

ВЛИЯНИЕ ОСВ И РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА СОДЕРЖАНИЕ ТМ В ПОЧВЕ И ПОСТУПЛЕНИЕ ИХ В ЗЕРНО ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Захаров Александр Иванович, кандидат сельскохозяйственных наук, директор ФГБНУ «Ульяновский НИИСХ»

Никитин Сергей Николаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель директора по научной работе ФГБНУ «Ульяновский НИИСХ»

ФГБНУ «Ульяновский НИИСХ»

433315, Ульяновская обл., Ульяновский р-н,

пос. Тумирязевский, ул. Институтская, 19, тел.: (84254) 34-1-33,

e-mail: S_nikitin@mail.ru

Ключевые слова: органические удобрения, тяжелые металлы, диатомит.

Исследованиями установлено, при применении различных видов органических удобрений на фоне диатомита снижается содержание подвижных форм тяжелых металлов и поступление их зерно озимой пшеницы.

Введение

Современная экологическая ситуация как в глобальном, так и в региональном масштабах обостряется, и человечество вынуждено искать эффективные меры устойчивого развития биосферы. Один из наиболее сильных факторов нарушения нормального функционирования агроэкосистем - поступление в объекты окружающей среды, в том числе в почву и растения, тяжелых металлов (ТМ). Поэтому их поведение в экосистемах является приоритетным направлением современных экологических и биогеохимических исследований [1,2,3,4].

Особый интерес для изучения в длительных опытах представляет накопление ТМ в почве в связи с применением удобрений и их влияние на подвижность и доступность ТМ.

Целью исследований являлось выявление закономерностей влияния различных видов органических удобрений и кремнийсодержащих материалов на содержание подвижных форм тяжелых металлов в почве и поступление в зерно озимой пшеницы.

Неоднократно ставился вопрос о производстве кремниевых удобрений. Так, еще в 80-е годы прошлого столетия отмечалось, что назрела необходимость в кремнийсодержащих удобрениях [5]. Однако до настоящего времени не налажено их производ-

ство, а в качестве кремниевых удобрений предлагаются и очень ограниченно применяются различные кремнийсодержащие отходы промышленности.

Ситуацию могут исправить местные сырьевые ресурсы. Высокое содержание активного (подвижного) кремнезема и других макро- и микроэлементов, а также характер пористой структуры определяют высокую адсорбционную и каталитическую активность кремнистых пород, что делает их перспективным агрохимическим сырьем для сельскохозяйственного производства.

В Ульяновской области в настоящее время выявлено 12 месторождений диатомитов, пригодных к разработке, что составляет почти четверть общероссийских запасов.

Объекты и методы исследований

Наши исследования направлены на разработку практических предложений по экологически безопасному и эффективному применению различных видов органических удобрений и повышению продуктивности зернопарового севооборота в ландшафтном земледелии Поволжья.

Сравнение эффективности различных видов органических удобрений, внесение которых эквивалентно одинаковому количеству азота (варианты 2,3,5,7,8), проводили на опытном поле Ульяновского НИИСХ, в

Таблица 1

Содержание подвижных форм тяжелых металлов в почве (ацетатно-аммонийный буферный раствор), мг/кг (2005-2007 гг.)

| Вариант | Zn | Cu | Pb | Cd | Ni |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|------|
| Контроль | 0,054 | 0,058 | 0,410 | 0,096 | 0,56 |
| Диатомит 5 т/га (фон) | 0,052 | 0,049 | 0,378 | 0,106 | 0,57 |
| Фон + NPK | 0,072 | 0,045 | 0,380 | 0,114 | 0,59 |
| Фон + навоз-1 | 0,062 | 0,053 | 0,523 | 0,121 | 0,62 |
| Фон + навоз-2 | 0,058 | 0,055 | 0,555 | 0,131 | 0,69 |
| Фон + ОСВ-1 | 0,050 | 0,063 | 0,507 | 0,141 | 0,64 |
| Фон + ОСВ-2 | 0,062 | 0,065 | 0,575 | 0,157 | 0,74 |
| Фон + сидерат | 0,058 | 0,051 | 0,455 | 0,113 | 0,64 |
| Фон + солома | 0,060 | 0,061 | 0,467 | 0,113 | 0,64 |
| ПДК | 25,0 | 3,0 | 6,0 | 0,5 | 4,0 |

семипольном зернопаровом севообороте с чередованием культур: чистый пар – озимая пшеница – яровая пшеница – горох – озимая пшеница – яровая пшеница – ячмень. Схема внесения удобрений в севообороте была следующей: 1. Без удобрений (контроль); 2. Диатомит 5 т/га (фон); 3. Фон + $N_{140}P_{95}K_{175}$ (эквивалентно 25 т/га навоза); 4. Фон + навоз-1 (25 т/га); 5. Фон + навоз-2 (50 т/га); 6. Фон + ОСВ-1 (эквивалентно по азоту 25 т/га навоза); 7. Фон + ОСВ-2 (эквивалентно по азоту 50 т/га навоза); 8. Фон + Сидерат (эквивалентно по азоту 25 т/га навоза); 9. Фон + Солома (эквивалентно по азоту 25 т/га навоза). Культура – озимая пшеница, сорт Харьковская 92. Повторность четырехкратная. Площадь учетной делянки 100 м².

Агрохимические показатели почвы перед закладкой опыта следующие: содержание гумуса – 5,59-6,35%, подвижных форм фосфора – 202-258 и обменного калия – 96-130 мг/кг (по Чирикову), рН - 6,6, гидролитическая кислотность - 1,4 мг-экв./100 г почвы.

Диатомит на 80 – 90 % состоит из диоксида кремния. Больше 40 % его находится в аморфной форме, обладающей достаточно высокой растворимостью (больше 0,0012 %), что обуславливает возможность использования диатомита в качестве кремниевого удобрения. В диатомите содержится более 1 % K₂O, а также магния, фосфора и серы и других элементов, что весьма важно с точки зрения питания растений. Объемная масса диатомитов обычно не превышает единицы и составляет 0,5 – 0,7 т/м³, пористость дости-

гает 70 – 75 %. В сухом состоянии диатомит имеет светло-серый, слегка желтоватый или почти белый цвет. Во влажном состоянии он обычно имеет зеленовато-серый цвет. По происхождению диатомиты представляют собой осадок эпиконтинентального морского бассейна начала третичного периода [6].

Метеоусловия в период вегетации 2005-2007 гг. были благоприятными, гидротермический коэффициент составил 1,1-1,2.

Организация полевых опытов, проведение наблюдений, лабораторных анализов осуществлялись по общепринятым методикам и соответствующим ГОСТам. Данные результатов исследований подвергались математической обработке методами дисперсионного и корреляционного анализов.

Результаты исследований

Для определения удобрительной ценности и экологической безопасности доз внесения осадков сточных вод был проведен полный агрохимический анализ как ОСВ, так и навоза.

Химический анализ показал, что ОСВ в сравнении с навозом намного богаче основными питательными веществами. Однако содержание тяжелых металлов в ОСВ в 2-4 раза выше, чем в навозе. Содержание ТМ в ОСВ было следующим (мг/кг): кадмия 6,2 (ПДК 30), меди 223 (1500), цинка 690 (3500), никеля 72 (400), ртути 0,15 (15), свинца 48,5 (500) и мышьяка 3,5 (20).

При внесении органических удобрений, особенно осадков сточных вод, как умеренной, так и повышенной дозы, наблю-

Содержание тяжелых металлов в зерне озимой пшеницы, мг/100 г

(2005-2007 гг.)

| Вариант | Zn | Cu | Pb | Cd | Ni |
|-----------------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|
| Контроль | 7,3 | 3,1 | 0,18 | 0,070 | 0,31 |
| Диатомит 5 т/га (фон) | 5,8 | 2,5 | 0,12 | 0,039 | 0,24 |
| Фон + NPK | 5,8 | 3,1 | 0,16 | 0,021 | 0,25 |
| Фон + навоз-1 | 6,4 | 3,3 | 0,18 | 0,052 | 0,36 |
| Фон + навоз-2 | 7,1 | 3,3 | 0,20 | 0,067 | 0,39 |
| Фон + ОСВ-1 | 6,6 | 3,6 | 0,20 | 0,066 | 0,35 |
| Фон + ОСВ-2 | 7,9 | 3,9 | 0,23 | 0,080 | 0,41 |
| Фон + сидерат | 6,0 | 3,0 | 0,21 | 0,066 | 0,29 |
| Фон + солома | 6,5 | 3,0 | 0,18 | 0,055 | 0,29 |
| ПДК | 50,0 | 30,0 | 5,0 | 0,3 | 3,0 |

дается увеличение содержания подвижных форм тяжелых металлов в почве, в частности Pb, Cd и Zn. Однако на всех вариантах содержание ТМ в почве не превышает предельно допустимых концентраций (ПДК). На вариантах, где использовали солому и сидерат, содержание Cu, Ni, Pb и Cd находилось практически на одном уровне по сравнению с содержанием данных элементов на контрольном варианте (табл. 1).

Сдерживающим фактором применения осадков может быть наличие в них в высоких концентрациях тяжелых металлов, что приводит к загрязнению почв и продукции растениеводства. Это предопределило необходимость определения степени потенциальной опасности полученной нами продукции.

Известно, что кремний контролирует многие химические и почвенные процессы [7,8]. Исследованиями [9, 10,11,12,13,14,15] установлено, что кремнезем устраняет токсическое ТМ за счет подавления их поглощения растениями.

С агроэкологической точки зрения диатомит является экологически безопасным удобрением, оказывающим комплексное воздействие на систему почва - растение, и его использование в растениеводстве не может привести к загрязнению природной среды и растительной продукции. В силу их природных особенностей (аморфность и подвижность кремния, высокая поглощательная способность) они могут значительно влиять на характер распределения ком-

понентов минерального питания в системе почва - растение, в том числе снизить поступление тяжелых металлов и других токсичных соединений в продукцию.

В наших исследованиях экологическая оценка зерна озимой пшеницы определялась по содержанию наиболее токсичных для растений и человека тяжелых металлов. Анализ содержания тяжелых металлов в зерне показал, что количество их было относительно невысоким и не превышало нормативов (табл. 2).

Под действием диатомита наблюдалось снижение накопления в зерне цинка на 21%, меди – на 19%, свинца – на 33%, кадмия – на 44% и никеля – 23%. Указанная закономерность проявлялась и при совместном применении различных видов органических удобрений на фоне диатомита, что связано, по-видимому, с антагонистичным действием поступающих в растение в большем количестве макроэлементов на токсичные вещества и повышением устойчивости растений к действию последних.

Исследования показали, что содержание тяжелых металлов в зерне озимой пшеницы ни по одному элементу не превышало ПДК. Учитывая, что максимальное содержание их в зерне составляет по цинку 16%, меди - 13%, свинцу – 5%, кадмию – 26% и никелю – 14% от ПДК, то какой-либо опасности от применения используемых удобрений не наблюдалось.

Таким образом, осадки сточных вод, соответствующие нормативным требовани-

ям по содержанию ТМ, на фоне применения диатомита не оказали негативного действия на безопасность полученной растительной продукции, существенно не отличаясь от навоза. Установлено, что при внесении органических удобрений, особенно осадков сточных вод как умеренной, так и повышенной дозы, наблюдается увеличение содержания подвижных форм тяжелых металлов в почве, но не превышает предельно допустимых концентраций. Это, тем не менее, не снимает необходимости жесткого контроля безопасности получаемой продукции и агроэкологического состояния почв.

Библиографический список

1. Исайчев, В.А., Каспировский А.В., Андреев Н.Н. Потребление и вынос элементов минерального питания из почвы растениями яровой пшеницы под действием регуляторов роста. Сборник: Микроэлементы и регуляторы роста в питании растений: теоретические и практические аспекты // материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию доктора сельскохозяйственных наук, профессора, академика РАН, заслуженного работника высшей школы РФ Костина Владимира Ильича. – 2014. – С. 47-50.
2. Никитин, С.Н. Влияние комплексного применения диатомита и различных видов органических удобрений на содержание тяжелых металлов в почве и поступление их в зерно озимой пшеницы. Сборник: Экология, генетика, селекция на службе человечества. – 2011. – С. 351-355.
3. Костин, О.В., Костин В.И., Исайчев В.А. Взаимодействие ионов в сельскохозяйственных растениях // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2013. – № 3. – С. 21-23.
4. Исайчев, В.А., Андреев, Н.Н., Каспировский А.В. Влияние регуляторов роста на содержание тяжелых металлов в зерне яровой пшеницы сорта Землячка в условиях Среднего Поволжья // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2013. – Т. 8. – № 1 (27). – С. 103-107
5. Водяницкий, Ю.М. Дефицит кремния в некоторых почвах и пути его устранения // Агрохимия. 1984. № 8. С.133-140.
6. Надольский, О.К. Диатомиты, трепелы и опоки Ульяновской области. Краеведческие записки, вып. II, 1958. С. 319 -328.
7. Орлов, Д.С. Химия почв. М., изд. МГУ, 1985. 376 с.
8. Матыченков, В.В., Аммосова Я.М. Влияние аморфного кремнезема на некоторые свойства дерново-подзолистой почвы // Почвоведение. 1994. №7. С. 52-61.
9. Алешин, Н.Е. Кремниевое питание риса // Сельское хозяйство за рубежом. Растениеводство. 1982. № 6. С. 9-14.
10. Кинтаналья, М.Г. Влияние разового внесения кремнийсодержащего шлама на свойства темно-каштановых почв под рисом на юге Украины: Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. М.: Ун-т им. П. Лумумбы, 1987. 17 с.
11. Никитин, С.Н., Орлов А.В., Сайдяшева Г.В. Влияние применения ОСВ, биопрепаратов и диатомита на содержание в почве и поступление в зерно озимой пшеницы тяжелых металлов /Материалы региональной научно-практической конференции «Зональные особенности научного обеспечения сельскохозяйственного производства». – Саратов, 2009. С. 49-53.
12. Исайчев, В.А. Оптимизация продукционного процесса сельскохозяйственных культур под воздействием микроэлементов и росторегуляторов в условиях лесостепи Поволжья: Дис. ... д-ра с.-х. наук: Ульяновск, 2004.–497 с.
13. Никитин, С.Н. Влияние средств химизации и биологизации на урожайность озимой пшеницы // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – № 1. – 2014. – С. 24-29.
14. Куликова, А.Х. Воспроизводство биогенных ресурсов в агроэкосистемах и регулирование плодородия чернозема лесостепи Поволжья. – Дисс. ... доктора с.-х. наук. - Ульяновск, 1997. – 362 с.
15. Немцев, С.Н., Никитин С.Н., Орлов А.В. Влияние диатомита на содержание тяжелых металлов в почве и поступление их в зерно озимой пшеницы при применении удобрений // Земледелие. 2011. – №5. – С. 11-12.