**Муниципальное бюджетное общеобразовательное**

**учреждение средняя общеобразовательная**

**школа № 19 г. Пензы**

**Всероссийский конкурс «ЮИОС»**

**Номинация «Ресурсосберегающее земледелие»**

**Научно-исследовательская работа**

## 

**Изменение продуктивности овса и гороха на фоне последействия осадков городских сточных вод и их сочетаний**

**с цеолитсодержащей агрорудой**

**Автор: Арефьев Андрей Александрович,**

**ученик 8 класса МБОУ СОШ № 19 г. Пензы**

**Руководитель: Мацюра Наталья Александровна,**

**учитель биологии МБОУ СОШ № 19 г. Пензы**

**Консультант: Арефьев Александр Николаевич,**

**профессор кафедры «Почвоведение, агрохимия и химия»**

**ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ**

**Пенза, 2019г**

СОДЕРЖАНИЕ

|  |  |
| --- | --- |
| Введение | 3 |
| 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ | 5 |
| 1.1 Влияние осадков сточных вод и цеолитов на урожайность  сельскохозяйственных культур | 5 |
| 1.2 Эффективность использования цеолитов в земледелии | 9 |
| 2 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ | 11 |
| 2.1 Место проведения и схема опыта | 11 |
| 2.2 Методы лабораторных исследований | 11 |
| 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ | 12 |
| 3.1Последействие ОГСВ в комплексе с цеолитом на элементы  структуры урожая овса и гороха | 12 |
| 3.2 Изменение урожайности овса и гороха на фоне последействия ОГСВ  и их сочетаний с цеолитсодержащей агрорудой | 16 |
| ВЫВОДЫ | 19 |
| РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ | 19 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ | 20 |

ВВЕДЕНИЕ

Практическое земледелие нуждается в разработках по адаптивному регулированию плодородия почв на основе применения рациональных систем удобрения и средств мелиорации, с учетом направленности и темпов изменения свойств почв, происходящих под антропогенным воздействием в конкретных почвенно-климатических условиях.

В связи с этим обоснование теоретических положений и новых практических подходов к рациональной разработке приемов повышения и использования плодородия почв, увеличения продуктивности сельскохозяйственных культур является актуальным направлением в развитии современного земледелия.

Одним из основных побочных продуктов антропогенной деятельности являются сточные воды общегородских и поселковых сетей канализации, крупных животноводческих комплексов. С развитием промышленности, ростом городов и повышением степени их благоустройства объем сточных вод и твердых осадков, получаемых при их очистке, с каждым годом возрастает.

В странах Европейского экономического сообщества используется в среднем 30 % накапливающихся осадков сточных вод. Но в различных странах эти показатели сильно отличаются.

Один из способов утилизации осадков сточных вод (ОСВ) – использование их на удобрение полевых культур. Их можно применять непосредственно после первичной обработки: уплотнения, обезвоживания, стабилизации, сбраживания, санобработки. Используются также термически высушенные осадки, представляющие собой санитарно обеззараженный сухой сыпучий продукт, удобный для хранения, транспортировки и внесения в почву.

В Российской Федерации из общего количества осадков используется на удобрение очень малая их часть, примерно 1,5 %, хотя многие ученые рекомендуют более широкое их применение.

В России осадки сточных вод составляют 3-3,5 млн т (по сухому веществу). Они имеют различные агрогеохимические свойства, обусловленные технологией их обработки, соотношением объемов бытовых и промышленных стоков в общегородских и поселковых сетях канализации. В зависимости от технологических свойств осадков определяются и условия их утилизации, в частности, в качестве удобрения и мелиорантов.

При этом основными экологическими критериями являются биологическая обеззараженность осадков сточных вод и отсутствие сверхнормативного содержания в них тяжелых металлов.

Основная задача ресурсосберегающего земледелия – получение максимального урожая высокого качества. Поэтому эффективность каждого технологического приема выращивания сельскохозяйственных культур в первую очередь определяется влиянием его на их урожайность и качество продукции растениеводства. Химические мелиоранты, минеральные, органические и органо-минеральные удобрения являются мощным техногенным фактором, влияющим не только на свойства и режимы почвы, определяющие ее плодородие, но и повышающим продуктивность сельскохозяйственных культур

Цель исследований заключалась в изучении последействия мелиоративных норм осадков сточных вод г. Пенза и их сочетаний с цеолитсодержащей агрорудой Лунинского месторождения Пензенской области на продуктивность овса и гороха.

В соответствии с поставленной целью были определены следующие задачи:

1. Изучить последействие мелиоративных норм осадков городских сточных вод (ОГСВ) в комплексе с цеолитсодержащей агрорудой на структуру урожая овса и гороха.
2. Выявить последействие мелиоративных норм осадков городских сточных вод в комплексе с цеолитсодержащей агрорудой на урожайность культур звена зернопаропропашного севооборота.

Объектами исследований являлись овес сорт «Конкур» и горох сорт «Джекпот». Предметом исследований являлись биомелиоранты (осадки городских сточных вод и цеолит).

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Влияние осадков сточных вод и цеолитов на урожайность

сельскохозяйственных культур

«В условиях прогрессирующего снижения плодородия почвы и в связи с резким повышением цен на минеральные удобрения значительное внимание уделяется вопросам поиска новых, в том числе нетрадиционных источников сырьевых ресурсов, которые можно было бы использовать при возделывании культур. Необходимость вовлечения в сельскохозяйственное производство местных нерудных полезных ископаемых определяется и тем, что они обладают качественными показателями, ценными с агрономической точки зрения, в том числе способствующими улучшению физико-химических свойств почвы» [13].

«Одним из перспективных подходов комплексного решения данных проблем является использование городских осадков сточных, запасы которых значительны в ряде регионов страны, в системе удобрения сельскохозяйственных культур» [13].

Действие осадков сточных вод на свойства почвы связано с качественным и количественным составом органического вещества и зольной части осадков, свойствами ингредиентов, используемых при их получении.

Применение осадков сточных вод городов Саратова и Энгельса в качестве органических удобрений в дозах 12,5-25 т/га не оказали отрицательного действия на почву. Одновременно увеличивалась продуктивность растений [25].

Анализ данных опыта Мерзлой Г.Е, Зябкиной Г.А., Нестерович И.А., Фомкиной Т.П. (1995), с факториальной схемой показал, что на фоне калийных удобрений внесение ОСВ под горохо-овсяную смесь по мере увеличения доз от 10 до 30 т/га повышало урожайность сена с 3,9 на контроле до 4,7 т/га, прибавки составляли при этом от 0,26 до 0,77 т/га.

Исследованиями Михайлова Л.Н. (1993), проводимыми в Самарской области, установлено, что ОСВ по своей удобрительной ценности превосходит навоз, причем их эффективность на супесчаной почве выше, чем на обыкновенном черноземе. Определено, что в условиях вегетативного опыта на обыкновенном черноземе, по мере повышения доз ОСВ, значительно увеличивается биологический урожай горохо-овсяной смеси (на 25,6-57,7 %) и яровой пшеницы (на 18,3-51,1 %). На супесчаной почве урожай возрастал соответственно на 18,0-47,5 и 22,9-102,2 %, а зерна пшеницы на 40,0-87,2 и 24,4-107,3 %.

Исследования, проведенные на типичной дерново-подзолистой почве (рН 6,2, гумус – 1,9%), показали, что при внесении 40 и 60 т/га ОСВ прибавка урожая зерна ячменя составила соответственно 13,1 и 21,7 ц/га, при содержании тяжелых металлов в растениях ниже ПДК [16].

Использование осадков в качестве удобрений позволяет получать урожаи сельскохозяйственных культур с необходимым содержанием макроэлементов, в пределах ПДК. Наиболее пригоден ОСВ для удобрения луго-пастбищных угодий, так как травы способны эффективно использовать большое количество азота, поступающее с осадком.

Достоверные прибавки урожая ячменя были получены при внесении 30 т/га ОСВ, а на яровой пшенице, горохе и гречихе при внесении 40 т/га. Наибольшая продуктивность культур отмечена при внесении 50 т/га ОСВ. При этом прибавка относительно контроля составила: ячменя – 4,2 ц/га, яровой пшеницы – 2,4 ц/га, гороха – 3,6 ц/га, гречихи 4,1 ц/га [16].

По данным Захарова Н.Г. (2004), осадки сточных вод в качестве удобрения обладают несомненным последействием: на второй год их внесения наблюдалась достоверная прибавка урожайности озимой ржи до 0,14 т/га (17 %) и яровой пшеницы до 0,43 т/га (41 %). Проявлялось положительное последействие ОСВ на качестве зерна яровой пшеницы (содержание клейковины повышалось на 1 %).

Исследования Титовой Г.А. (2012) показывают, что осадки сточных вод г. Новочебоксарск также, как и навоз КРС, в условиях полевого эксперимента на светло-серой лесной почве, в прямом действии повысили урожайность сои на 0,09-0,19 т/га (навоз – 0,06-0,18 т/га), в последействии, на второй год внесения, урожайность яровой пшеницы повысилась на 1,44-1,89 т/га (навоз – 1,31-1,74 т/га), а на третий год прибавка урожайности ячменя составила 1,14-1,79 т/га (навоз – 0,29-1,36 т/га).

Органические удобрения и их сочетания с минеральными удобрениями оказывают положительное воздействие на урожайность кормовой свеклы. Выявляется корреляционная зависимость между показателями биологической активности и урожайностью: чем выше биологическая активность почвы, тем выше урожайность возделываемых культур. Урожайность кормовой свеклы даже незначительно выше при использовании ОГСВ, чем навоза. Максимальный урожай получен при использовании ОГСВ с минеральными удобрениями под запрограммированный урожай (Кирьянов Д.П., Михайлов Л.Н., 2012).

ОГСВ, навоз и их сочетание, как между собой, так и с другими минеральными удобрениями, и на 3-й год после их внесения в почву продолжают оказывать положительное влияние и на структурные, и на физические показатели ячменя. Увеличивается под их влиянием длина колоса. Количество зерен в колосе, что в конечном итоге ведет к увеличению массы 1000 зерен и показателей натуры (Якимова Т.С., 2013).

Результаты исследований Куликовой А.Х., Захарова Н.Г. (2015) доказывают, что длительность последействия ОСВ как удобрения на урожайность сельскохозяйственных культур составляет не менее двух ротаций шестипольного севооборота. При этом внесение осадков сточных вод в дозе 60 т/га (под две культуры) позволило обеспечить прибавку урожайности викоовсяной смеси в конце второй ротации севооборота, на 7-20 % превышающую соответствующие варианты без применения ОСВ.

Мелиоративные дозы органических мелиорантов, улучшая свойства почвы, существенно повышают урожайность сельскохозяйственных культур. Внесение максимальной дозы осадков обеспечивало наивысшую продуктивность севооборота, которая на 0,61-1,38 т з. ед. превосходила эффективность традиционных удобрений и мелиорантов (Кузин Е.Н., Гришин Г.Е., Тян В.П., Денисов К.Е., 2003).

Данные исследований Куликовой А.Х, Захарова Н.Г. (2015) свидетельствуют, что с осадками сточных вод дозой 60 т/га, в почву поступает достаточное большое количество элементов питания, в том числе и их подвижные соединения. В частности азота – 1,23 т, фосфора (в пересчете на Р2О5) – 2,28 т, более низкое калия – 0,3 т/га, что предполагает пролонгированное их действие. Нейтральная реакция среды, значительное количество кальция и магния (24,3 и 3,9 мг/моль на 100 г почвы) позволяют предположить нейтрализующее действие ОСВ на кислотность почвы. Следует отметить, что осадки сточных вод обогащены микроэлементами, которыми бедны почвы. Содержание тяжелых металлов в осадках сточных вод по всем элементам (Zn, Pb, Cu, Cd, Ni, Cr3+, Hg, As) ниже ПДК и поступление их в почву данными дозами не превышает нормативные требования. ОСВ не содержат яиц гельминтов, т.е. экологически безопасны.

Сайдяшевой, Г.В. (2012) установлено, что существенное увеличение ассимиляционной поверхности листьев у яровой пшеницы наблюдается на вариантах с внесением осадков сточных вод в повышенных дозах. Особенно сильно это проявляется при сочетании осадков сточных вод с химическими мелиорантами и биопрепаратами. Более высокие прибавки урожайности яровой пшеницы были достигнуты при применении под предшествующую культуру навоза в норме 50 т/га и эквивалентной нормы осадков сточных вод. Прибавка урожайности составляла соответственно 11,1 и 17,1 %.

Исследования Кирьянова Д.П., Михайлова Л.Н. (2012) установлено, что осадки сточных вод г. Новочебоксарск способствуют повышению биологической активности светло-серой лесной почвы даже выше, чем навоз крупного рогатого скота. ОГСВ, навоз и их совместное применение продолжают положительное влияние на биологическую активность светло-серой лесной почвы при возделывании сельскохозяйственных культур и на 3-й год после их внесения в почву. В прямом действии и в последействии осадки городских сточных вод увеличивают урожайность кормовой свеклы на 21,2-45,5 т/га, тогда как навоз на 16,2-32,1 т/га. Максимальная урожайность получена при использовании ОГСВ в прямом действии из расчета 60 т/га с NPK под запланированный урожай кормовой свеклы – 102,4 т/га. В последействии на 2-ой год после их внесения в почву урожайность викоовсяной смеси составила 17,6 т/га, а при возделывании ячменя на 3-й год с использованием ОГСВ в дозе 60 т/га урожайность составила 2,075 т/га.

В своих исследованиях Захаров А.И., Никитин С.Н. (2014) отмечают, что осадки сточных вод, соответствующие нормативным требованиям 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. 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.

В своих исследованиях на черноземах выщелоченных Ульяновской области Куликова А.Х., Захаров Н.Г. (2015) отмечают, что осадки сточных вод при использовании их в качестве органоминерального удобрения имеют длительное последействие (не менее 10-12 лет). При этом эффективность их зависит от дозы и способов заделки в почву. Увеличение дозы до 60 т/га (экологически безопасная) сопровождается повышением эффективности ее в 1,5-2 раза по сравнению с дозой 30 т/га. Наиболее отзывчивыми на применение ОСВ культурами являются викоовсяная смесь и кукуруза, которые требуют для формирования зеленой массы более высокую обеспеченность элементами питания. Очень отзывчивым в этом отношении является и горох. Размещение осадков сточных вод в приповерхностном слое почвы (10-15 см) способствовало более продолжительному последействию ОСВ. Однако более высокая урожайность сельскохозяйственных культур в целом формируется по отвальной системе обработки почвы.

Исследованиями Титовой Г.А. (2012) установлено, что осадки сточных вод г. Новочебоксарск так же, как и навоз КРС, в условиях полевого эксперимента на светло-серой лесной почве, в прямом действии повысили урожайность сои на 0,09-0,19 т/га (навоз – 0,06-0,18 т/га), в последействии, на второй год внесения, урожайность яровой пшеницы повысилась на 1,44-1,89 т/га (навоз – 1,31-1,74 т/га), а на третий год прибавка урожайности ячменя составила 1,14-1,79 т/га (навоз – 0,29-1,36 т/га).

Результаты исследований Воропаева В.Н. (1990) свидетельствуют о хорошей отзывчивости культур на внесение ОСВ. Применение осадков в дозе 30 т/га под картофель и овес обеспечивало прибавки (в среднем за 2 года) 4,40 и 0,52 т/га соответственно, или 22 и 29 %.

Исследования Михайлова Л.H. (1993), проводимые в Самарской обл., показали, что осадки сточных вод по своей удобрительной ценности превосходят навоз, причем их эффективность на супесчаной почве выше, чем на обыкновенном черноземе. Установлено, что в условиях вегетативного опыта на обыкновенном черноземе по мере повышения доз ОСВ значительно увеличивается биологический урожай горохоовсяной смеси (на 25,6-57,7 %) и яровой пшеницы (на 18,3-51,1 %). На супесчаной почве урожай возрастал соответственно на 18,0-47,5 и 22,9-102,2 %, а зерна пшеницы на 40,0-87,2 и 24,4-107,3 %.

Достоверные прибавки урожая ячменя были получены при внесении 30 т/га ОСВ, а яровой пшеницы, гороха и гречихи – 40 т/га. Наибольшая продуктивность культур наблюдалась при внесении 50 т/га осадков, при этом прибавка урожая относительно контроля составила: ячменя – 4,2 ц/га, яровой пшеницы – 2,4, гороха – 3,6, гречихи – 4,1 ц/га (Ломов С.П., Зеленин И.Н., Кирасиров З.А. и др., 1998).

Осадки сточных вод оказывали положительное влияние на урожайность сельскохозяйственных культур и в последействии в течение 3-5 лет. На второй год после их внесения прибавка урожая яровой пшеницы относительно контроля составила 8,7-22,6 %, на третий год прибавка урожая овса – 10,0-23,1 %, на четвертый и пятый годы (зеленая масса люцерны) – 5,1-21,3 % (Агрохимические аспекты применения отходов городского коммунального хозяйства в качестве органических..., 1992).

Результаты исследований Мерзлой Г.Е. (1995) показали, что ОСВ в год внесения на фоне калийных удобрений при увеличении доз от 10 до 30 т/га повышали урожайность сена однолетних трав на 0,26-0,77 т/га. Данные, полученные в мелкоделяночных опытах с пропашными и зерновыми культурами свидетельствуют о высокой отзывчивости изучаемых культур на осадок сточных вод. Внесенный в дозе 30 т/га под картофель и овес, он повышал урожайность соответственно на 4,4 и 0,5 т/га, или на 22 и 29 %.

1.2 Эффективность использования цеолитов в земледелии

Внесение цеолитов в почву улучшает ее агрохимические и агрофизические свойства, увеличивает урожайность сельскохозяйственных культур с одновременным уменьшением расхода минеральных удобрений, улучшает качество сельскохозяйственной продукции [17].

Осадочные цеолитсодержащие породы являются сырьем многоцелевого назначения. Эффективно их применение в растениеводстве путем внесения в почву совместно с минеральными удобрениями. При этом улучшается структура почвы, возрастает водоудерживающая способность на 12-16 %, на 10-15 % и более повышается урожайность зерновых, кормовых и овощных культур. В полученной продукции снижается содержание тяжелых металлов и радионуклидов [1].

По данным В.М. Ураковой (2009), цеолиты способствовали повышению водопрочности агрегатов почвы под горохом посевным на 1,44-7,64, под нутом культурным – на 2,91-5,40 %, увеличению содержания агрономически ценных агрегатов соответственно на 3,92-11,61 и 9,08-13,91 %, что сопровождалось ростом водоудерживающей способности почвы.

По данным Е.Н. Кузина, Е.Е. Кузиной (2011), на фоне последействия природного цеолита и повторного внесения рекомендуемой нормы навоза количество водопрочных агрегатов возрастало по сравнению с контролем на 17,3-22,0 %, а коэффициент структурности увеличился на 0,51-0,54.

В ходе исследований Н.И. Ряховской, В.В. Гайнатулиной (2009) было установлено, что урожайность картофеля при внесении природного цеолита в сочетании с полным минеральным удобрением повысилась по сравнению с неудобренным вариантом в 2,4-2,7 раза. Урожайность зеленой массы овса в первый год последействия мелиоранта и удобрений превышала контроль на 3,14-4,26 т/га, на второй год – на 3,28-4,00 т/га.

По данным Г.Е. Гришина, Е.Е. Кузиной, Л.А. Кузиной (2009), максимальная урожайность сельскохозяйственных культур была получена при использовании природного цеолита в сочетании с навозом и в сочетании с минеральными удобрениями. Увеличение по отношению к контролю у озимой пшеницы составляло 52,3-64,9 %, у кукурузы – 53,3-65,7 %, у яровой пшеницы – 44,5-55,9 %, у ячменя – 22,1-31,4 %, у однолетних трав – 13,5-20,1 %.

В исследованиях С.В. Гревцева, Л.П. Степановой (2000) отмечено достоверное увеличение урожайности ячменя на фоне использования цеолита с удобрениями и картофеля на фоне одностроннего действия цеолита.

В опытах А.Н. Горбунова, Ю.С. Колягина (2000) определено, что последействие цеолитов и минеральных удобрений существенно повышало продуктивность растений ячменя. Внесение 5 т/га цеолитов + (NPK)140 увеличивало высоту растений до 81,5 см, длину колоса – до 7,5 см, число зерен с колоса – до 35, массу зерна с колоса – до 1,4 г.

А.Ф. Сладких, О.А. Карасев (2000) установили, что достоверная прибавка урожайности была получена на фоне одностороннего действия 20-25 т/га природного цеолита и на фоне 5 т/га цеолита в сочетании с полным минеральным удобрением в дозе N90P90K90.

Ю.С. Колягин с соавторами (2002) отмечают, что цеолиты способствуют существенному накоплению сухого вещества в корнеплодах сахарной свеклы. Внесение 5 т/га цеолитов в сочетании с полным минеральным удобрением N120P190K150 повышало содержание сухого вещества до 23,2 %.

Л.П. Степанова, С.И. Ноздрина (2003) утверждают, что природные цеолиты существенно снижали накопление тяжелых металлов в продукции растениеводства. Совместное использование ОСВ и цеолитов оказывает высокое действие на формирование корневой системы, обеспечивая в условиях опыта высокую адсорбирующую поверхность корней и количество поглощаемых веществ.

Е.Н. Кузин, Е.Е. Кузина (2013) на основании проведенных исследований отмечают положительное влияние природных цеолитов на урожайность сельскохозяйственных культур.

2 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1 Место проведения и схема опыта

Исследования проводились в первом агропочвенном районе Пензенской области на лугово-черноземной малогумусной среднемощной среднесуглинистой почве коллекционного участке ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ по следующей схеме: 1. Без ОГСВ и цеолита (контроль); 2. Цеолит 10 т/га; 3. ОГСВ 100 т/га; 4. ОГСВ 120 т/га; 5. ОГСВ 140 т/га; 6. ОГСВ 160 т/га; 7. ОГСВ 180 т/га; 8. ОГСВ 100 т/га + цеолит 10 т/га; 9. ОГСВ 120 т/га + цеолит 10 т/га; 10. ОГСВ 140 т/га + цеолит 10 т/га; 11. ОГСВ 160 т/га + цеолит 10 т/га; 12. ОГСВ 180 т/га + цеолит 10 т/га.

Повторность опыта трехкратная, варианты в опыте размещены методом рендомизированных повторений, учетная площадь одной делянки 4 м2. В опыте использовались осадки сточных вод г. Пенза, которые характеризуются следующими показателями: величина рНсол – 6.0 ед., гидролитическая кислотность – 2,4 мг-экв./100 г осадков, сумма обменных оснований – 31,6 мг-экв./100 г осадков. Содержание элементов питания: азот – 291, фосфор – 116 и калий – 120 мг/100 г осадков; углерод органического вещества – 21,2 %. В качестве химического мелиоранта в опыте использовалась цеолитсодержащая агроруда Лунинского месторождения с содержанием клиноптилолита 41 %. Осадки городских сточных вод и цеолитсодержащая агроруда были внесены в 2014 году в паровое поле под основную обработку почвы. Норма внесения цеолитсодержащей агроруды рассчитывалась по содержанию в ней клиноптилолита.

2.2 Методы лабораторных исследований

При анализе и растительных образцов использовались следующие методы:

* Густота стояния растений и структура урожая по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989).
* Масса 1000 зерен – ГОСТ 10842-89.
* Учет урожая – весовым методом поделяночно.
* Математическая обработка результатов проводится методом дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализа на ПЭВМ с использованием пакетов прикладных программ для статистической обработки «Statgrafics» и «Statistica».

Агротехника сельскохозяйственных культур в опыте общепринятая для Пензенской области.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Последействие ОГСВ в комплексе с цеолитом на элементы

структуры урожая овса и гороха

Продуктивность сельскохозяйственных культур определяется влиянием факторов внешней среды и обусловлена их реакцией на те или иные агротехнические приемы. Следовательно, при оценке культур севооборота важно знать, как меняются основные элементы продуктивности растений от действия того или иного агромелиоративного приема.

Число продуктивных стеблей к моменту уборки овса, выращенного на контрольном варианте, составляло 363 шт./м2 (таблица 1).

На фоне одностороннего последействия цеолитсодержащей агроруды и осадков городских сточных вод нормами 100 и 120 т/га была отмечена тенденция по увеличению числа продуктивных стеблей. Увеличение по отношению к контрольному варианту составляло 1,9-3,3 %.

Одностороннее последействие осадков городских сточных вод нормами от 140 до 180 т/га достоверно повышало количество продуктивных стеблей на 4,4-5,2 %. Количество продуктивных стеблей на этих вариантах опыта варьировало от 379 до 382 шт./м2.

Более существенное увеличение количества продуктивных стеблей обеспечивало последействие осадков городских сточных вод нормами от 140 до 180 т/га в комплексе с цеолитсодержащей агрорудой. Количество продуктивных стеблей на фоне их последействия варьировало от 387 до 392 шт./м2, достоверно превышая контроль на 6,6-8,0 %.

В условиях 2018 года достоверное увеличение длины метелки овса обеспечивало одностороннее последействие осадков городских сточных вод нормами 140-180 т/га и осадков сточных вод в комплексе с цеолитсодержащей агрорудой. Длина метелки в первом случае превышала контроль на 0,9-1,2 см, во втором случае – на 1,2-1,8 см, при значении НСР05 0,8.

На контрольном варианте число зерен в метелке к моменту уборки овса равнялось 29,2 шт., а их масса – 0,76 г.

Одностороннее последействие цеолитсодержащей агроруды и осадков городских сточных вод нормами 100-120 т/га недостоверно увеличивало число зерен в метелке по отношению к контролю на 6,5-8,6 %, а массу зерна с метелки – на 0,09-0,12 г. Достоверное увеличение количества зерен и массы зерна с метелки обеспечивало одностороннее последействие осадков городских сточных вод нормами от 140 до 180 т/га и осадков городских сточных вод от 100 до 180 т/га в комплексе с цеолитсодержащей агрорудой. На фоне одностороннего последействия осадков городских сточных вод нормами от 140 до 180 т/га количество зерен с одной метелки составляло 32,0-32,8 шт., а масса зерна с одной метелки – 0,89-0,92 г, превышая контроль в первом случае на 2,8-3,6 шт., во втором – на 0,13-0,16 г. На фоне комплексного последействия осадков городских сточных вод и цеолитсодержащей агроруды количество зерен с одной метелки изменялось от 33,1 (ОГСВ 100 т/га + клиноптилолит 10 т/га) до 34,6 шт. (ОГСВ 180 т/га + клиноптилолит 10 т/га), а масса

Таблица 1 – Элементы структуры урожая овса

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Количество  продуктивных стеблей | | Длина метелки | | Количество  зерен в метелке | | Масса зерна  с метелки | | Масса  1000 зерен | |
| шт./м2 | отклонение от контроля | см | отклонение от контроля | шт. | отклонение от контроля | г | отклонение от контроля | г | отклонение от контроля |
| 1. Без ОГСВ и цеолита (контроль) | 363 | – | 10,8 | – | 29,2 | – | 0,76 | – | 26,03 | – |
| 2. Цеолит 10 т/га | 370 | 7 | 11,4 | 0,6 | 31,2 | 2,0 | 0,85 | 0,09 | 27,24 | 1,21 |
| 3. ОГСВ 100 т/га | 372 | 8 | 11,5 | 0,7 | 31,1 | 1,9 | 0,84 | 0,08 | 27,01 | 0,97 |
| 4. ОГСВ 120 т/га | 375 | 12 | 11,5 | 0,7 | 31,7 | 2,5 | 0,88 | 0,12 | 27,76 | 1,73 |
| 5. ОГСВ 140 т/га | 379 | 16 | 11,7 | 0,9 | 32,0 | 2,8 | 0,89 | 0,13 | 27,81 | 1,78 |
| 6. ОГСВ 160 т/га | 382 | 19 | 11,9 | 1,1 | 32,7 | 3,5 | 0,92 | 0,16 | 28,13 | 2,10 |
| 7. ОГСВ 180 т/га | 382 | 19 | 12,0 | 1,2 | 32,8 | 3,6 | 0,92 | 0,16 | 28,05 | 2,02 |
| 8. ОГСВ 100 т/га + цеолит 10 т/га | 379 | 16 | 12,0 | 1,2 | 33,1 | 3,9 | 0,93 | 0,17 | 28,10 | 2,07 |
| 9. ОГСВ 120 т/га + цеолит 10 т/га | 383 | 20 | 12,1 | 1,3 | 33,4 | 4,2 | 0,96 | 0,20 | 28,74 | 2,71 |
| 10. ОГСВ 140 т/га + цеолит 10 т/га | 387 | 24 | 12,3 | 1,5 | 34,0 | 4,8 | 0,99 | 0,23 | 29,11 | 3,08 |
| 11. ОГСВ 160 т/га + цеолит 10 т/га | 390 | 27 | 12,5 | 1,7 | 34,5 | 5,3 | 1,02 | 0,26 | 29,56 | 3,53 |
| 12. ОГСВ 180 т/га + цеолит 10 т/га | 392 | 29 | 12,6 | 1,8 | 34,6 | 5,4 | 1,01 | 0,25 | 29,19 | 3,16 |
| НСР05 |  | 14 |  | 0,8 |  | 2,6 |  | 0,12 |  | 1,75 |

зерна с одной метелки – от 0,93 до 1,01 г. Увеличение по отношению к контрольному варианту было достоверным и составляло в первом случае 3,9-5,4 шт., во втором – 0,17-0,25 г., при значениях НСР05 2,6 шт. и 0,12 г соответственно.

Достоверное увеличение массы 1000 зерен обеспечивало одностороннее последействие осадков городских сточных вод нормами от 140 до 180 т/га и комплексное последействие осадков городских сточных вод нормами от 100 до 180 т/га с цеолитсодержащей агрорудой. Масса 1000 зерен при одностороннем последействии осадков городских сточных вод нормами от 140 до 180 т/га изменялась в зависимости от нормы биомелиоранта в интервале от 27,81 до 28,05 г, а при комплексном последействии осадков городских сточных вод нормами от 100 до 180 т/га с цеолитсодержащей агрорудой – от 28,10 до 29,19 г, превышая контроль в первом случае на 1,78-2,10 г, во втором – на 2,07-3,53 г.

Как показали исследования, в условиях 2019 года число продуктивных стеблей гороха к моменту уборки на варианте без использования осадков городских сточных вод и цеолитсодержащей агроруды равнялось 112,2 шт./м2. На вариантах с односторонним последействием цеолитсодержащей агроруды, осадков городских сточных вод и осадков городских сточных вод нормами от 100 до 140 т/га в комплексе с цеолитсодержащей агрорудой была отмечена тенденция к увеличению количества продуктивных растений гороха к моменту его уборки. Количество продуктивных растений варьировало на этих вариантах от 114,9 до 117,5 шт./м2, превышая контроль на 2,7-5,3 шт./м2, при значении НСР05 5,6 шт./м2. Максимальное количество продуктивных стеблей гороха в условия 2019 года было отмечено на фоне последействия осадков городских сточных вод нормами 160 и 180 т/га в комплексе с цеолитсодержащей агрорудой. Число продуктивных стеблей гороха на фоне их последействия составляло 118,1-118,2 шт./м2, достоверно превышая контроль на 5,9-6,0 шт./м2 (таблица 2).

На контрольном варианте количество бобов на одном растении составляло 2,9 шт. На вариантах с односторонним последействием цеолитсодержащей агроруды, осадков городских сточных вод и осадков городских сточных вод нормами от 100 до 140 т/га в комплексе с цеолитсодержащей агрорудой была отмечена тенденция к увеличению количества бобов с одного растения. Достоверное увеличение количества бобов на одном растении было отмечено на вариантах с последействием осадков городских сточных вод нормами 160 и 180 т/га в комплексе с цеолитсодержащей агрорудой. Количество бобов на одном растении на фоне их последействия достоверно превышало контроль на 0,5 шт. и составляло 3,4 шт.

На варианте без использования осадков городских сточных вод и цеолитсодержащей агроруды количество зерен с одного растения составляло 9,3 шт., а их масса – 2,00 г. Последействие цеолитсодержащей агроруды достоверно увеличивало количество зерен с одного растения на 1,2 шт., массу зерна с растения – на 0,34 г. Количество зерен с одного растения на фоне одностороннего последействия цеолитсодержащей агроруды равнялось 10,5 шт., а

14

Таблица 2 – Элементы структуры урожая гороха

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Количество растений | | Количество  бобов  на одном  растении | | Число зерен  с одного  растения | | Масса зерна  одного растения | | Масса  1000 зерен | |
| шт./м2 | отклонение от контроля | шт. | отклонение от контроля | шт. | отклонение от контроля | г | отклонение от контроля | г | отклонение от контроля |
| 1. Без ОГСВ и цеолита (контроль) | 112,2 | – | 2,9 | – | 9,3 | – | 2,00 | – | 215,0 | – |
| 2. Цеолит 10 т/га | 114,9 | 2,7 | 3,0 | 0,1 | 10,5 | 1,2 | 2,34 | 0,34 | 215,2 | 0,2 |
| 3. ОГСВ 100 т/га | 115,1 | 2,9 | 3,1 | 0,2 | 10,5 | 1,2 | 2,34 | 0,34 | 215,2 | 0,2 |
| 4. ОГСВ 120 т/га | 115,2 | 3,0 | 3,2 | 0,3 | 10,9 | 1,6 | 2,35 | 0,35 | 215,6 | 0,6 |
| 5. ОГСВ 140 т/га | 115,2 | 3,0 | 3,2 | 0,3 | 11,2 | 1,9 | 2,47 | 0,47 | 220,5 | 5,5 |
| 6. ОГСВ 160 т/га | 117,4 | 5,2 | 3,3 | 0,4 | 11,9 | 2,6 | 2,62 | 0,62 | 220,2 | 5,2 |
| 7. ОГСВ 180 т/га | 117,5 | 5,3 | 3,3 | 0,4 | 11,9 | 2,6 | 2,63 | 0,63 | 221,0 | 6 |
| 8. ОГСВ 100 т/га + цеолит 10 т/га | 116,8 | 4,6 | 3,2 | 0,3 | 11,2 | 1,9 | 2,48 | 0,48 | 221,4 | 6,4 |
| 9. ОГСВ 120 т/га + цеолит 10 т/га | 117,1 | 4,9 | 3,3 | 0,4 | 11,9 | 2,6 | 2,63 | 0,63 | 221,0 | 6 |
| 10. ОГСВ 140 т/га + цеолит 10 т/га | 117,5 | 5,3 | 3,3 | 0,4 | 11,9 | 2,6 | 2,64 | 0,64 | 221,8 | 6,8 |
| 11. ОГСВ 160 т/га + цеолит 10 т/га | 118,1 | 5,9 | 3,4 | 0,5 | 12,6 | 3,3 | 2,89 | 0,89 | 229,4 | 14,4 |
| 12. ОГСВ 180 т/га + цеолит 10 т/га | 118,2 | 6,0 | 3,4 | 0,5 | 12,6 | 3,3 | 2,90 | 0,9 | 230,2 | 15,2 |
| НСР05 |  | 5,6 |  | 0,3 |  | 0,8 |  | 0,31 |  | 10,7 |

масса зерна – 2,34 г. На фоне одностороннего последействия осадков городских сточных вод, в зависимости от нормы осадка, количество зерен с одного растения составляло 10,5-11,9 шт., а их масса – 2,34-2,63 г.

На вариантах с последействие осадков городских сточных вод в комплексе с цеолитсодержащей агрорудой количество зерен с одного растения варьировало в интервале от 11,2 (ОГСВ 100 т/га + клиноптилолит 10 т/га) до 12,6 шт. (ОГСВ 180 т/га + клиноптилолит 10 т/га), а их масса – от 2,48 до 2,90 г. Увеличение по отношению к контролю было достоверным и составляло в первом случае 1,9-3,3 шт., во втором случае – 0,48-0,90 г.

На контрольном варианте, на вариантах с односторонним действием цеолитсодержащей агроруды и осадков городских сточных вод нормами 100 и 120 т/га масса 1000 зерен была равнозначной и составляла 215,1-215,6 г. На вариантах с односторонним последействием осадков городских сточных вод нормами от 140 до 180 т/га и на вариантах с последействием осадков городских сточных вод нормами от 100 до 140 т/га в комплексе с цеолитсодержащей агрорудой была отмечена тенденция к увеличению массы 1000 зерен гороха. Масса 1000 зерен на фоне их последействия изменялась в интервале от 220,2 до 221,8 г, превышая контроль на 5,1-6,7 г.

Достоверное увеличение массы 1000 зерен обеспечивало последействие осадков городских сточных вод нормами 160 и 180 т/га в комплексе с цеолитсодержащей агрорудой. Масса 1000 зерен гороха на фоне их последействия варьировала в интервале от 229,4 до 230,2 г, превышая контроль на 14,3-15,1 г.

3.2 Изменение урожайности овса и гороха на фоне последействия ОГСВ

и их сочетаний с цеолитсодержащей агрорудой

Рациональная система удобрения, отвечающая природным и организационным и экономическим условиям хозяйства является ведущим фактором повышения урожайности и улучшения его качества, роста почвенного плодородия и его сохранения. По поводу влияния удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур Д.Н. Прянишников писал: «Максимальные же урожаи достигаются комбинацией органических и минеральных удобрений, которая позволяет снабдить растения усвояемой пищей на первых стадиях развития и дать в тоже время в виде органических удобрений резерв постепенно приходящих в действие питательных веществ».

На варианте без использования осадков городских сточных вод и цеолитсодержащей агроруды в условиях 2018 года урожайность овса равнялась 2,76 т/га. На фоне одностороннего последействия цеолитсодержащей агроруды урожайность овса составляла 3,15 т/га, достоверно превышая контроль на 0,39 т/га, или 14,1 % (таблица 3).

На фоне одностороннего последействия осадков городских сточных вод, в зависимости от их нормы, урожайность зерна овса варьировала в интервале от 3,12 до 3,51 т/га. Увеличение по отношению к контролю было достоверным и составляло 0,36 (ОГСВ 100 т/га) – 0,75 т/га (ОГСВ 180 т/га), или 13,0-27,2 %.

16

Таблица 3 – Урожайность овса сорта Конкур

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Урожайность, т/га | Отклонение от контроля | |
| т/га | % |
| 1. Без ОГСВ и цеолита (контроль) | 2,76 | – | – |
| 2. Цеолит 10 т/га | 3,15 | 0,39 | 14,1 |
| 3. ОГСВ 100 т/га | 3,12 | 0,36 | 13,0 |
| 4. ОГСВ 120 т/га | 3,30 | 0,54 | 19,6 |
| 5. ОГСВ 140 т/га | 3,37 | 0,61 | 22,1 |
| 6. ОГСВ 160 т/га | 3,51 | 0,75 | 27,2 |
| 7. ОГСВ 180 т/га | 3,51 | 0,75 | 27,2 |
| 8. ОГСВ 100 т/га + цеолит 10 т/га | 3,52 | 0,76 | 27,5 |
| 9. ОГСВ 120 т/га + цеолит 10 т/га | 3,68 | 0,92 | 33,3 |
| 10. ОГСВ 140 т/га + цеолит 10 т/га | 3,83 | 1,07 | 38,8 |
| 11. ОГСВ 160 т/га + цеолит 10 т/га | 3,96 | 1,20 | 43,5 |
| 12. ОГСВ 180 т/га + цеолит 10 т/га | 3,98 | 1,22 | 44,2 |
| НСР05 |  | 0,14 |  |

На вариантах с последействием осадков городских сточных вод в комплексе с цеолитсодержащей агрорудой урожайность овса изменялась в пределах от 3,52 (ОГСВ 100 т/га + клиноптилолит 10 т/га) до 3,98 т/га (ОГСВ 180 т/га + клиноптилолит 10 т/га). Увеличение по отношению к контрольному варианту было достоверным и составляло 0,76-1,22 т/га, или 27,5-44,2 %.

В условиях 2019 года урожайность гороха на контрольном варианте составляла 2,29 т/га. На фоне последействия цеолитсодержащей агроруды урожайность гороха равнялась 2,67 т/га. Увеличение по отношению к контрольному варианту было достоверным и составляло 0,38 т/га, или 16,6 % (таблица 4).

Одностороннее последействие мелиоративных норм осадков городских сточных вод увеличивало урожайность гороха на 0,40 (ОГСВ 100 т/га) – 0,80 т/га (ОГСВ 180 т/га). Урожайность гороха на этих вариантах опыта варьировала в интервале от 2,69 до 3,09 т/га.

Наивысший эффект по влиянию на урожайность гороха оказало последействие мелиоративных норм осадков городских сточных вод в комплексе с цеолитсодержащей агрорудой. Урожайность гороха на этих вариантах изменялась в пределах от 2,90 (ОГСВ 100 т/га + клиноптилолит 10 т/га) до 3,43 т/га (ОГСВ 180 т/га + клиноптилолит 10 т/га), достоверно превышая контроль на 0,61-1,14 т/га, или на 26,6-49,8 %.

Следует отметить, что осадки городских сточных вод нормами 160 и 180 т/га как в чистом виде, так и в комплексе с цеолитсодержащей агрорудой оказали практически равнозначное влияние на урожайность овса и гороха. Урожайность зерна овса в первом случае составляла 3,51 т/га, а во втором – 3,96-3,98 т/га, урожайность гороха – 3,08-3,09 и 3,41-3,43 т/га соответственно.

Таблица 4 – Урожайность гороха сорта Джекпот

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Урожайность, т/га | Отклонение от контроля | |
| т/га | % |
| 1. Без ОГСВ и цеолита (контроль) | 2,29 | – | – |
| 2. Цеолит 10 т/га | 2,67 | 0,38 | 16,6 |
| 3. ОГСВ 100 т/га | 2,69 | 0,40 | 17,5 |
| 4. ОГСВ 120 т/га | 2,71 | 0,42 | 18,3 |
| 5. ОГСВ 140 т/га | 2,85 | 0,56 | 24,5 |
| 6. ОГСВ 160 т/га | 3,08 | 0,79 | 34,5 |
| 7. ОГСВ 180 т/га | 3,09 | 0,80 | 34,9 |
| 8. ОГСВ 100 т/га + цеолит 10 т/га | 2,90 | 0,61 | 26,6 |
| 9. ОГСВ 120 т/га + цеолит 10 т/га | 3,08 | 0,79 | 34,5 |
| 10. ОГСВ 140 т/га + цеолит 10 т/га | 3,10 | 0,81 | 35,4 |
| 11. ОГСВ 160 т/га + цеолит 10 т/га | 3,41 | 1,12 | 48,9 |
| 12. ОГСВ 180 т/га + цеолит 10 т/га | 3,43 | 1,14 | 49,8 |
| НСР05 |  | 0,18 |  |

Из вышеизложенного следует, что наиболее существенное влияние на урожайность овса сорта Конкур и гороха сорта Джекпот оказало комплексное последействие мелиоративных норм осадков городских сточных вод с цеолитсодержащей агрорудой.

ВЫВОДЫ

1. Наиболее существенное изменение элементов структуры урожая овса и гороха (культур звена зернопаропропашного севооборота) наблюдалось на фоне одностороннего последействия повышенных норм осадков городских сточных вод и на фоне комплексного действия и последействия осадков городских сточных вод нормами от 100 до 180 т/га с цеолитсодержащей агрорудой.
2. Максимальный эффект по влиянию на урожайность овса и гороха оказали повышенные нормы осадков городских сточных вод (160 и 180 т/га), используемые в комплексе с цеолитсодержащей агрорудой. Урожайность зерна овса от их последействия возрастала на 43,5-44,2 %, урожайность зерна гороха – на 48,9-49,8 %.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

Для оптимизации плодородия малогумусных лугово-черноземных почв и увеличения продуктивности зернопаропропашных севооборотов (в структуру которых входя овес и горох) в качестве альтернативного источника органического вещества и элементов питания рекомендуется использовать осадки городских сточных вод нормами от 100 до 180 т/га в комплексе с цеолитсодержащей агрорудой.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богатов, М.К. Особенности изменения удельной активности цзия-137 в темно-серых лесных почвах различных фитоценозов Тульской области / М.К. Богатов, А.И. Щеглов // Почвоведение – продовольственной и экологической безопасности страны: тезисы докладов VII съезда общества почвоведов им. В.В. Докучаева и Всероссийской с зарубежным участием найчной конференции. – М.-Белгород, 2016. – С. 280-281.
2. Воропаев, В.Н. Влияние ОСВ на рост растений / В.Н. Воропаев // Химизация сельского хозяйства. – 1990. – № 8. – С. 58-59.
3. Горбунов, А.Н. Последствие природных цеолитов и минеральных удобрений на продуктивность ярового ячменя / А.Н. Горбунов, Ю.С. Колягин // Зерновые культуры. – 2000. – № 6. – С. 1.
4. Гревцев, С.В. Агроэкологическая оценка применения гумата калия и цеолита на картофеле / С.В. Гревцев, Л.П. Степанова // 3 Международная научно-практическая конференция «Человек и окружающая природная среда», Пенза, 12-13 окт., 2000: Сборник материалов. – Пенза, 2000. – С. 83-84.
5. Гришин, Г.Е. Изменение урожая и качества продукции под влиянием цеолита и удобрений / Г.Е. Гришин, Е.Е. Кузина, Л.А. Кузина // Нива Поволжья. – 2009. – № 2. – С. 7-12.
6. Захаров, А.И. Влияние ОСВ и различных видов органических удобрений на содержание ТМ в почве и поступление их в зерно озимой пшеницы / А.И. Захаров, С.Н. Никитин // Вестник УГСХА. – 2014. – № 4. – С. 10-13.
7. Захаров, Н.Г. Эффективность использования осадков сточных вод в качестве удобрения сельскохозяйственных культур в зернопропашном севообороте: автореф. дис. канд. с.-х. наук / Н.Г. Захаров. – Саранск, 2004. – 20 с.
8. Кирьянов, Д.П. Действие и последействие осадков сточных вод г. Новочебоксарск, навоза крупного рогатого скота и их сочетаний на биологическую активность светло-серой лесной почвы и урожайность кормовых культур / Д.П. Кирьянов, Л.Н. Михайлов // Вестник УГСХА. – 2012. – № 1. – С. 17-22.
9. Колягин, Ю.С. Цеолиты и динамика накопления сухого вещества / Ю.С. Колягин, О.А. Карасев, С.П. Москворецкий // Сахарная свекла. – 2002. – № 1. – С. 10-12.
10. Кузин, Е.Н. Использование осадков сточных вод в земледелии / Е.Н. Кузин, Г.Е. Гришин, В.П. Тян, К.Е. Денисов. – Саратов, 2003. – 144 с.
11. Кузин, Е.Н. Влияние последействия природного цеолита и повторного внесения навоза на структурное состояние серой лесной почвы / Е.Н. Кузин, Е.Е. Кузина // Сборник материалов международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию ФГБОУ ВПО «Пензенская ГСХА» «Образование, наука, практика: инновационный аспект» 27…28 октября 2011 г. Том I. – Пенза, 2011. – С. 29-30.
12. Кузин, Е.Н. Изменение урожайности культур зернопропашного севооборота на фоне последействия природного цеолита и повторного внесения удобрений / Е.Н. Кузин, Е.Е. Кузина // Нива Поволжья. – 2013. – № 1. – С. 24-29.
13. Куликова, А.Х. Эффективность использования диатомита и его смесей с куриным пометом в качестве удобрения сельскохозяйственных культур / А.Х. Куликова, Е.А. Яшин // Вестник УГСХА. – 2008. – № 1. – С. 3-11.
14. Куликова, А.Х. Последействие осадков сточных вод, применяемых в качестве удобрения сельскохозяйственных культур, в зависимости от систем основной обработки почвы / А.Х. Куликова, Н.Г. Захаров // Вестник УГСХА. – 2015. – № 2. – С. 6-13.
15. Ломов, С.П. Осадки сточных вод г. Пензы и структурное состояние черноземов выщелоченных / С.П. Ломов, Е.Н. Кузин, Ю.А. Ильвачев // Материалы научной конференции профессорско-преподавательского состава и специалистов сельского хозяйства. – Пенза, 1997. – С. 106-107.
16. Ломов, С.П Влияние осадков сточных вод г. Пензы на повышение плодородия черноземов / С.П. Ломов, И.Н. Зеленин, З.А. Кирасиров, Е.Н. Кузин, Ю.А. Ильвачев // Сборник научных статей. – Пенза, 1998. – С. 25-27.
17. Макеева, Т.Ф. Роль Сосковского цеолита в повышении агроэкологической эффективности органических и минеральных удобрений на серых лесных почвах Орловской области / Т.Ф. Макеев, М.В. Гудилина // Вестник ОрелГАУ. – 2008. – № 4. – С. 36-39.
18. Мерзлая, Г.Е. Агроэкологическая оценка использования осадка сточных вод / Г.Е. Мерзлая, Г.А. Зябкина, И.А. Нестерович, Т.П. Фомкина // Агрохимия. – 1995. – № 5. – С. 102-108.
19. Михайлов, Л.Н. Влияние осадков сточных вод г. Самары на свойства почв и урожайность сельскохозяйственных культур / Л.Н. Михайлов // Аграрная наука – производству. – Безенчук, 1993. – С. 48-49.
20. Новожилов, А.К. Использование осадков сточных вод в качестве удобрений / А.К. Новожилов // Современные проблемы естествознания: сб. тез. обл. науч. конф. студ. аспирантов и мол. ученых. – Ярославль, 1997. – С. 117-119.
21. Ряховская, Н.И. Применение природных цеолитов в короткоротационом севообороте / Н.И. Ряховская, В.В. Гайнатулина // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 8. – С. 17-19.
22. Сайдяшева, Г.В. Последействие органических и нетрадиционных удобрений на динамику изменения ассимиляционной поверхности листьев и формирование урожайности яровой пшеницы // Молодой ученый. – 2012. – №8. – С. 410-413.
23. Сладких, А.Ф. Природное питание и урожайность / А.Ф. Сладких, О.А Карасев // Сах. свекла. – №7. – 2000. – С.15-16.
24. Степанова, Л.П. Влияние осадка сточных вод и цеолитов, внесенных в кормовом севообороте, на поглотительную деятельность корневых систем растений / Л.П. Степанова, С.И. Ноздрина // Экол. ЦЧО РФ. – 2003. – №1. – С. 23-25.
25. Соболев, А.И. Использование осадков промышленно-бытовых сточных вод в качестве органических удобрений / А.И. Соболев // Совершенствование агромелиоративных технологий на оросительных системах Поволжья. – Саратов, 1995. – С. 102-105.
26. Титова, Г.А. Действие и последействие осадков городских сточных вод и навоза КРС на урожайность сельскохозяйственных культур / Г.А. Титова // Вестник УГСХА. – 2012. – № 3. – С. 43-46.
27. Уракова, В.М. Влияние природных цеолитов на урожайность зернобобовых культур в Зауралье Башкортостана: автореф. дис. … канд. с.-х. наук / В.М. Ураков. – Сибай, 2009. – 24 с.
28. Якимова, Т.С. Влияние осадков городских сточных вод на урожайность, структурные и физические показатели сельскохозяйственных культур / Т.С. Якимова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – № 2(40). – С. 239-241.