

2. Vasil'ev, O. A. Pochvy` parka kul'tury` i otdy`kha "Kosmos" goroda Cheboksary` Chuvashskoj Respubliki / O. A. Vasil'ev // Vestnik Chuvashskoj gosudarstvennoj sel'skokhozyajstvennoj akademii. – 2018. – № 1(4). – S. 5-10. – EDN RRBQIT.
3. Vosstanovlenie plodorodiya degradirovanny`kh sery`kh lesny`kh pochv Yuzhnoj chasti Nechernozemnoj zony` Rossijskoj Federaczii / O. A. Vasil'ev, V. G. Egorov, A. N. Il'in, K. P. Nikitin // Zemleustrojstvo, kadastr i monitoring zemel`. – 2017. – № 1(144). – S. 29-35. – EDN YFWETF.
4. Ivanova, T. N. Dinamika agrokhimicheskikh pokazatelej plodorodiya pochv po rezul'tatam lokal'nogo monitoringa / T. N. Ivanova, V. S. Sergeev // Vestnik Bashkirskogo agrarnogo universiteta. – 2017. – № 2 (42). – S. 11-15.
5. Il'in, A. N. Intensivnost` izmeneniya pochvennogo pokrova i osobennosti agrokhimicheskikh svojstv svetlo-sery`kh lesny`kh pochv Severnoj chasti Cheboksarskogo rajona Chuvashskoj Respubliki / A. N. Il'in, O. A. Vasil'ev, A. O. Vasil'ev // Vestnik Chuvashskoj gosudarstvennoj sel'skokhozyajstvennoj akademii. – 2019. – № 4(11). – S. 44-51. – DOI 10.17022/dr4k-t109. – EDN LPRWQI.
6. Kormshnikov, A. D. Tenika i tekhnologii dlya sklonovy`kh zemel` : monografiya / A. D. Kormshnikov. – Kirov, 2003. – 297 s.
7. Kosourov, Yu. F. Melioraczija i khozyajstvennoe osvoenie e`rodirovanny`kh balochny`kh i krutosklonny`kh
8. Kuvshinov, N. M. Agrofizicheskie faktory` pochvennogo plodorodiya sery`kh lesny`kh pochv dlya vedushhikh sel'skokhozyajstvenny`kh kul'tur Nechernozemnoj zony` Rossii i ikh regulirovanie v usloviyakh intensivnogo zemledeliya: dissertaczija doktora sel'skokhozyajstvenny`kh nauk / N. M. Kuvshinov; Moskovskij nauchno-issledovatel'skij institut sel'skogo khozyajstva «Nemchinovka». – Nemchinovka, 1996.
9. Kuvshinov, N. M. V zavisimosti ot agrofizicheskogo sostoyaniya pochvy` / N. M. Kuvshinov // Kukuza. – 1995. – № 3. – S. 2-3.
10. Kuvshinov, N. M. Optimizaczija agrofizicheskikh svojstv pochv pod sel'skokhozyajstvenny`e kul'tury` / N. M. Kuvshinov // Agrarnaya nauka. – 1994. – № 6. – S. 56-57.
11. Kuvshinov, N. M. Optimizaczija agrofizicheskikh svojstv sery`kh lesny`kh pochv pod sel'skokhozyajstvenny`e kul'tury` / N. M. Kuvshinov // Agroekologicheskie aspekty` ustojchivogo razvitiya APK : materialy` XV mezhdunarodnoj nauchnoj konferenczii. – Bryansk : Bryanskij gosudarstvenny`j agrarny`j universitet, 2018. – S. 89-94.
12. Kuvshinov, N. M. Resursoberezenie kak e`lement sistemy` obrabotki pochvy` / N. M. Kuvshinov // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. – 2017. – T. 48, № 1. – S. 140-144.
13. Lozhkin, A. G. Monitoring fizicheskogo sostoyaniya sery`kh lesny`kh pochv pri sel'skokhozyajstvennom ispol'zovanii / A. G. Lozhkin, A. V. Chernov, V. G. Egorov // Zemleustrojstvo, kadastr i monitoring zemel`. – 2018. – № 5 (160). – S. 57-62.

Information about the authors

1. **Vasiliev Oleg Aleksandrovich**, Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Land Management, Cadastre and Ecology, Chuvash State Agrarian University; 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, st. K. Marx, 29; e-mail: vasiloleg@mail.ru, tel.: (8352) 62-06-19, +79051977781;
2. **Andreeva Olga Evgenievna**, postgraduate student of the Faculty of Biotechnology and Agronomy, Chuvash State Agrarian University, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, st. K. Marx, 29; e-mail: kafedra_zke@mail.ru, tel. (8352) 62-06-19, + 79176610620;
3. **Ilyin Andrey Nikolaevich**, Senior Lecturer of the Department of Land Management, Cadastre and Ecology, Chuvash State Agrarian University, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, st. K. Marx, 29; e-mail: rus21andrey@yandex.ru, tel. 8(352) 62-06-19, +79373703701.

УДК 631.86: 633.16: 633.853.52: 635.21: 636.086.4

DOI

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ВНЕСЕНИЮ ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩЕГО ТРЕПЕЛА СОВМЕСТНО С ОРГАНИЧЕСКИМИ УДОБРЕНИЯМИ НА ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУРАХ

И. П. Елисеев, Л. В. Елисева, В. Л. Димитриев
Чувашский государственный аграрный университет
 428003, г. Чебоксары, Российская Федерация

Аннотация: Совершенствование технологий возделывания сельскохозяйственных культур предусматривает переход на энерго- и ресурсосбережение. Увеличение продуктивности сельскохозяйственных культур требует оптимизации минерального питания, что предусматривает применение агрохимикатов, которые не способствуют получению экологически чистой продукции. Таким образом, возникает необходимость более широкого использования различных органических удобрений, в том числе и нетрадиционных. В качестве органического азотного удобрения изучали внесение рога-копытной крошки (РКК), а также совместное его внесение с цеолитсодержащим трепелом и органоминерального удобрения –

трепела, насыщенного аминокислотами. Проведенные исследования позволили выявить эффективность совместного внесения трепела с органическими удобрениями (рого-копытной крошкой) при выращивании полевых культур. Применение органической формы азотных удобрений способствовало увеличению биологической активности почвы, улучшению качественных показателей получаемой продукции. Совместное внесение РКК и трепела увеличивало урожайность и качественные показатели пропашных культур, в том числе снижало содержание нитратов в продукции. Проведенными исследованиями установлено, что в условиях засушливого вегетационного периода при внесении трепела насыщенного аминокислотами урожайность сои и ячменя повышается. Кроме того, отмечено повышение содержания сырого протеина в семенах сои, натурной массы зерна ячменя. Также наблюдалось улучшение качественных показателей растениеводческой продукции не только в год внесения удобрений и трепела, но и в последствии: превышение сбора кормовых единиц в зернопропашном звене картофель – ячмень составило 0,27 т/га, переваримого протеина – 13,9 кг/га. Проведенные исследования указывают на возможность использования трепела совместно с органическими удобрениями РКК и аминокислотами в качестве высокоэффективных экологически безопасных удобрений при выращивании сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: соя, пшеница, ячмень, картофель, сидерат, цеолит, трепел.

Введение. Земледелие является одной из важнейших отраслей народного хозяйства, отраслью сельскохозяйственного производства, на которую оказывают влияние почвенно-климатические условия. Основной целью сельскохозяйственных предприятий в современных условиях является получение высоких, устойчивых урожаев возделываемых сельскохозяйственных культур.

Поступательное развитие сельскохозяйственного машиностроения, совместно с цифровизацией сельскохозяйственной отрасли в настоящее время привело к перевооружению технической оснащенности предприятий. Совершенствование технологий возделывания сельскохозяйственных культур способствует переходу на энерго- и ресурсосбережение, позволяющее рационально и качественно использовать ресурсы в производстве растениеводческой продукции с повышением ее продуктивности и качества.

Увеличение продуктивности растениеводческой продукции напрямую связано с «законом оптимума» в условиях эффективного плодородия почвы, при размещении культурных растений по наилучшему предшественнику, рациональным применением органических и минеральных удобрений, регулировании кислотности почв, адаптированной к почвенно-климатическим условиям системы обработки почвы, возделывании наиболее продуктивных рекомендованных сортов сельскохозяйственных культур в соответствии с агроклиматической зоной.

Получение запланированного высокого урожая требуемого качества, особенно пропашных энергоемких сельскохозяйственных культур на почвах с низким содержанием гумуса, невозможно без высоких норм как органических, так и минеральных удобрений. Производственные реалии таковы, что высокие нормы внесения азотных удобрений для повышения продуктивности сельскохозяйственных растений в определенных режимах освещенности, температуры и влажности воздуха, других погодных факторов приводят к загрязнению окружающей среды и самой продукции растениеводства азотистыми соединениями – нитратами [2, 14].

Научные исследования кремнийсодержащих природных материалов, в том числе цеолитов, которые оказывают оструктурирующее и влагоудерживающее действие на почву, оптимизируют условия для развития агрономически ценных микроорганизмов, пополняют почвенный раствор доступными формами калия, фосфора и микроэлементов, проявляют активность в отношении избыточной кислотности почв, позволяют повышать их адаптацию к стрессовым факторам агроэкотопа, увеличивать продуктивность и качественные характеристики урожая [9, 12, 13].

Результаты научных исследований указывают на то, что внесение органических удобрений можно отнести к ресурсосбережению, потому что при использовании минеральных азотных удобрений денитрификация может составить 15...30%, в результате вымывания потери могут составить 5...15%, около 25...35 % приходится на поглощения микроорганизмами, и растению остается лишь 40...50% [7, 8].

Н.Е. Самсонова (2019) отмечает, что установлено положительное влияние кремния (кремниевых удобрений) на количество и качество урожая 30 видов сельскохозяйственных культур (зерновых, пропашных, фруктовых и овощных) [11].

Общеизвестно, что органические удобрения в отличие от минеральных удобрений постепенно высвобождают питательные элементы в почву в результате разложения её почвенной биотой. Возделывание сидерата горчицы белой в качестве предшественника яровой пшеницы способствовало увеличению количества структурных агрегатов – на 3,5 %, и их качества по водопрочности на 19,2% по сравнению с чистым паром. Что отразилось на продуктивности яровой пшеницы, увеличение составило 5,8 ц/га [4]. Внесение рого-копытной крошки в качестве азотного удобрения с содержанием азота около 12...17% высвобождает азот постепенно. Постепенная минерализация органического удобрения почвенными микроорганизмами не создает высокую концентрацию нитратов в почвенном растворе. При разложении органических удобрений происходит усиление биологической активности и сопровождается значительным улучшением питательного режима почвы [5, 10].

Цель исследований – выявление эффективности совместного внесения трепела с органическими удобрениями для увеличения продуктивности полевых культур, улучшения качественных показателей получаемой продукции.

Материалы и методы. Трепел цеолитсодержащий первомайского месторождения Алатырского района Чувашской Республики на площади около 300 га имеет запас свыше 100 млн. т., содержит до 14% цеолитов, имеет следующий агрохимический состав (рисунок 1). Е.М. Кулагина (2020) указывает на то, что химический состав и адсорбционные свойства цеолита позволяют его использовать в качестве минерального компонента органоминерального удобрения. Активированный цеолит, полученный путем термической и механической обработки, обладает высокими адсорбционными характеристиками, что позволяет использовать его не только как поглотитель выделяющихся в процессе жизнедеятельности микроорганизмов газов (аммиак, сероводород, углекислый газ), но и как пролонгатор удобрений, удерживающий в течение определенного времени в поглощенном состоянии катионы аммония, калия, фосфат анионы. Это создает возможность, например, накапливать аммиачный азот в порах кристаллической решетки, удерживая его от быстрого вымывания из почвы [1, 3].

Для реализации данной цели был проведен анализ проведенных результатов исследований на территории опытного поля на полевых культурах в условиях УНПЦ «Студенческий» ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ, находящегося в Чебоксарском районе Чувашской Республики.

Ранее проведены исследования по изучению эффективности РКК (рого-копытной крошки с содержанием азота – 14%), как самостоятельно в норме РКК (N N60 кг д.в./га), так и совместно с цеолитсодержащим трепелом первомайского месторождения Чувашской Республики Алатырского месторождения (ЦТ) (2 т/га) в 1998...2001 гг., и 2012...2016 гг. на серой лесной почве опытного поля УНПЦ «Студенческий» ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ, находящегося в Чебоксарском районе Чувашской Республики, на картофеле, кормовой свекле, ячмене.

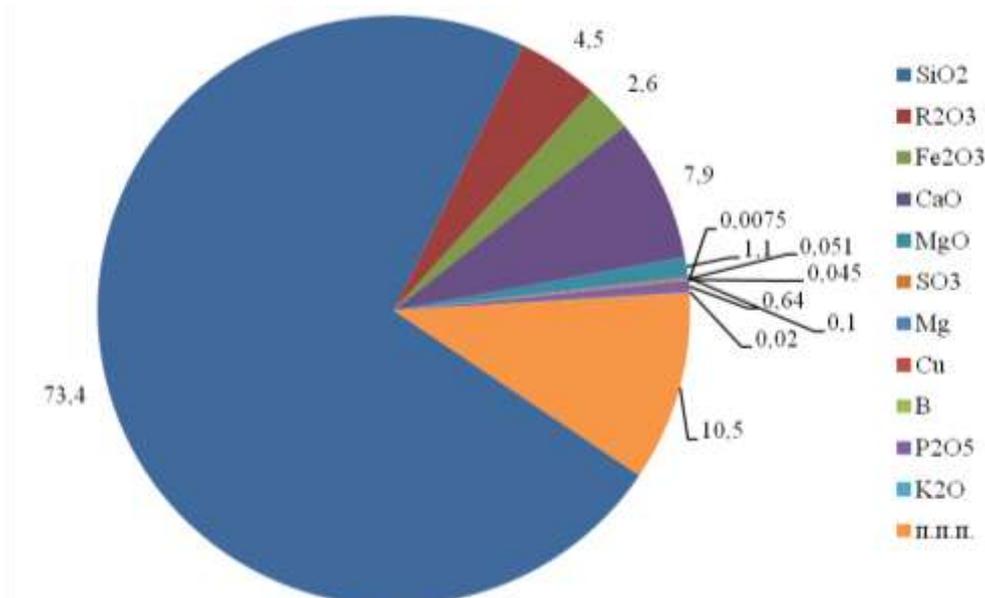


Рис. 1. Анализ содержания химических элементов в пробе трепела первомайского месторождения

Объекты исследований – рекомендованные для данной агроклиматической зоны сорта полевых культур: картофель Невский, яровой ячмень Эльф, соя СибНИИК 315.

Рого-копытная крошка (РКК) или она же рого-копытный шрот (РКШ) – органическое удобрение, полученное из отхода боен отрасли мясоперерабатывающей промышленности в результате механического измельчения после отделения костной ткани рогов и копыт крупного и мелкого рогатого скота, несет экологическую функцию.

Почвенные образцы на агрохимический состав были проанализированы в Испытательном лабораторном центре ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ по аттестованным методикам исследований. Погодные условия вегетационных периодов получены на данных метеостанции КАИРОС в УНПЦ «Студенческий» ФГБОУ ВО Чувашского ГАУ. Биологическая активность почвы – методом разложения льняного полотна, натура зерна ячменя – по ГОСТу 10840-64. Наблюдения и учеты проводились в соответствии с методическими указаниями по Доспехову Б.А., фенологические наблюдения – за ростом и развитием растений, изучение динамики роста, учет урожая и другие исследования – по методике Госсортсети (1971); математическая и статистическая обработка данных на достоверность результатов выполнялась с помощью ПО MS Excel.

Исследования на опытных участках проводились на светло-серой лесной почве, которая характеризовалась низким содержанием гумуса, около 2,6%, слабокислой, близкой к нейтральной реакцией почвенной среды, повышенным содержанием подвижного фосфора (P_2O_5) и обменного калия (K_2O) по Кирсанову [6]. Балл бонитета по методу Фатьянова составил 68,9%.

Результаты исследований и их обсуждение. Полученные результаты указывают на зависимость наступления фаз роста и развития растений от погодных условий и вносимых удобрений. В частности отмечено увеличение продолжительности межфазных периодов на 1...3 дня при неблагоприятных погодных условиях, а внесение органического удобрения РКК способствовало ускорению фазы цветения у картофеля на 1-2 дня.

Отмечено усиление интенсивности окраски листьев картофеля и кормовой свеклы и их нарастании при внесении органического удобрения, как самостоятельно, так и в вариантах совместно с цеолитсодержащим трепелом по сравнению с минеральной формой азотного удобрения. В вариантах с внесением органической формы азотного удобрения (РКК) по сравнению с минеральной формой наблюдалось увеличение биологической активности почвы в 2012 г. на 4,7 %, в 2013 г. – 5,6%, а в 2015 году – 7,0%.

Результаты пятилетних исследований показали, что урожайность клубней картофеля показала достоверную прибавку на 4,8...8,6 т/га, корнеплодов кормовой свеклы на 4...13 т/га при внесении органического удобрения совместно с цеолитсодержащим трепелом по сравнению с вариантами, где трепел не вносили. Кроме того, совместное внесение трепела с РКК повышало товарность клубней картофеля; снижение содержания нитратов в зависимости от года составило 3,2...5,7 % в клубнях картофеля и от 3 до 57,8% в корнеплодах кормовой свеклы. Кроме того, отмечено улучшение качественных показателей растениеводческой продукции не только в год внесения удобрений и трепела, но и в последствии на ячмене. Полученные результаты выявили последствие совместного внесения органического удобрения и трепела под пропашные культуры, поскольку отмечено превышение сбора кормовых единиц в зернопропашном звене картофель – ячмень на 0,27 т/га, переваримого протеина на 13,9 кг/га по сравнению с азотным удобрением в минеральной форме. Биоэнергетическая эффективность была наибольшая в вариантах совместного внесения трепела с органическим удобрением РКК на пропашных культурах и превосходила единицу.

Результаты исследований последних лет показали зависимость степени разложения льняного полотна почвенными микроорганизмами от влагообеспеченности вегетационного периода (рисунок 2). Данный факт объясняет пониженное усвоение элементов питания вносимых удобрений, что зависело от режима увлажнения вегетационного периода за последние 2021 и 2022 гг. при засушливом вегетационном периоде при ГТК 0,64 и 0,92, соответственно, отмечена низкая биологическая активность почвы практически на всех вариантах исследования.

В условиях засушливого вегетационного периода 2021 г. наибольшая урожайность сои 5,3 т/га и ячменя 3,56 т/га была получена при внесении трепела насыщенного аминокислотами в норме 250 кг/га, что выше контрольного варианта без внесения удобрений на 2,2 и 1,24 т/га соответственно (рисунок 3).

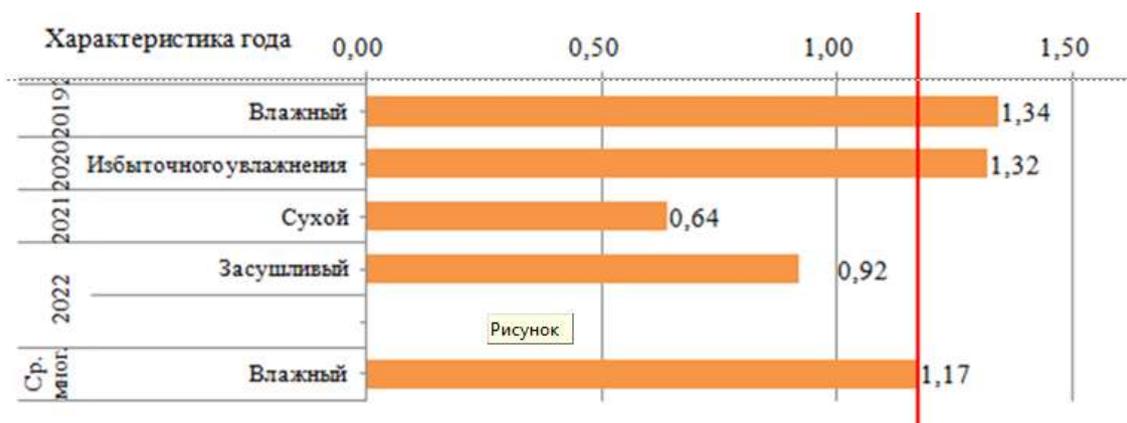


Рис. 2. Гидротермический коэффициент вегетационного периода за 2019...2022 гг. в условиях Чебоксарского района Чувашской Республики

Кроме того, отмечено повышенное содержание сырого протеина в семенах сои на 2,7 %, в зерне ячменя отмечено его снижение на 2...4 г/кг на сухое вещество, но наблюдалось увеличение натурности зерна ячменя, что составило 13...21 г/литр

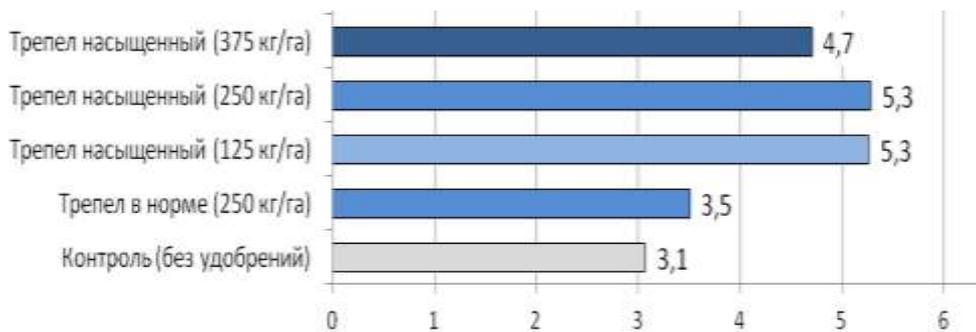


Рис. 3. Продуктивность семян сои в опыте, 2021 г., т/га

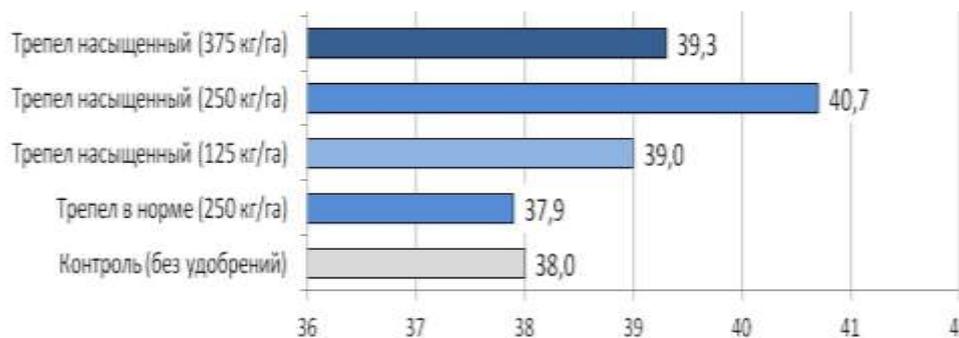


Рис. 4. Анализ семян сои по содержанию сырого протеина, 2021 г. %

Заключение, выводы. Проведенные исследования показали, что опыты совместного внесения трепела с органическим удобрением РКК (рого-копытной крошки), полученным из отхода мясоперерабатывающей отрасли, несут не только экологическую функцию – утилизации отхода, но и выявили возможность замены минеральной формы азотного удобрения на органическую форму, как отдельно, так и совместно с цеолитсодержащим трепелом.

При использовании в качестве органоминерального удобрения на основе трепела совместно с аминокислотами даже в засушливый вегетационный период при ГТК меньше единицы увеличивается продуктивность полевых культур и их качественные показатели. Следовательно, результаты проведенных исследований указывают на возможность использования их в качестве высокоэффективных экологически безопасных удобрений для сельскохозяйственных культур и позволяют заключить об эффективности совместного внесения удобрений, поскольку повышают продуктивность сельскохозяйственных культур, способствуют экологизации и биологизации земледелия.

Литература

1. Активированный цеолит как компонент органоминерального удобрения / Е. М. Кулагина, Е. Ю. Громова, Р. И. Юсупова [и др.] // Вестник технологического университета. – 2020. – Т. 23, № 11. – С. 9-12.
2. Васильев, О. А. Влияние РКШ и трепела на биологические, агрохимические свойства почвы, урожайность и биохимический состав картофеля / О. А. Васильев, И. П. Евграфова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2008. – Т. 3. – № 2(8). – С. 121-125.
3. Васильянова, Л. С. Цеолиты в экологии / Л. С. Васильянова, Е. А. Лазарева // Новости науки Казахстана. – 2016. – № 1(127). – С. 61-85.
4. Гордеева, Н. Н. Предшественник горчица белая в качестве органического удобрения на яровой пшенице / Н. Н. Гордеева, П. А. Кондратьев, И. П. Елисеев // Студенческая наука - первый шаг в академическую науку: материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции с участием школьников 10-11 кл., Чебоксары, 22–23 марта 2017 года. – Чебоксары: Чувашская ГСХА, 2017. – С. 89-92.
5. Елисеев, И. П. Продуктивность сои и ячменя при внесении трепела насыщенного аминокислотами и удобрения Esogrow в условиях засушливого вегетационного периода / И. П. Елисеев, Л. В. Елисеева, А. Г. Ложкин // Вестник Чувашского государственного аграрного университета. – 2022. – № 3(22). – С. 20-26. – DOI 10.48612/vch/e8fv-zvu8-nt89.
6. Елисеев, И. П. Эффективность внесения рого-копытной крошки и трепела под пропашные культуры с последствием на ячмене / И. П. Елисеев, Л. В. Елисеева, Л. Г. Шашкаров // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 15, № 4(60). – С. 27-32.

7. Козлов, А. В. Подвижность силикатов, показатели плодородия дерново-подзолистой почвы, биоаккумуляция кремния и продуктивность сельскохозяйственных культур под действием цеолита / А. В. Козлов, А. Х. Куликова, И. П. Уромова // Сельскохозяйственная биология. – 2021. – Т. 56. – № 1. – С. 183-198
8. Кузин, Е. Н. Влияние природных цеолитов и их сочетаний с удобрениями на урожайность сельскохозяйственных культур / Е. Н. Кузин, А. Н. Арефьев, Е. Е. Кузина // Нива Поволжья. – 2016. – № 1 (38). – С. 42-49.
9. Куликова, А. Х. Влияние высококремнистых пород как удобрений сельскохозяйственных культур на урожайность и качество продукции / А. Х. Куликова // Агрохимия. – 2010. – № 7. – С. 18-25. – EDN MSUOTL.
10. Куликова, А. Х. Кремнистые породы в системе удобрения сельскохозяйственных культур: монография / А. Х. Куликова, А. В. Карпов, Е. А. Яшин. — Ульяновск : УлГАУ имени П. А. Столыпина, 2020. – 176 с.
11. Самсонова, Н. Е. Кремний в растениях и животных организмах / Н. Е. Самсонова // Агрохимия. 2019. – № 1. – С. 86-96.
12. Эффективность удобрений на основе цеолита в технологии возделывания сои в условиях лесостепи Поволжья / А. Х. Куликова, Н. Г. Захаров, Н. А. Хайртдинова, А. А. Пятова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 4(60). – С. 38-44. – DOI 10.18286/1816-4501-2022-4-38-44.
13. Эффективность цеолита, в том числе обогащенного аминокислотами и карбамидом, в системе удобрения сои / Н. Г. Захаров, А. Х. Куликова, Н. А. Хайртдинова, А. В. Карпов // Фундаментальные основы и прикладные решения актуальных проблем возделывания зерновых бобовых культур: материалы Международной научно-практической конференции, Ульяновск, 09 июня 2020 года. – Ульяновск : Ульяновский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина, 2020. – С. 49-54.
14. The effectiveness of the use of alternative fertilizers in the conditions of the Chuvash Republic / O. A. Vasilyev, A. N. Ilyin, I. N. Nursov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : International AgroScience Conference, AgroScience 2019, Cheboksary, 01–02 июня 2019 года. – Cheboksary: Institute of Physics Publishing, 2020. – P. 012050.

Сведения об авторах

1. **Елисеев Иван Петрович**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства, Чувашский государственный аграрный университет; 428003, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29, Чувашская Республика, Россия; e-mail: ipelis21@gambler.ru, тел. 89379511195;
2. **Елисеева Людмила Валерьевна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства, Чувашский государственный аграрный университет; 428003, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29, Чувашская Республика, Россия; e-mail: ludmilaval@yandex.ru, тел. 89370159502;
3. **Димитриев Владислав Львович**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства, Чувашский государственный аграрный университет; 428003, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29, Чувашская Республика, Россия; e-mail: dimitrieff.vladislav@yandex.ru, тел. 89030662987.

STUDIES ON APPLICATION OF ZEOLITE-CONTAINING TRIPOLI TOGETHER WITH ORGANIC FERTILIZERS ON FIELD CROPS

I. P. Eliseev, L. V. Eliseeva, V. L. Dimitriev
 Chuvash State Agrarian University
 428003, Cheboksary, Russian Federation

Abstract. *The improvement of crop cultivation technologies provides for a transition to energy and resource saving. Increasing the productivity of agricultural crops requires the optimization of mineral nutrition, which involves the use of agrochemicals that do not contribute to the production of environmentally friendly products. Thus, there is a need for a wider use of various organic fertilizers, including non-traditional ones. As an organic nitrogen fertilizer, we studied the application of horn-hoofed crumbs (HHC), as well as its joint application with zeolite-containing tripoli and organomineral fertilizer – tripoli saturated with amino acids. The conducted research allowed to reveal the effectiveness of the joint application of tripoli with organic fertilizers (horn-hoofed crumbs) in the cultivation of field crops. The use of an organic form of nitrogen fertilizers contributed to an increase in the biological activity of the soil, improving the quality indicators of the products obtained. The combined application of HHC and tripoli increased the yield and quality indicators of row crops, including reducing the content of nitrates in products. The conducted studies have established that in the conditions of a dry growing season, with the introduction of tripoli saturated with amino acids, the yield of soybeans and barley increases. In addition, there was an increase in the content of crude protein in soybean seeds, natural weight of barley grain. There was also an improvement in the quality indicators of crop production, not only in the year of fertilization and tripoli, but also in the aftereffect: the excess of the collection of*

fodder units in the grain row potato-barley link was 0.27 t/ha, digestible protein - 13.9 kg/ha. The conducted studies indicate the possibility of using tripoli together with HHC organic fertilizers and amino acids as highly effective environmentally friendly fertilizers for growing crops.

Key words: soybeans, wheat, barley, potatoes, green manure, zeolite, tripoli.

References

1. Aktivirovannyj ceolit kak komponent organomineral'nogo udobreniya / E. M. Kulagina, E. YU. Gromova, R. I. YUsupova [i dr.] // Vestnik tekhnologicheskogo universiteta. – 2020. – T. 23, № 11. – S. 9-12.
2. Vasil'ev, O. A. Vliyanie RKSH i trepela na biologicheskie, agrohimiicheskie svoystva pochvy, urozhajnost' i biohimicheskij sostav kartofelya / O. A. Vasil'ev, I. P. Evgrafova // Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2008. – T. 3. – № 2(8). – S. 121-125.
3. Vasil'yanova, L. S. Ceolity v ekologii / L. S. Vasil'yanova, E. A. Lazareva // Novosti nauki Kazahstana. – 2016. – № 1(127). – S. 61-85.
4. Gordeeva, N. N. Predshestvennik gorchica belaya v kachestve organicheskogo udobreniya na yarovoj pshenice / N. N. Gordeeva, P. A. Kondrat'ev, I. P. Eliseev // Studencheskaya nauka - pervyj shag v akademicheskuyu nauku : materialy Vserossijskoj studencheskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s uchastiem shkol'nikov 10-11 kl., CHEboksary, 22–23 marta 2017 goda. – CHEboksary : CHuvashskaya GSKHA, 2017. – S. 89-92.
5. Eliseev, I. P. Produktivnost' soi i yachmenya pri vnesenii trepela nasyshchennogo aminokislotami i udobreniya Ecogrow v usloviyah zasushlivogo vegetacionnogo perioda / I. P. Eliseev, L. V. Eliseeva, A. G. Lozhkin // Vestnik CHuvashskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2022. – № 3(22). – S. 20-26. – DOI 10.48612/vch/e8fv-zvu8-nt89.
6. Eliseev, I. P. Effektivnost' vneseniya rogo-kopytnoj kroschki i trepela pod propashnye kul'tury s posledejstviem na yachmene / I. P. Eliseev, L. V. Eliseeva, L. G. SHashkarov // Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2020. – T. 15, № 4(60). – S. 27-32.
7. Kozlov, A. V. Podvizhnost' silikatov, pokazateli plodorodiya dernovo-podzolistoj pochvy, bioakkumulyaciya kremniya i produktivnost' sel'skohozyajstvennyh kul'tur pod dejstviem ceolita / A. V. Kozlov, A. H. Kulikova, I. P. Uromova // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. – 2021. – T. 56. – № 1. – S. 183-198
8. Kuzin, E. N. Vliyanie prirodnyh ceolitov i ih sochetanij s udobreniyami na urozhajnost' sel'skohozyajstvennyh kul'tur / E. N. Kuzin, A. N. Aref'ev, E. E. Kuzina // Niva Povolzh'ya. – 2016. – № 1 (38). – S. 42–49.
9. Kulikova, A. H. Vliyanie vysokokremnistyh porod kak udobrenij sel'skohozyajstvennyh kul'tur na urozhajnost' i kachestvo produkcii / A. H. Kulikova // Agrohimiya. – 2010. – № 7. – S. 18-25. – EDN MSUOTL.
10. Kulikova, A. H. Kremnistye porody v sisteme udobreniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur: monografiya / A. H. Kulikova, A. V. Karpov, E. A. YAshin. — Ul'yanovsk : UIGAU imeni P. A. Stolypina, 2020. — 176 s.
11. Samsonova, N. E. Kremnij v rasteniyah i zhivotnyh organizmah / N. E. Samsonova // Agrohimiya. 2019. – № 1. – S. 86-96.
12. Effektivnost' udobrenij na osnove ceolita v tekhnologii vzdelyvaniya soi v usloviyah lesostepi Povolzh'ya / A. H. Kulikova, N. G. Zaharov, N. A. Hajrtidinova, A. A. Pyatova // Vestnik Ul'yanovskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2022. – № 4(60). – S. 38-44. – DOI 10.18286/1816-4501-2022-4-38-44.
13. Effektivnost' ceolita, v tom chisle obogashchennogo aminokislotami i karbamidom, v sisteme udobreniya soi / N. G. Zaharov, A. H. Kulikova, N. A. Hajrtidinova, A. V. Karpov // Fundamental'nye osnovy i prikladnye resheniya aktual'nyh problem vzdelyvaniya zernovyh bobovyh kul'tur: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Ul'yanovsk, 09 iyunya 2020 goda. – Ul'yanovsk : Ul'yanovskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet im. P. A. Stolypina, 2020. – S. 49-54.
14. The effectiveness of the use of alternative fertilizers in the conditions of the Chuvash Republic / O. A. Vasilyev, A. N. Ilyin, I. N. Nursov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : International AgroScience Conference, AgroScience 2019, Cheboksary, 01–02 iyunya 2019 goda. – Cheboksary: Institute of Physics Publishing, 2020. – P. 012050.

Information about authors

1. **Eliseev Ivan Petrovich**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agriculture, Plant Growing, Selection and Seed Production, Chuvash State Agrarian University; 428003, Cheboksary, st. K. Marx, 29, Chuvash Republic, Russia; e-mail: ipelis21@rambler.ru , tel. 89379511195;

2. **Eliseeva Lyudmila Valeryevna**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agriculture, Plant Growing, Selection and Seed Production, Chuvash State Agrarian University; 428003, Cheboksary, st. K. Marx, 29, Chuvash Republic, Russia; e-mail: ludmilaval@yandex.ru , tel. 89370159502;

3. **Dimitriev Vladislav Lvovich**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agriculture, Plant Growing, Selection and Seed Production, Chuvash State Agrarian University; 428003, Cheboksary, st. K. Marx, 29, Chuvash Republic, Russia; e-mail: dimitrieff.vladislav@yandex.ru, tel. 89030662987.