

# ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЁМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО В ЗОНЕ НЕУСТОЙЧИВОГО УВЛАЖНЕНИЯ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ

*Е.В. Голосной, А.Н. Есаулко, д.с.-х.н., М.С. Сигида, к.с.-х.н., Ставропольский ГАУ*

На черноземе выщелоченном в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края изучено влияние систем удобрения на агрохимические показатели почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур. Показано, что биологизированная система удобрения не влияет на реакцию почвенного раствора и формирует фосфатный режим питания на уровне рекомендованной системы. Установлено, что максимальное содержание одно- и двухзамещенных форм фосфора формируется в вариантах с применением расчётной системы удобрения.

**Ключевые слова:** системы удобрения, доза удобрения, агрохимические показатели, формы фосфора, тип почвы, чернозём выщелоченный, Центральное Предкавказье, зона неустойчивого увлажнения, горох, озимая пшеница, рапс яровой.

Система удобрения – звено интенсивного научного земледелия. Оптимизация применения удобрений и современная биологизация земледелия направлены на получение программируемых, устойчивых урожаев, сохранение плодородия почвы, снижение затрат на единицу продукции [4, 6, 7].

Исследования проводили в 2006-2008 гг. в экспериментальном севообороте на опытной станции Ставропольского ГАУ. Стационар представляет собой длительный опыт «Теоретические и технологические основы биогеохимических потоков веществ в агроландшафтах». Он зарегистрирован в реестре аттестатов длительных опытов Геосети ВНИИА Российской Федерации.

Цель исследований – изучить влияние систем удобрения на агрохимические свойства чернозёма выщелоченного в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края.

**Методика.** Согласно схеме агроклиматического районирования Ставропольского края, землепользование сельскохозяйственной опытной станции СтГАУ по условиям влагообеспеченности находится на границе зон умеренного и неустойчивого увлажнения. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднесуглинистый, который характеризуется следующими показателями: содержание гумуса в пахотном слое – 5,2-5,8%,  $N-NO_3$  – 16-30 мг/кг,  $P_2O_5$  – 22-28 мг/кг (по Мачигину),  $K_2O$  – 240-290 мг/кг. Реакция почвенного раствора в верхних горизонтах почвы нейтральная (рН 6,4-6,8). Обеспеченность почвы: Мп – средняя (18 мг/кг), Zn – низкая (0,7 мг/кг), В – высокая (2,86 мг/кг), S – высокая (13,4 мг/кг почвы) [2].

Системы удобрения, изучаемые в звене севооборота горох-озимая пшеница-рапс яровой:

1) рекомендованная – насыщенность звена севооборота NPK 86 кг/га, в том числе  $N_{37}P_{43}K_7$  при соотношении N:P:K=1:1,16:0,19;

2) биологизированная – насыщенность звена севооборота NPK 63 кг/га, в том числе  $N_{53}P_{10}K_0$  при соотношении N:P:K=1:0,19:0+3,6 т/га соломы;

3) расчётная – ориентирована на максимально возможную урожайность сельскохозяйственных культур (горох – 35 ц/га, озимая пшеница – 65, яровой рапс – 25 ц/га), насыщенность звена севооборота NPK 132 кг/га, в том числе  $N_{67}P_{65}K_0$  при соотношении N:P:K=1:0,97:0. Соотношения и дозы удобрений по способам их внесения устанавливают по результатам текущих анализов; растительной диагностики, в соответствии с уровнем прироста урожайности и рассчитывают по формулам В.В. Агеева. Повторность опыта трехкратная. Размер делянок 108 м<sup>2</sup>. Учетная площадь делянки 50 м<sup>2</sup> [5].

В стационарном опыте возделывали районированные сорта сельскохозяйственных культур: горох посевной – Аксайский

усатый 5, озимая мягкая пшеница – Зерноградка 9, рапс яровой – Отраденский. В качестве удобрений применяли аммиачную селитру, аммофос, нитроаммофос, а также солому выращиваемых культур.

Наиболее благоприятные погодные условия сложились в 2005-2006 сельскохозяйственном году, количество осадков – 567 мм (на 9% ниже нормы). Среднегодовая температура достигла 10,2 °С, что на 1,1 °С выше многолетних значений. В 2006-2007 г. погодные условия сложились удовлетворительные. Температурный режим в период вегетации был аналогичен предыдущему году, а количество осадков составило 71% нормы. Условия 2007-2008 г. характеризовались отсутствием осадков в допосевной период, что было крайне неблагоприятно для развития озимых зерновых в осенний период. Развитие культур в весенне-летний период проходило удовлетворительно, а созревание – при почвенной и воздушной засухе.

**Результаты и их обсуждение.** Реакция почвенной среды позволяет судить о поступлении элементов минерального питания в растения, о росте и развитии растений, она заметно изменяется в течение одного вегетационного периода любой сельскохозяйственной культуры [1]. В связи с этим, рассмотрим влияние систем удобрения на кислословную буферность почвы на примере основной культуры звена севооборота – озимой пшеницы (табл. 1).

Значения рН на всех вариантах опыта соответствуют нейтральной и слабнокислой реакции, что генетически свойственно подтипу почвы. Реакция почвенного раствора на изучаемых системах удобрения снижалась к фазе максимального потребления культурой элементов питания – колошения (0,07-0,2 ед.).

**1. Реакция почвенного раствора в слое почвы 0-20 см под озимой пшеницей (2006-2008 гг.), ед**

Система удобрения	рН в фазы развития культуры			
	кущение	выход в трубку	колошение	полная спелость
Контроль	6,07	6,03	6,00	6,15
Рекомендованная	5,99	5,90	5,90	6,00
Биологизированная	6,12	6,01	5,92	6,18
Расчётная	5,90	5,81	5,82	5,97
НСП <sub>0,5</sub> , ед	0,14	0,15	0,14	0,11
Sx, %	4,2	4,6	3,9	3,3

Рекомендованная – 5,94 ед. и расчётная – 5,88 ед. системы удобрения подкисляли реакцию почвенного раствора по сравнению с естественным агрохимическим фоном – рН 6,06 ед. Биологизированная система сформировала и поддерживала нейтральную реакцию почвенного раствора в 0-20 см слое почвы на уровне 6,06 ед., что стало следствием высокой насыщенности системы удобрения органикой и снижением в ней доли минеральных удобрений.

По результатам исследований о влиянии систем удобрения на динамику подвижного фосфора в посевах озимой пшеницы, приведённым в таблице 2, можно определить, что содержание фосфатов существенно увеличивалось в изучаемых системах удобрения по сравнению с контролем, а динамика подвижного фосфора в течение вегетации имела нисходящий характер, с достижением своего минимума к уборке культуры.

Растения озимой пшеницы на рекомендованной и расчётной системах удобрения усиленно расходовали

подвижные фосфаты, и разница в обеспеченности почвы этим элементом за период вегетации культуры составляла, соответственно, 7,2 и 9,9 мг/кг. В то же время на естественном фоне содержание подвижного фосфора снизилось на 5,7 мг/кг почвы, а на биологизированной системе – 4,9 мг/кг.

## 2. Динамика подвижного фосфора и обменного калия в слое почвы 0-20 см под озимой пшеницей (2006-2008 гг.), мг/кг

Система удобрения	Фазы развития			
	кущение	выход в трубку	колошение	полная спелость
<i>Подвижный фосфор</i>				
Контроль	20,2	17,1	15,9	14,5
Рекомендованная	26,1	23,3	20,3	18,9
Биологизированная	22,3	20,8	19,9	17,4
Расчетная	35,8	30,9	29,1	25,9
HCP <sub>0,5</sub> , мг/кг	3,3	4,1	3,0	2,1
Sx, %	4,1	4,4	4,0	3,2
<i>Обменный калий</i>				
Контроль	244	219	189	197
Рекомендованная	271	229	236	211
Биологизированная	273	249	257	233
Расчетная	260	224	223	204
HCP <sub>0,5</sub> , мг/кг	33	41	37	28
Sx, %	4,3	4,0	3,2	4,2

Расчётная система удобрения способствовала достоверному увеличению содержания фосфатов по сравнению как с контролем, так и с другими системами удобрения. Разница в обеспеченности подвижными формами фосфора рекомендованной и биологизированной систем незначительна и находится в пределах ошибки опыта.

На калийное состояние почвы специфическое влияние оказывают органические удобрения, так как они содержат достаточное количество легкодоступного калия.

Наибольшее содержание K<sub>2</sub>O в почве под озимой пшеницей (см. табл. 2), во всех вариантах опыта наблюдалось в начале весенней вегетации (262 мг/кг), к фазе полной спелости культуры обеспеченность достигла минимальных значений.

Изучаемые системы удобрения способствовали увеличению концентрации K<sub>2</sub>O на протяжении всей вегетации озимой пшеницы, и разница с контролем составляла в зависимости от фазы развития (мг/кг почвы): кущение – 16-29, выход в трубку – 5-30, колошение – 34-68, полная спелость – 7-36.

Наибольшее содержание калия во все фазы развития обеспечивала биологизированная система удобрения – 253 мг/кг почвы в среднем за вегетацию, превысив значения контроля на 18 и на 7-12% по сравнению с показателями рекомендованной и расчётной систем удобрения.

В биологизированной системе достоверно увеличивалось содержание обменного калия по сравнению с контролем, разница с другими системами не достоверна.

Эффективное плодородие в отношении фосфатов определяется запасом подвижных форм фосфора. Значительная часть доступного фосфора присутствует в органическом веществе, при снижении его запасов фосфорный дефицит становится актуальной проблемой. Степень доступности растениям подвижных фосфатов зависит от химических, физико-химических свойств почвы, ее водного, воздушного и теплового режимов, биологической активности, особенностей культур, применяемых удобрений и других факторов. Монофосфат-ион (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) преобладает в почвенном растворе при pH почвы ниже 7, а дифосфат-ион (P<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>4-</sup>) при pH выше 7 [3, 5].

Для усвоения растениями и микроорганизмами доступны соли ортофосфорной кислоты: однозамещенные соли калия, натрия, аммония, кальция и магния, которые растворимы в воде; двухзамещенные CaHPO<sub>4</sub> и MgHPO<sub>4</sub> – растворимые в слабых кислотах; труднорастворимые трехзамещенные AlPO<sub>4</sub>, Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, FePO<sub>4</sub>, которые могут давать растворимые

соединения в результате гидролиза в почве.

По результатам проведённых исследований в опыте установлено, что среди форм минеральных фосфатов в почве, под посевами озимой пшеницы в зависимости от изучаемых систем удобрения и фазы развития культуры от 66 до 71% представлено трёхзамещёнными фосфатами, 24-33 – двухзамещёнными и 2,7-11,5% однозамещёнными [7, 8].

Расчётная и рекомендованная системы удобрения достоверно увеличивают количество фракций минеральных фосфатов в почве относительно как контрольного варианта, так и вариантов с применением биологизированной системы удобрения – на 20% в начальные фазы развития культуры, что объясняется действием внесённых минеральных удобрений. К фазе полной спелости культуры разница составляла 7%.

**Закключение.** На основании проведенных полевых исследований можно сделать следующие выводы:

рекомендованная и расчётная системы удобрения существенно подкисляли реакцию почвенного раствора 0-20 см слоя почвы в период вегетации озимой пшеницы по сравнению с контролем. Биологизированная система в анализируемый период сформировала и поддерживала нейтральную реакцию почвенного раствора в 0-20 см слое почвы на уровне естественного фона, что явилось следствием насыщенности системы удобрения органикой и снижения в ней доли минеральных удобрений;

все изучаемые в опыте системы удобрения значительно увеличивали содержание основных элементов питания в 0-20 см слое почвы, и разница с контролем составляла (мг/кг): подвижный фосфор – 3,2-13,5, обменный калий – 13-40. Наибольшее содержание элементов питания во все фазы развития озимой пшеницы зафиксировано в вариантах с применением расчётной системы удобрения;

наибольшее количество доступных для растений одно- и двухзамещённых форм фосфора концентрируется в вариантах с применением расчётной системы удобрения – 34% от общего количества фракций минеральных фосфатов. Это объясняется насыщенностью фосфором минеральных удобрений – дозы удобрений, вносимой под озимую пшеницу, звена севооборота и агрохимическим фоном, сформированным за 32-летний период стационарного опыта.

## Литература

- Беловолова, А. А. Солеустойчивость сельскохозяйственных культур и их урожайность на солонцеватых слитых чернозёмах / А. А. Беловолова, Ю. А. Безгина, Н. В. Громова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского ГАУ. – 2011. – № 74. – С. 676-686.
- Голосной, Е. В. Продуктивность звена севооборота в зависимости от систем удобрения и обработки почвы / Е. В. Голосной // Плодородие. – 2008. – № 2 (41). – С. 39-40.
- Гречишкина, Ю. И. Изменение агрохимических показателей чернозёма выщелоченного под влиянием оптимизации систем удобрения в севообороте / Ю. И. Гречишкина, А. Н. Есаулко, О. А. Подколзин // Проблемы агрохимии и экологии. – 2009. – № 1. – С. 3-7.
- Есаулко, А. Н. Особенности проведения ранневесенних азотных подкормок озимых зерновых культур в различных почвенно-климатических зонах Ставропольского края / А. Н. Есаулко, В. В. Агеев, А. Ф. Донцов, Ю. Н. Попов, Ю. И. Гречишкина, М. С. Сигида, Е. В. Голосной // Вестник АПК Ставрополья. – 2009. – № 1. – С. 11-14.
- Есаулко, А. Н. Агрохимическое обследование и мониторинг почвенного плодородия / А. Н. Есаулко, Ю. И. Гречишкина, А. И. Подколзин, Л. С. Горбатко, В. И. Радченко, О. Ю. Лобанкова, О. А. Подколзин, М. С. Сигида, С. А. Коростылёв, С. В. Динякова. – Ставрополь: АГРУС, 2009. – 252 с.
- Пенчуков, В. М. Биологизированные севообороты – эффективный путь сохранения плодородия почвы и повышения урожайности сельскохозяйственных культур / В. М. Пенчуков, В. М. Передериева, О. И. Власова // Вестник АПК Ставрополья. – 2012. – № 4. – С. 114-117.
- Сигида, М. С. Влияние систем удобрения на продуктивность звена зернопропашного севооборота на выщелоченном чернозёме : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Сигида М. С. – Ставрополь, 2008. – 23 с.
- Цховребов, В. С. Эволюция и деградация чернозёмов Центрального Предкавказья / В. С. Цховребов, В. И. Фаизова, Д. В. Калугин, А. М.

Никифорова, А. А. Никифорова // Вестник АПК Ставрополя. – 2012.  
– № 7. – С. 123-125.

**EFFECT OF FERTILIZING SYSTEMS ON THE AGROCHEMICAL PROPERTIES OF LEACHED CHERNOZEM IN THE ZONE OF UNSTABLE MOISTENING OF THE STAVROPOL KRAI**

***E.V. Golosnoy, A.N. Esaulko, M. S. Sigida***  
***Stavropol State Agrarian University,***  
***Zootekhnicheskii per. 12, Stavropol, 355014 Russia, E-mail: [sigida@list.ru](mailto:sigida@list.ru)***

*The effect of fertilizing systems on the agrochemical properties of soil and the productivity of agricultural crops has been studied on leached chernozem in the zone of unstable moistening of the Stavropol krai. It has been shown that the biologized fertilizing system has no effect on the reaction of soil solution and provides an optimal phosphate status. The maximum content of mono- and disubstituted phosphorus forms is formed in the treatments with the application of the designed fertilizing system.*

*Keywords: fertilizing system, fertilizer application rate, agrochemical parameters, phosphorus forms, soil type, leached chernozem, central Ciscaucasus, zone of unstable moistening, pea, winter wheat, spring rape.*