

ФОСФАТНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО И ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ В УСЛОВИЯХ СТАВРОПОЛЬСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

Голосной Е.В., Сигида М.С., Коростылев С.А., Радченко В.И., Беловолова А.А., Воскобойников А.В.

ФГБОУ ВПО Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь, juliya.bezgina@mail.ru

Минеральные удобрения, вносимые в течение трех ротаций севооборота, способствовали накоплению на расчетной системе удобрения относительно контрольного варианта практически всех фракций фосфора. Основное увеличение форм фосфора и их аккумуляция отмечены в верхних слоях почвы, что 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. Расчетная система удобрения способствовала достоверному увеличению содержания подвижного фосфора не только по сравнению с контролем, но и по сравнению с другими системами удобрения, изучаемыми в опыте. Разница между показателями рекомендованной и биологизированной систем не существенна: на протяжении вегетации озимой пшеницы отмечалось преимущество расчетной системы удобрения, и разница в зависимости от систем удобрения составила 13,8 мг/кг почвы, по сравнению с биологизированной и рекомендованной системами – 12 и 8,5 мг/кг почвы соответственно. Урожайность озимой пшеницы показала максимальный результат с применением расчетной системы удобрения и внесением непосредственно под культуру N98P78 – 5,38 т/га. Рекомендованная (N70P40) и биологизированная (солома 2,4т/га + N60P10) системы удобрения существенно (47 и 35 % соответственно) увеличивали урожайность культуры относительно естественного агрохимического фона, но достоверно (12–21 %) уступали урожайности на расчетной системе удобрений

Ключевые слова: системы удобрений, доза удобрения, Ставропольская возвышенность, фракции фосфатов, агрохимические показатели, подвижный фосфор, урожайность, тип почвы, чернозём выщелоченный, озимая пшеница.

THE PHOSPHATE POTENTIAL OF LEACHED CHERNOZEM AND PRODUCTIVITY OF WINTER WHEAT DEPENDING ON FERTILIZER SYSTEMS IN THE CONDITIONS OF STAVROPOL UPLAND

Golosnoi E.V., Sigida M.S., Korostilyev S.A., Radchenko V.I., Belovolova A.A., Voskoboinikov A.V.

FSBEI HPE «Stavropol state agrarian university», Stavropol, Russia, (355017, Stavropol, lane Zootehnicheskiiy, 12), juliya.bezgina@mail.ru

Mineral fertiliser applied during three rotations of the rotation, contributed to the accumulation on the settlement system of fertilizer compared to the control variant almost all fractions of phosphorus. The major increase of the forms of phosphorus and their accumulation observed in the upper soil layers, which may be attributed to greater plant biomass and root system and as a consequence of root excretions. Studies have shown, traderestrictive phosphates of iron and calcium are the dominant, at times exceeding available for plants water-soluble phosphates and phosphates of aluminum. Settlement system fertilizer contributed to significant increase in the content of mobile phosphorus not only in comparison with the control, but compared to other systems, fertilizers, studied in the experiment. The difference between recommended and biologizing systems not important during the growing season of winter wheat was observed advantage of the settlement system for fertilizer, and the difference depending on the acidity was 13.8 mg/kg soil compared to biologizing and recommended systems - 12 and 8.5 mg/kg soil, respectively. Winter wheat yield showed the maximum result with the use of the settlement system, fertilizers, and making directly under culture N98P78 is 5.38 t/ha is Recommended (N70P40) and Biologicheskaya (straw 2.4 t/ha + N60P10) system fertilizer significantly (47 % and 35%, respectively) increased the yield of culture on natural agrochemical background, but significantly (12-21 %) was equal to the yield on the estimated fertilizer system

Keywords: fertilizer systems, fertilizer doses, Stavropol Upland, fractions of phosphates, agrochemical parameters, mobile phosphorus, yield, soil type, leached chernozem, winter wheat

В целях повышения урожайности культур звена севооборота, требуется четко разделять формы питательных элементов, в частности фосфатов, потребляемых растениями. Природный запас фосфатов определяется характером почвообразовательного процесса и содержанием его в материнских породах. Пополнение запасов фосфатов в почве происходит исключительно за счет внесения фосфорсодержащих удобрений. В зависимости от типа почв, её химического состава фосфор, внесенный в почву, претерпевает различные превращения. Внесение фосфорсодержащих удобрений увеличивает содержание в почве как валового фосфора, так и его различных минеральных форм [1,2,5,6].

Цель исследования - изучение влияния системы удобрения на содержание фосфатов в метровом профиле чернозема выщелоченного и продуктивность озимой пшеницы.

Материал и методы исследования - системы удобрения, изучаемые в опыте:

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

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

3) расчетная – насыщенность звена севооборота NPK 132 кг/га, в.т.ч. $N_{67}P_{65}K_0$ при соотношении N:P:K=1:0,97:0. Нормы, соотношения дозы по способам внесения удобрений устанавливаются по результатам текущих анализов; растительной диагностики, рассчитываются по формулам В.В. Агеева. Повторность опыта трехкратная. Размер делянок 108 м². Учетная площадь делянки 50 м². В опыте использовались минеральные удобрения аммиачная селитра, аммофос, калий хлористый, озимая пшеница Зерноградка 11.

Исследования проводились в 2006-2008 сельскохозяйственных годах в экспериментальном севообороте Ставропольского государственного аграрного университета. Почва опытного участка - чернозем выщелоченный, среднemosщный, тяжелосуглинистый.

Результаты исследования - содержание практически всех форм извлекаемых фосфатов в метровом профиле почвы на расчетной системе удобрения превышает показатели контрольного варианта. Расчетная система удобрения в слое почвы 0–10 см по содержанию водорастворимых фосфатов превышает показатель контрольного варианта на 50 % и составляет 2 мг/кг почвы. В следующем слое почвы (11–20 см) на контрольном варианте в отличие от расчетной системы удобрения (2 мг/кг) содержания водорастворимых фосфатов не выявлено. Вниз по профилю почвы водорастворимые формы отсутствовали как на контроле, так и на варианте с расчетной системой удобрения (таблица 1).

Таблица 1

Влияние расчетной системы удобрения на динамику содержания форм фосфатов (мг/кг) в 0–

100 см слое почвы

| Слой почвы | Контроль | | | | Расчетная | | | | | |
|------------|-----------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|--|-----------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|
| | Внесено с удобрениями | Фракции фосфора | | | Внесено с удобрениями | 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 | 0 | 1 | 88 | 142 | 89 | NPK 132 кг/га, в т.ч. N ₆₇ P ₆₅ K ₀ при соотношении N:P:K = 1:0,97:0. | 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 |

Содержание алюмофосфатов на расчетной системе удобрения превышало показатели контрольного варианта на 7–22 мг/кг почвы. Так, верхний слой почвы на расчетной системе увеличивал содержание фосфатов алюминия на 16 мг/кг, слой почвы 11–20 см обеспечил увеличение на 9 мг/кг, в слое почвы 21–40 см увеличение составило 22 мг/кг почвы. В низлежащих слоях также отмечено увеличение содержания алюмофосфатов на 7–15 мг/кг почвы. Следует отметить, что наиболее высокое содержание фосфатов алюминия отмечено в верхнем, пахотном горизонте почвы.

В свою очередь, 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.

Максимальное увеличение железосфатов отмечено в слоях почвы 0–10 и 11–20 см – 23 мг/кг. В следующем слое почвы (21–40 см) увеличение содержания фосфатов железа снижается и составляет лишь 15 мг/кг почвы.

Слой почвы 41–60 см характеризуется увеличением фосфатов железа на расчетной

системе относительно контроля на 13 мг/кг. В нижних слоях почвы отмечено незначительное увеличение железосоединений, на 1–3 мг/кг.

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. Как и в предыдущих трех вытяжках, максимальное количество фракции, как и увеличение, относительно контроля отмечено в верхних горизонтах почвы. Наибольшее увеличение (16 мг/кг почвы) труднорастворимых фосфатов отмечалось в слое почвы 0–10 см. В слоях почвы 11–20, 21–40 и 41 см увеличение показателя расчетной системы относительно контроля находилось приблизительно на одном уровне и составляло соответственно 14, 17 и 12 мг/кг почвы. В глубоких слоях почвы, 61–80 и 81–100 см, увеличение труднодоступных фосфатов кальция было незначительным, на 8 и 7 мг/кг почвы соответственно.

Поглощение элементов питания растениями озимой пшеницы зависит от плодородия почвы и предшественников. Озимая пшеница обладает большими потенциальными возможностями в формировании урожая, реализация которых возможна на основе создания оптимальных условий питания [3,4].

Таблица 2

Влияние систем удобрения на динамику содержания подвижного фосфора (мг/кг) в 0–20 см слое почвы в посевах озимой пшеницы, 2006–2008 гг.

| Система удобрения, А | Срок отбора, В | | | | | А, НСР ₀₅ = 2,8 |
|----------------------------|----------------|---------|----------------|-----------|-----------------|---|
| | До посева | Кущение | Выход в трубку | Колошение | Полная спелость | |
| Контроль | 23,4 | 20,2 | 17,1 | 15,9 | 14,5 | 18,2 |
| Рекомендованная | 28,7 | 26,1 | 23,3 | 20,3 | 18,9 | 23,5 |
| Биологизированная | 24,1 | 22,3 | 20,8 | 19,9 | 17,4 | 20,9 |
| Расчетная | 38,2 | 35,8 | 30,9 | 29,1 | 25,9 | 32,0 |
| В, НСР ₀₅ = 1,2 | 28,6 | 26,1 | 23,0 | 21,3 | 19,2 | НСР ₀₅ = 4,0 S _x = 4,7 |

Максимальное содержание подвижного фосфора на всех фонах питания отмечалось перед посевом, в дальнейшем от фазы кущения содержание фосфора имело единый ход, это неуклонное снижение с достижением минимальных значений к фазе полной спелости.

Влияние систем удобрения на содержание подвижного фосфора в 0–20 см слое на черноземе выщелоченном под озимой пшеницей в годы проведения исследований имело следующий вид: максимальное содержание фосфатов на всех вариантах опыта нами отмечалось в 2006 г., но разница по сравнению с 2007 и 2008 гг. была незначительной. Тем

не менее, все изучаемые в опыте системы удобрения существенно увеличивали концентрацию подвижных фосфатов, и разница с контролем в зависимости от фазы развития озимой пшеницы составляла 2,1–10,3 мг/кг почвы.

Расчётная система удобрения способствовала достоверному увеличению содержания подвижного фосфора не только по сравнению с контролем, но и по сравнению с другими системами удобрения, изучаемыми в опыте. Более того, обеспеченность подвижным фосфором на варианте с расчётной системой относится к повышенному содержанию, в то время как на других вариантах – к среднему. Разница между показателями рекомендованной и биологизированной систем не существенна: на протяжении вегетации озимой пшеницы отмечалось преимущество расчётной системы удобрения, и разница по фазам развития составила от 7,0 до 9,7 мг/кг почвы, в зависимости от систем удобрения разница по сравнению с контролем составила 13,8 мг/кг почвы, по сравнению с биологизированной и рекомендованной системами – 12 и 8,5 мг/кг почвы соответственно.

Таблица 3

Влияние систем удобрения на урожайность зерна озимой пшеницы (т/га) на черноземе выщелоченном, 2006–2008 гг.

| Система удобрения | Годы исследований | | | |
|-------------------|-------------------|------|------|-------------------------|
| | 2006 | 2007 | 2008 | Среднее за 2006–2008гг. |
| Контроль | 2,92 | 2,71 | 4,20 | 3,28 |
| Рекомендованная | 4,77 | 4,41 | 5,29 | 4,82 |
| Биологизированная | 4,27 | 4,12 | 4,89 | 4,43 |
| Расчетная | 5,52 | 4,65 | 5,98 | 5,38 |
| НСР ₀₅ | 0,43 | 0,42 | 0,41 | – |

Погодные условия в зоне проведения исследований оказали значительное влияние на урожайность озимой пшеницы после предшественника горох. Изучаемые системы удобрения относительно контроля обеспечивали достоверную прибавку (30–71 %) зерна озимой пшеницы после предшественника горох, и разница составила в 2006 г. – 18–46, в 2007 г. – 63–89, в 2008 г. – 16–42, в среднем за 2006–2008 гг. – 35–64 %. Максимальная урожайность культуры отмечалась на вариантах с расчётной системой удобрений и внесением непосредственно под культуру N₉₈P₇₈ – 5,38 т/га, которая в среднем за три года оказалась ниже расчетного уровня (6,0 т/га) на 10 %. Рекомендованная (N₇₀P₄₀) и биологизированная (солома 2,4т/га + + N₆₀P₁₀) системы удобрения существенно (47 и 35 % соответственно) увеличивали урожайность культуры относительно естественного агрохимического фона, но

достоверно (12–21 %) уступали урожайности на расчетной системе удобрений.

Выводы и заключение - проанализировав данные по влиянию систем удобрения на динамику форм фосфатов на черноземе выщелоченном, мы пришли к выводу, что минеральные удобрения, вносимые в течение трех ротаций севооборота, способствовали накоплению на расчетной системе удобрения относительно контрольного варианта практически всех фракций фосфора. Следует особо отметить, что основное увеличение форм фосфора и их аккумуляция отмечены в верхних слоях почвы, что 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. Расчетная система удобрения способствовала достоверному увеличению содержания подвижного фосфора не только по сравнению с контролем, но и по сравнению с другими системами удобрения, изучаемыми в опыте. Разница между показателями рекомендованной и биологизированной систем не существенна: на протяжении вегетации озимой пшеницы отмечалось преимущество расчетной системы удобрения, и разница в зависимости от систем удобрения составила 13,8 мг/кг почвы, по сравнению с биологизированной и рекомендованной системами – 12 и 8,5 мг/кг почвы соответственно. Урожайность озимой пшеницы показала максимальный результат с применением расчетной системы удобрения и внесением непосредственно под культуру $N_{98}P_{78}$ – 5,38 т/га. Рекомендованная ($N_{70}P_{40}$) и биологизированная (солома 2,4т/га + $N_{60}P_{10}$) системы удобрения существенно (47 и 35 % соответственно) увеличивали урожайность культуры относительно естественного агрохимического фона, но достоверно (12–21 %) уступали урожайности на расчетной системе удобрений.

Список литературы

1. Глазунова Н.Н., Безгина Ю.А., Хаджихметова О.М. Роль системы удобрений в повышении почвенного плодородия : сборник научных трудов Sworld. – 2014. – Т. 27. – №2. – С. 87-89.
2. Голосной Е.В. Влияние систем удобрений на содержание органического вещества и подвижного фосфора на выщелоченном черноземе ставропольской возвышенности // В сборнике: Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса южного федерального округа: 72-я научно-практическая конференция. – 2008. – С. 54-57.
3. Голосной Е.В., Агеев В.В., Подколзин А.И. Влияние систем удобрений на урожайность и качество культур звена севооборота на черноземе выщелоченном Ставропольской возвышенности // Агрохимический вестник. – 2013. – №2. – С. 33-35.

4. Голосной Е.В., Есаулко А.Н., Сигида М.С. Влияние систем удобрения на агрохимические свойства чернозёма выщелоченного в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края // Плодородие. – 2013. – №3 (72). – С. 4-5.
5. Есаулко А.Н., Устименко Е.А., Гуруева А.Ю. Эффективность программирования урожайности озимой пшеницы на черноземе выщелоченном Ставропольской возвышенности : сборник научных трудов Sworld. – 2012. – Т .46. – С. 95-98.
6. Есаулко А.Н., Воскобойников А.В., Фурсова А.Ю. Влияние погодных условий на эффективность минеральных удобрений в посевах зимующего гороха на опытной станции Ставропольского государственного аграрного университета // Вестник АПК Ставрополя. – 2012. – №4(8). – С. 25-27.
8. Есаулко А.Н., Агеев В.В. Совершенствование систем удобрений в севооборотах центрального Предкавказья // Агрохимический вестник.– 2005. – №4. – С. 7-12.
9. Мазницына Л.В., Безгина Ю.А., Бондаренко М.А. Влияние длительного применения удобрений на реакцию почвенного раствора : сборник научных трудов Sworld. – 2014. – Т. 27. – №2. – С. 89-91.
10. Оганесова О.А., Калугин Д.В., Никифорова А.М. Соотношение подвижных и валовых форм фосфора в основных типах почв Ставропольского края // В сборнике: применение современных ресурсосберегающих инновационных технологий в АПК. – 2013. – С. 174 – 177.
11. Программирование урожая сельскохозяйственных культур / Агеев В.В., Есаулко А.Н., Гречишкина Ю.И., Лобанкова О.Ю., Радченко В.И., Горбатко Л.С., Коростылев С.А. – Ставрополь, 2008. (3-е издание, переработанное и дополненное)
12. Сигида М. С. Влияние систем удобрений на продуктивность звена зернопропашного севооборота на выщелоченном чернозёме: автореф. дис. канд. с.-х. наук. – Ставрополь, 2008. – 23 с.
13. Теоретические предпосылки развития слитизации чернозёмов Центрального Предкавказья и её последствия / Цховребов В.С., Новиков А.А., Фаизова В.И., Калугин Д.В., Никифорова А.М. // Вестник АПК Ставрополя. – 2013. – №1 (9). – С. 119-122.
14. Урожайность культур звена севооборота в зависимости от систем удобрений в стационарном многолетнем опыте СтГАУ на черноземе выщелоченном / Фурсова А.Ю., Есаулко А.Н., Коростылев С.А., Сигида М.С., Гречишкина Ю.И. // в сборнике: Применение современных ресурсосберегающих инновационных технологий в АПК. – 2013. – С. 251-253.
15. Экологические условия произрастания сельскохозяйственных культур на солонцевато-слитых черноземах / Беловолова А.А., Громова Н.В., Устименко Е.А. // В сборнике:

Применение современных ресурсосберегающих инновационных технологий в АПК. – 2013. – С. 24-27.

Рецензенты:

Подколзин А.И., д.б.н., профессор, директор федерального государственного бюджетного учреждения государственный центр агрохимической службы «Ставропольский» (ФГБУ ГЦАС «Ставропольский»), г. Ставрополь;

Цховребов В.С., д.с.-х.н., профессор, заведующий кафедрой почвоведения им. В.И. Тюльпанова ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», г. Ставрополь.