В августе и сентябре выпало в 1,2 раза больше осадков. По теплообеспеченности год был практически на уровне среднемноголетних значений. В 2017 г. хорошее увлажнение в мае и в I декаде июня способствовало появлению дружных всходов и закладке будущего урожая. Июнь и август во II и III декадах были засушливыми. В июле осадки выпадали равномерно, и их количество немного превысило норму. Сумма активных температур была выше среднемноголетних значений на 461,8°C. В целом условия влаго- и теплообеспеченности в 2017 г. позволили зерновым культурам сформировать урожай выше уровня средних значений.

Результаты. Фитопатологический анализ показал, что семена, использованные в 2016 г., имели общую зараженность 70% и инфицирование комплексом грибов: доминировали грибы из родов *Alternaria* (36%), *Fusarium* (21%), меньше *p. Bipolaris* (10%).

В 2017 г. зараженность семян составила – 100%, преобладали грибы из рода *Fusarium* Link – 98%, меньше *p. Bipolaris* Shoemaker (*Helminthosporium* Link) – 6%. Нередко на одном семени наблюдалось присутствие представителей грибов разных родов.

Применение препаратов снизило заражение семян. В среднем за два года эффективность фунгицида Максим Плюс и его баковых смесей с другими препаратами была высокой – 89-94%.

Наблюдения показали, что все изучаемые препа-

раты положительно влияли на рост и развитие растений (табл. 1). Максим Плюс по сравнению с контролем способствовал увеличению как высоты растений на 7,3 и 10,0%, так и их массы на 3,3 и 2,3% соответственно в фазе всходов и в фазе кушения. В сравнении с другими препаратами высота растений в варианте с Максимом Плюс была больше, а масса меньше. Например, в фазе всходов разница в высоте с БисолбиСаном составила 1,8 см, в массе 0,02 г., со Стимунолом соответственно 0,2 см и 0,03 г. В фазе кушения между Максимом Плюс и БисолбиСаном разницы по высоте растений не было, а масса растений была меньше по сравнению с БисолбиСаном на 0,37 г. Растения в варианте со Стимунолом были ниже на 0,8 см по сравнению с Максимом Плюс, но тяжелее на 0,65 г. Та же тенденция наблюдалась в вариантах Мелафен и Гумилюкс. Что касается смесей препаратов, то следует отметить, что они способствовали формированию большей массы растений по сравнению с вариантом применения Максим Плюс в чистом виде: в фазе всходов на 0,02-0,06 г., в фазе кушения на 0,62-1,05 г. По высоте в период всходов растения из вариантов смесей препаратов не превосходили вариант Максим Плюс, а во время кушения были выше на 1,0-1,4 см.

Препараты, обладающие фитопатогенным и им-

муностимулирующим действием, эффективно сдерживали распространенность корневой гнили яровой пшеницы в фазе всходов. Более эффективными были варианты баковых смесей: в 2016 г. распространенность корневой гнили была меньше, чем в контроле в вариантах Максим Плюс + БисолбиСан – 2,5 раза, Максим Плюс + Стимунол – в 3,4 раза. В 2017 г. на фоне высокой зараженности семян грибами из рода *Fusarium* действие по снижению распространенности корневой гнили от комбинированного применения препаратов Максим Плюс + Мелафен, Максим Плюс + БисолбиСан, Максим Плюс + Стимунол усилилось и составило 4,4-4,6 раза.

За исключением варианта 4 изучаемые препараты положительно влияли на структуру урожая: по сравнению с контролем увеличилось соответственно число колосков на 1-12,8% и зерен в колосе на 2,5-17,8%, масса 100 зерен на 2,7-15,2% (табл. 2). Лучшими по озерненности колосьев были варианты 7, 6 и 5. Наибольшая масса зерен отмечена в вариантах 7, 2, 10 и 3. При использовании Гумилюкса (вариант 4) отмечено укрупнение зерна. Сохранность растений к уборке урожая была более высокой по сравнению с контролем в большинстве вариантов опыта на 1,8-13,2%. Только Гумилюкс в чистом виде и в баковой смеси с Максим Плюс снизил этот

1. Биометрические показатели растений пшеницы в полевых условиях (среднее за 2016-2017 гг.)

Вариант	Фаза всходов		Фаза кушения	
	высота растений, см	вес 25 растений, г*	высота растений, см	вес 25 растений, г*
1. Контроль – без обработки семян	11,0	0,30	22,0	3,10
2. Максим Плюс, КС, 1,5 л/т	11,8	0,31	24,2	3,18
3. Мелафен, 10 мл/т	11,6	0,32	23,5	3,70
4. Гумилюкс, 5 л/т	11,1	0,32	23,6	3,63
5. БисолбиСан, 1 л/т	10,0	0,34	24,2	3,55
6. Стимунол, 10 мл/т	11,6	0,34	23,4	3,83
7. Максим Плюс, КС, 1,2 л/т + Мелафен, 10 мл/т	11,7	0,33	25,5	3,80
8. Максим Плюс, КС, 1,2 л/т + Гумилюкс, 5 л/т	11,3	0,35	25,2	4,00
9. Максим Плюс, КС, 1,2 л/т + БисолбиСан, 1 л/т	11,8	0,34	25,6	4,13
10. Максим Плюс, КС, 1,2 л/т + Стимунол, 10 мл/т	11,5	0,37	25,3	4,23

* воздушно-сухое состояние растений

2. Структура урожая яровой пшеницы (среднее за 2016-2017 гг.)

Вариант	Длина колоса, см	Среднее число колосков в колосе, шт.	Среднее число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Число растений при уборке, шт/м ²
1	6,3	10,9	23,6	32,8	441
2	6,1	11,0	24,4	36,2	481
3	6,1	11,3	24,2	35,6	480
4	6,2	10,6	22,8	35,3	427
5	6,4	11,8	27,7	34,2	495
6	6,8	12,1	27,8	34,4	449
7	6,6	12,3	29,3	37,8	449
8	6,9	11,7	26,3	35,2	428
9	6,7	11,6	25,3	33,7	499
10	7,8	11,3	26,8	35,8	488

Примечание. Расшифровка вариантов дана в таблице 1.

**3. Урожайность яровой пшеницы
в зависимости от вариантов предпосевной
обработки семян, ц/га**

Вариант	Годы исследований		В среднем за два года	Прибавка
	2016	2017		
1	21,5	21,3	21,40	-
2	26,5	27,0	26,75	5,35
3	25,3	22,8	24,05	2,65
4	23,0	21,6	22,30	0,9
5	26,6	24,8	25,7	4,3
6	26,3	25,3	25,8	4,4
7	29,5	28,0	28,75	7,35
8	27,7	30,0	28,85	7,45
9	28,7	26,0	27,35	5,95
10	28,8	28,9	28,85	7,45
НСР ₀₅	6,7	4,4		

**4. Качество зерна яровой пшеницы
(среднее за 2016-2017 гг.)**

Вариант	Натура, г/л	Стекловидность, %	Содержание сырой клейковины, %
1	706,5	57,5	31,2
2	702,0	73,5	35,3
3	716,5	68,5	34,5
4	705,5	69,0	35,6
5	696,5	70,5	34,0
6	733,5	77,0	36,2
7	724,0	73,5	35,1
8	716,5	71,0	32,3
9	719,0	73,5	34,3
10	732,0	73,0	33,5

показатель по сравнению с контролем на 3,2%. Практически на уровне контроля была густота растений к уборке в вариантах Стимунол и Максим Плюс + Мелафен. Но этот показатель не привел к снижению урожайности зерна за счет более высокой озерненности колоса и массы 1000 зерен.

Урожайность яровой пшеницы представлена в таблице 3. Достоверная прибавка урожая в 2016 г. получена в вариантах 7, 9 и 10 – 8,0, 7,2, и 7,3 ц/га соответственно. В этих вариантах окупаемость 1 руб. затрат на предпосевную обработку семян составила соответственно 1,95 руб., 2,37 и 1,84 руб. соответ-

ственно. В 2017 г. лучшая урожайность получена в вариантах 7, 8, 10. Прибавка составила соответственно 6,7 ц/га, 8,7 и 7,6 ц/га при окупаемости 1 руб. затрат на предпосевную обработку семян соответственно 1,7 руб., 1,4 и 2,2 руб.

По наименьшей существенной разнице опытов более весомые прибавки урожая от препаратов и баковых смесей отмечены в 2016 г., в условиях которого в первой половине вегетации растения испытывали недостаток влаги предшествующих засушливых лет и недостаточным их количеством в текущем вегетационном периоде.

Изучаемые препараты не только способствовали повышению урожайности зерна яровой пшеницы, но и улучшили показатели его качества (табл. 4). По натуре зерна выделился Стимунол и его баковая смесь с Максим Плюс (варианты 6 и 10) на 3,6-3,8% выше контроля. По стекловидности и содержанию сырой клейковины Стимунол превзошел контроль соответственно на 33,9 и 16,0%.

Таким образом, фунгицид Максим Плюс и его баковые смеси с изучаемыми препаратами эффективно снижают зараженность семян до 6-11% при исходной зараженности 70-100%, а также сдерживают распространенность корневой гнили яровой пшеницы в 2,4-4,6 раза. При применении баковых смесей в среднем за два года превышение по урожайности над контролем составило 27,8-34,8%. При комбинировании химического протравителя Максим Плюс с регулятором роста Мелафен и биопрепаратами Бисолби-Сан и Стимунол 2016 г. рентабельность составила в 68,3%, 88,2 и 92,2% соответственно. В 2017 г. использование смесей фунгицида Максим Плюс с Мелафеном, Стимунолом и Гумилюксом обеспечило рентабельность производства зерна пшеницы соответственно 36%, 71 и 116%.

Применение фунгицидов и агрохимикатов способствовало не только повышению урожайности зерна яровой пшеницы, но и улучшило его качество. Особенно выделился Стимунол в чистом виде и в баковой смеси с Максим Плюс.

Литература

1. Асеева Т.А., Золотарева Е.В., Савченко Н.Е. Защитное и стимулирующее действие различных средств защиты на яровой пшенице в Приамурье // Агрехимический вестник, 2017, № 1. – 48-51.
2. Вакуленко В.В. Регуляторы роста растений повышают стрессоустойчивость культур // Защита и карантин растений, 2015, № 2. – С. 13-14.
3. Шаповал О.А., Можарова И.П., Коршунов А.А. Регуляторы роста растений в агротехнологиях // Защита и карантин растений, 2014, № 6. – С. 16-20.
4. Рябчинская Т.А., Харченко Г.Л., Бобрешова И.Ю., Саранцева Н.А. Эффективность стимунола ЕФ на сое // Защита и карантин растений, 2014, № 7. – С. 38-40.
5. Танский В.И., Левитин М.М., Ишкова Т.И., Кондратенко В.И. Методы учета вредных организмов. Рекомендации ВИЗР // Защита и карантин растений, 2002, № 3. – С. 51-54.
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск второй: Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. – М.: МСХ РФ, 1989. – С. 5-23.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
8. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. – Краснообск: Изд-во ГУП РПО СО РАСХН, 2004. – 162 с.

ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО БИОЛОГИИ ПОЧВЫ

¹Т.А. Дудкина, к.с.-х.н., ²И.В. Дудкин, д.с.-х.н.

¹ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии, e-mail: dt5dt@mail.ru.

²Курский НИИ агропромышленного производства, e-mail: dudkini1@mail.ru.

Плодородие почвы зависит от многих факторов и, в частности, от биологической активности, показателем которой служит целлюлозоразрушающая способность. Существующая методика ее определения основана на помещении в почву на период экспозиции льняного полотна. Аналогичным образом определяется протеолитическая активность почвы, только вместо ткани в почву помещают фотобумагу. По этим методикам исследуемый материал закладывают в почву с помощью лопаты. Этот способ недопустим в мелкоделяночных опытах и при изучении бесплужной основной обработки почвы. Проведен поиск инструмента, который в большей мере отвечал бы задачам исследования биологической активности почвы. Установлено, что для этого наиболее подходит меч Колесова, применяемый в лесоводстве, но и он требует усовершенствования. Это орудие создает щель с неровной вертикальной стенкой. Кроме того, легкое погружение в почву этого инструмента обеспечивается лишь на песчаных почвах. Рассмотрены также другие, современные орудия, но они тоже имеют недостатки. Поэтому предлагается инструмент, при проектировании и изготовлении которого эти недостатки были учтены. Он представляет собой меч Т-образного поперечного сечения и состоит из ручки и прикрепленной к ней прямоугольной пластины. На полотне по нижнему и боковым краям сделаны фаски, которые обеспечивают легкое заглубление стального полотна в почву на необходимую глубину. На пластине нанесены риски для контроля глубины погружения инструмента в почву. Инструмент вертикально ставится на поверхность почвы, при нажатии на ручку двумя руками он заглубляется до требуемого уровня. При этом одновременно выполняются движения вперед-назад, что облегчает погружение в грунт полотна и увеличивает размер щели, в которую помещается исследуемый образец ткани или фотобумаги. Данный инструмент упрощает и облегчает выполнение работы.

Ключевые слова: целлюлозоразрушающая способность почвы, протеолитическая активность, исследования, инструмент для закладки образцов почвы.

A TOOL FOR RESEARCH ON SOIL BIOLOGY

¹Ph.D. T.A. Dudkina, ²Dr.Sci. I.V. Dudkin

¹All-Russian Research Institute of Arable Farming and Soil Erosion Control, e-mail: dt5dt@mail.ru.

²Kursk Research Institute of Agro-Industrial Production, e-mail: dudkini1@mail.ru.

Soil fertility depends on many factors and, in particular, on biological activity, the indicator of which is cellulose-destroying ability. The existing methodology for its determination is based on placing a flax cloth into the soil for the period of exposure. Proteolytic activity of the soil is determined in a similar way, but photographic paper instead of cloth is placed into the soil. According to these methods the material under investigation is laid into the soil with the help of a shovel. This method is inadmissible in small-scale experiments and in the study of plowless primary tillage. A search for a tool more in line with the tasks of studying biological activity of the soil was carried out. It is considered that Kolesov's sword, used in forestry, is most suitable for this purpose. But it also requires improvement. This tool creates a slot with an uneven vertical wall. In addition, easy immersion of this tool into the soil is provided only on sandy soils. Other more modern tools are also considered. They also have drawbacks. Therefore, a tool is proposed, in the design and manufacturing of which these drawbacks were taken into account. The proposed tool is a sword of a T-shaped cross-section and consists of a handle and a rectangular plate attached to it. On the plate chamfers are made along the lower and lateral edges which ensure

easy penetration of the steel plate into the soil to the required depth. The plate carries marks to control the depth of the immersed tool in the soil. The tool is placed vertically on the surface of the soil. When you press the handle with both hands, it goes down to the desired level. At the same time, forward-backward movements are performed simultaneously, which facilitates the immersion of the plate into the soil and increases the size of the slot into which the sample of the cloth or photo paper under study is placed. This tool simplifies and facilitates the execution of the work. It is highly demanded, reliable and durable.

Keywords: cellulose-destroying ability of soil, proteolytic activity, tool, laying samples of cloth into the soil.

Главная задача растениеводства – повышение продуктивности и устойчивости агроэкосистем. Успешное ее решение зависит от состояния почв, в частности, сохранения и роста плодородия почвы. Различают потенциальное (естественное) и эффективное (приобретенное под влиянием удобрений, обработки, мелиоративного улучшения и т.п.) плодородие почв [1]. Уровень плодородия почвы в значительной мере находится в зависимости от ее биологических особенностей. Почву следует рассматривать как среду обитания различных организмов, образующую вместе с ними природную систему. Почвы различаются между собой по составу биоты, направленности биохимических и физиологических превращений в зависимости от сочетания разного рода факторов, обеспечивающих процесс почвообразования [2]. Общее биологическое состояние почвенной среды характеризует ее биологическая активность, которую определяют с помощью разных показателей, но чаще всего для этого используют целлюлозоразрушающую способность почвы. Применяемая в настоящее время методика установления целлюлозоразрушающей способности почвы была предложена И.С. Востровым и А.Н. Петровой [3]. Она предполагает закладку льняного полотна в почву на разные периоды экспозиции (7-10 дней, 30, на весь вегетационный период изучаемой культуры) в соответствии с целями, поставленными исследователем. Авторы предлагаемой методики доказали, что при использовании ткани возможно оценить весовым методом и визуально не только в целом интенсивность разложения целлюлозы, но и выделить зоны максимальной активности процесса разложения клетчатки в почве, подвергнутой различным воздействиям.

Во многом сходна с методикой определения целлюлазной активности методика установления протеолитической почвенной активности [4]. Только в данном случае в почву закладывают листы фотобумаги, по степени разложения желатинового слоя которой определяют активность почвенных ферментов [5]. Методики определения целлюлазной и протеолитической почвенной активности достаточно просты и позволяют приблизиться к определению интенсивности прохождения процессов непосредственно в природных условиях.

Цель данной работы – поиск инструмента, который упрощал и облегчал бы выполнение исследований по определению биологической активно-

сти почв разной плотности.

Методика и результаты исследований. Предложенные авторами методы заключаются в том, что в почву исследуемый образец (фотобумага, фотопленка, льняное полотно, хлопчатобумажная ткань) закладывается с применением лопаты. Лопатой формируется ямка (разрез) или создается щель на исследуемую глубину или глубже. В образовавшемся почвенном разрезе одна из сторон выравнивается ножом и исследуемый образец прикладывается к ней. Затем ямку засыпают, следя за тем, чтобы исследуемый образец был прижат к почвенной стенке. Для этого почву, насыпанную в ямку, уплотняют.

В мелкоделяночных опытах, а также при изучении основной обработки почвы без использования плуга данный способ закладки исследуемого материала недопустим, так как на планируемой площади, где проводят исследования на месте разреза, необходимо удалить произрастающие растения, в результате чего нарушается существующее сложение почвы опытной делянки.

Используя лопату, можно создать щель, глубина которой 20 см. Полотно лопаты имеет неровную форму, поэтому щель нужно выравнивать ножом. При выравнивании почва осыпается и глубина щели уменьшается, что можно выделить как недостаток данного способа, так как глубина изучаемого слоя в данном случае составит всего лишь 15-18 см.

В образовавшуюся щель опускается исследуемый образец и для плотного его прилегания к выравненной стенке повторно вводят лопату в землю на расстоянии 6-8 см от щели.

Для совершенствования методики определения целлюлозоразрушающей и ферментативной способности почвы и облегчения труда потребовалось найти или создать более удобный и совершенный инструмент, чем лопата. С этой целью был проведен литературный, патентный поиск. В лесоводческих работах до сих пор (более 135 лет) используют инструмент, предназначенный для высадки семян, саженцев. Вначале он назывался лесопосадочной лопатой ЛПЛ-5,5, а затем сажальным мечом Колесова или мечом Колесова, который назван в честь автора разработки и изобретения – А.А. Колесова. Сажальный меч Колесова представляет собой узкую металлическую лопату, предназначенную для посадки саженцев и семян. Он состоит из деревянной ручки, железного черенка с муфтой

и пластины. Размер пластины: длина – 38 см, ширина – 10-13 см, толщина сверху – 2,5-3 см. Боковые и нижняя части пластины заточены. Деревянная ручка, длина которой составляет 36 см, крепится с помощью муфты. Меч высотой 58 см и весом 4-5,4 кг легко пробивает щель в песчаной почве для посадки растений.

Меч заглубляют в почву на всю длину штыка. Образуется щель. Затем его раскачивают вперед-назад, формируя лунку, ширина которой достигает 10 см. Осторожно извлекают меч из почвы, стараясь не обрушить стенки подготовленной щели, в которую вставляют сеянец или саженец. Повторное заглубление в землю меча на расстоянии 8-10 см от щели и раскачивание его вперед и назад способствуют плотному прилеганию корневой системы к почве.

Для выполнения работы по определению биологической активности почвы в лесном и сельском хозяйстве, в частности, для закладки в почву образцов ткани и фотобумаги, меч Колесова не является совершенным орудием, он имеет конструктивные недостатки. С целью придания жесткости пластина меча литая и профиль – сегментообразный в поперечном сечении, а в нижней части она выполнена округлой формы и в связи с этим

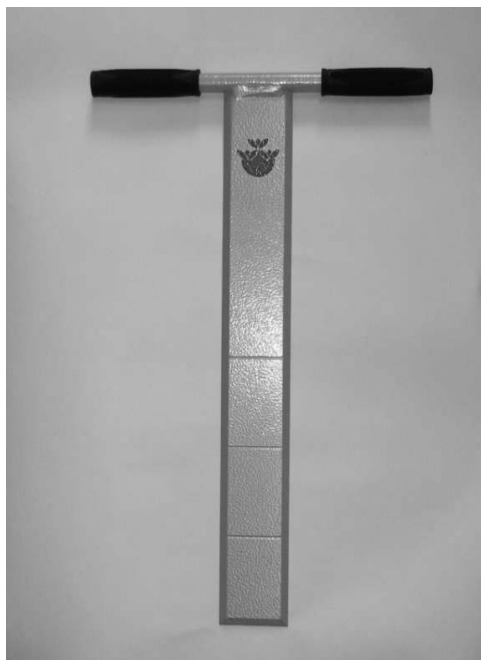
создается щель, которая имеет неровную вертикальную стенку. Кроме того, форма пластины не обеспечивает легкого погружения в почву (за исключением песчаных) и работа с мечом требует больших физических усилий.

Совершенствование уже существующих, изобретение новых разнообразных инструментов, которые используют для поделки щелей, лунок с целью посадки растений в лесном и сельском хозяйстве идет постоянно. Известен ряд современных инструментов, выполняющих эти задачи [6-8]. Принцип у них остается такой же – сформировать посадочное место. Создается щель-лунка или лунка необходимой формы, приближенной к кому земли высаживаемого растения. Недостатком их является то, что, так как они изначально предназначены для посадки растений, то они формируют отверстия в почве, которые не обеспечивают легкую и качественную, с плотным и ровным прилеганием к сформированной стенке почвенного разреза, закладку в почву исследуемых образцов ткани и фотобумаги.

Предложен инструмент, который решает эти проблемы [9]. Прототипом для него послужил меч Колесова. Данный инструмент предназначен для создания щели определенной длины и глубины, которые определяются размером закладываемого образца. Образец предварительно готовят. Например, если образец (ткань или фотобумага) имеет размер 5 x 30 см, то он пришивается синтетической ниткой к плотному полиэтилену размером 6 x 35 см. После такой подготовки его легче заложить в почву, а после периода экспозиции извлечь. Инструмент выполнен из стали в виде меча Т-образного поперечного сечения (рисунок) и состоит из ручки и прикрепленной к ней прямоугольной пластины. Для удобства исследователя в работе ручку можно сделать из дерева или на металлическую основу насадить прорезиненные наконечники. По нижнему и боковым краям полотна сделаны фаски, которые позволяют осуществить более легкое заглубление пластины данного инструмента на нужную глубину. Нанесенные на пластине риски дают возможность контролировать глубину погружения. После закладки исследуемых образцов выступающая над поверхностью почвы полоска полиэтилена выполняет роль маячка. К полиэтилену в верхней части можно еще прикрепить яркий кусочек ткани, который позволит легко найти исследуемые образцы в посевах изучаемых культур.

Инструмент применяют следующим образом. Место, где непосредственно будут делать щель, очищают от камешков и растительных остатков. Инструмент устанавливают вертикально на поверхность почвы и нажатием на ручку погружают на необходимую для исследований глубину. Одновременно при нажатии на ручку и заглублении инструмента совершаем движения вперед-назад. Это позволяет увеличить щель и обеспечить погружение в грунт полотна устройства на почвах с высокой плотностью.

Инструмент позволяет создать узкую щель (от 1,0 до 2,0 см), в которой размещается исследуемый образец. Гладкая поверхность щели обеспечивает плотное прилегание образца к одной из стенок почвенного разреза. В условиях повышенной влажности возможно налипание почвы на рабочую поверхность пластины. В таком случае почва счищается ножом. Для более плотного прижатия образца необходимо повторно заглубить инструмент, отступив от щели на 3-4 см. Вновь образовавшаяся щель засыпается почвой.



Инструмент для закладки в почву образцов ткани и фотобумаги

Таким образом, применение предлагаемого устройства дает возможность осуществить закладку исследуемых образцов в междурядьях, а также в рядах в посевах культурных растений таким образом, что растения не повреждаются или их повреждение будет минимальным. При этом не нарушается сложение пахотного слоя, что очень важно при работе на фонах с безотвальной обработкой почвы. Данный инструмент упрощает и облегчает выполнение производимой работы. Практика его применения показала, что это орудие надежное и долговечное.

Литература

1. Сигов В.И., Шурыгина Т.Д. Словарь по земледелию. – М.: Россельхозиздат, 1987. – 222 с.
2. Кольцова О.М. Биологическая диагностика состояния чернозема выщелоченного типичной лесостепи // Вестник Воронежского государственного аграрного университета, 2012, № 1(32). – С. 7-11.
3. Востров И.С., Петрова А.Н. Определение биологической активности почвы различными методами // Микробиология, 1961, Т. 30, Вып. 4. – С. 665-672.
4. Мишустин Е.Н., Никитин Д.И., Востров И.С. Прямой метод определения суммарной протеазной активности почвы / Сборник докладов по ферментативной активности почвы. – Минск: Наука и техника, 1968. – С. 144-150.
5. Кураков А.В., Прохоров И.С. Грибной гидролиз растительных полимеров и азотфиксация в почвах / Почвы – национальное достояние России: материалы IV съезда Докучаевского общества почвоведов (Новосибирск, 9-13 августа 2004), кн. 1. – Новосибирск: Наука-центр, 2004. – С. 639.
6. Романов Е.М., Самосудов А.Е., Ушурицев А.В. и др. Ручное устройство для образования лунок под посадку контейнеризированных семян. Патент на изобретение, № 2202871, 2003, Бюл. № 12.
7. Казаков В.И., Галанов В.Н., Бельчатов Г.Ф. и др. Меч для посадки лесных культур. Патент на изобретение, № 2145780, 2000, Бюл. № 6.
8. Гизатуллин В.Н. Ручной инструмент для посадки семян и саженцев с закрытой корневой системой «меч Сабинский». Патент на полезную модель, № 154976, 2015, Бюл. № 26.
9. Дудкина Т.А., Масютенко Н.П., Дудкин И.В. и др. Инструмент для закладки в почву образцов ткани и фотобумаги. Патент на полезную модель, № 172920, 2016, Бюл. № 122.

ОБЩЕСТВЕННЫЕ СЛУШАНИЯ

19 сентября 2018 г. в 15:00 в здании администрации городского округа Серебряные Пруды: 142970, Московская обл., р.п. Серебряные Пруды, ул. Первомайская, д. 11 состоятся общественные обсуждения (в форме слушаний), с гражданами и общественными организациями объектов Государственной экологической экспертизы (ГЭЭ) – материалов проектно-технической документации (ПТД), включая ТЗ и проекты материалов ОВОС на **пестициды: Амбир, ВР (360 г/л глифосата кислота (изопропиламинная соль)), Амбир Экстра, ВР (540 г/л глифосата кислоты) (калиевая соль)),** регистрант ООО «ХИМ-СНАБ» (Россия); **БисолбиСан, Ж (титр не менее 100 млн. КОЕ/мл *Bacillus subtilis*, штамм Ч-13),** регистрант ООО «Бисолби-Интер» (Россия); **Дикамин-Д, ВР (600 г/л 2,4-Д кислоты (диметиламинная соль)),** регистрант ПЕТЕРС & БУРГ Кфт. (Венгрия); **Спад Ник Гранулы, Г (1000 г/кг хлорпрофам),** регистрант Ацето Эгрикалчерал Кемикалз Корпорейшн (США), **агрохимикаты: Хайгло, Юдуо,** регистрант РОТАМ Л.Т.Д. (КНР).

Общественные обсуждения (в форме слушаний) материалов ПТД указанных пестицидов и агрохимикатов проводятся с целью прохождения в течение четырех месяцев Государственной экологической экспертизы и последующей Государственной регистрации пестицидов и агрохимикатов, которые будут использоваться на всей территории Российской Федерации.

Объекты ГЭЭ материалов ПТД пестицидов и агрохимикатов рекомендуются к применению на территории России. Материалы ПТД объектов Государственной экологической экспертизы, пестицидов и агрохимикатов, представляет «ООО НПО Агрохимсоюз»: г. Москва, ул. Большая Академическая, д. 44, корп. 2. Копии материалов ПТД объектов Государственной экологической экспертизы на пестициды и агрохимикаты доступны для рассмотрения с 20 августа 2018 г. по 19 октября 2018 г. с 10.00 до 15.00 в ООО «Сельхозхимия», 142970, Московская обл., р.п. Серебряные Пруды, ул. Мичурина д. 1. Тел.: 8 496 673 14 45. Письменные предложения направлять в ООО «Сельхозхимия». Приглашаются все желающие. При себе иметь паспорт. Проведение общественных обсуждений обеспечивает вышеуказанная организация совместно с Администрацией городского округа Серебряные Пруды Московской области.