

The grain yield, depending on the experimental options, ranged from 2.30 to 5.04 t / ha. The productivity of barley grains depended on the seeding rate and the number of calculated doses of fertilizers applied. The highest field germination of seeds (88.0%) and plant survival (90.9%) was at a sowing rate of 4.0 million germinating seeds against the background of the application of estimated doses of fertilizers based on a grain yield of 5.0 t / ha. The maximum area of barley leaves was formed in the earing phase of plants. The maximum grain yield (5.04 t / ha) was recorded in the variant when sowing 5.0 million germinating seeds per 1 hectare and applying doses of fertilizers designed to obtain a grain yield of 5.0 t / ha. Due to the increase in the number of productive stems and the mass of grain from the ear, the yield also increased. The maximum weight of 1000 seeds (53.1 g) was obtained by sowing 4.0-4.5 million germinating grains per 1 hectare against the background of fertilizer application with the expectation of obtaining a grain yield of 5.0 t / ha. The highest protein content (12.5%) was recorded in the variant with the sowing rate and fertilizer dose per 5.0 t / ha of grain.

Key words: leaf area, barley, grain yield, calculated doses of fertilizers, protein.

References

1. Bojko, V. S. Mineral'noe pitanie pivovarenного yachmenya na oroshaemyh zemlyah / V. S. Bojko, E. N. Kondakova // Zemledelie. – 2006. – № 2. – S. 32.
2. Vladimirov, V. P. Kartoffel' lesostepi Povolzh'ya / V. P. Vladimirov. – Kazan': Centr innovacionnyh tekhnologij, 2006. – 307 s.
3. Voronin, A. N. Priemy regulirovaniya urozhajnosti i kachestva zerna yachmenya v Belgorodskoj oblasti / A. N. Voronin, V. D. Solovichenko, G. I. Uvarov // Zemledelie. – 2010. – № 6. – S.11-13.
4. Mal'cev, V. F. Sistema biologizacii zemledeliya Nechernozemnoj zony Rossii / V. F. Mal'cev, M. K. Kayumov. – M.: FGNU Rosinformagrotekh. 2002.–T. 2. – 574 s.
5. Mineev, V. G. Agrohimiya. – M.: Izd-vo MGU, Izd-vo «KolosS», 2004. – 720 s.
6. Pannikov, V. D. Pochva, klimat, udobreniya i urozhaj / V. D. Pannikov, V. G. Mineev. – M.: Kolos, 1977. – 413 s.
7. Saranin, K. I. Effektivnost' raschetnyh doz mineral'nyh udobrenij pod yarovoj yachmen' / K. I. Saranin, V. I. Kanichev // Agrohimiya. – 2000. – № 11. – S.27-33.
8. Talanov, I. P. Pivovarennyj yachmen' v srednem Povolzh'e / I. P. Talanov, V. N. Fomin. – Kazan: KGAU, 2010. – 224 s.
9. Fomin, V. N. Vozdelyvanie yarovogo yachmenya v respublike Tatarstan / V. N. Fomin, I. U. Val'nikov, V. P. Vladimirov. – M.: OOO «Stolichnaya tipografiya», 2008. – 116 s.
10. SHatilov, I. S. Balans pitatel'nyh veshchestv v sevooborotah i programmirovaniye polevyh kul'tur / I. S. SHatilov, G. V. CHapovskaya. – Kazan': Tatar. NIISKH, 1984. – Vyp. 13. – S. 31-40.
11. Zentner, R. P. Effect of crop rotation N and P fertilixen on yields of spring wheat grown on a B lach Chernozemic clay / R. P Zentner, E. D. Spraff, H. C. Reisdor // Can. J. Plant Sie. – 1987. – № 4. – P. 965-982.
12. Sebesta, Y. Rudeme pestovad oobrucluy pšenice odolne steblolamu /Y. Sebesta, E. Sychrava, R. Skalsko // Uroda, 1987. – Vol. 35. – № 3. – P. 101-103.

Information about authors

1. **Vladimirov Vladimir Petrovich**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Kazan State Agrarian University, 420015, Kazan, Karl Marks str., 65;
2. **Gareev Ilgiz Ravilevich**, Candidate of Agricultural Sciences, The State Commission of the Russian Federation for the Testing and Protection of Selection Achievements, 420030, Kazan, Bolshaya str., 2;
3. **Bizyanov Salawat Yazkarovich**, Post graduate Student, Tatar Institute of Retraining Specialists of Agribusiness, 420059, Kazan, Orenburg tract, 8b.

УДК 634.445

DOI: 10.17022/9xsb-0s70

ПОСЛЕДЕЙСТВИЕ ТВЕРДЫХ ПРОДУКТОВ БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Н.Н. Зайцева, Н.А. Фадеева

Чувашская государственная сельскохозяйственная академия,
428003, Чебоксары, Российская Федерация

Аннотация. Научные исследования 2017-2018 гг. проводились на опытном участке Чувашской государственной сельскохозяйственной академии с целью выявления прямого действия и последействия твердых продуктов биогазовой установки, используемых в качестве удобрения сельскохозяйственных культур, на техногенно нарушенных светло-серых лесных тяжелосуглинистых почвах в звене севооборота «ячмень –

яровая пшеница». В экспериментах использовались продукты биогазовой установки, полученные при анаэробной переработке птичьего помета, произведенные в ООО НПО «Агробиогаз» г. Санкт-Петербурга. Во время опытов изучалось как прямое воздействие твердых продуктов биогазовой установки на ячмень (2017 г.), так и их последствие, влияющее на урожайность и качество зерна яровой пшеницы (2018 г.). Для сравнения воздействия продуктов биогазовой установки на растения использовался искусственный тепличный субстрат «Живая земля», состоящий в основном из торфа и почвы (в соотношении 3:1) с добавлением доломитовой муки, биогумуса и перлита.

Варианты опыта были следующими: 1. контрольный вариант; 2. биоудобрение в дозе 10 т/га (1 кг/м²); 3. биоудобрение – 20 т/га (2 кг/м²); 4. биоудобрение – 30 т/га (3 кг/м²); 5. тепличный субстрат – 10 т/га (1 кг/м²); 6. тепличный субстрат – 20 т/га (2 кг/м²); 7. тепличный субстрат – 30 т/га (3 кг/м²). Опыт закладывался в 6-кратной повторности. Продукты биогазовой установки и тепличный субстрат вносились весной 2017 г. на делянки площадью 1 м² и затем перемешивались с верхним слоем почвы на 8-10 см. Затем в рядки высевались семена ячменя сорта Памяти Чепелева в количестве 500 семян/м². В 2018 г. для наблюдения над последствием удобрений на этих же делянках в рядки были посеяны семена яровой пшеницы сорта Маргарита по 500 штук стандартных необработанных семян на делянку. Дополнительно удобрения в почву не вносились. Результаты проведенных научных исследований показывают, что биоудобрения сохраняют свое положительное последствие и на второй год после внесения в почву. Аналогичный по физическим свойствам тепличный субстрат в первый год показал себя несколько лучше, чем твердые продукты биогазовой установки, однако в последствии заметно уступал ему по всем показателям.

Ключевые слова: биогазовая установка, биологическое удобрение, твердые продукты биогазовой установки, куриный помет, урожайность, химический состав, яровая пшеница, ячмень.

Введение. В последние десятилетия бурное развитие получила птицеводческая промышленность: на сегодня в Российской Федерации функционируют сотни птицефабрик, обеспечивающих население страны в основном куриным мясом и яйцом. При этом только от одной птицефабрики средней мощности поступает около 40 тыс. тонн куриного помета в год. Птицефабрики не всегда в состоянии утилизировать настолько большое количество помета в связи с недостаточными площадями помехохранилищ, длительностью его переработки на компост и экологическими ограничениями, возникающими в том случае, если предприятие расположено рядом с городом. Большое количество куриного помета, скапливающегося возле птицефабрик, создает серьезную опасность для окружающей территории. Жидкие стоки при снеготаянии, при выпадении осадков в виде дождей и ливней могут попасть в близлежащие водоемы, чего нельзя допустить в связи с ухудшением экологической обстановки окружающей среды. Исследования показывают, что даже при длительном хранении в законсервированном виде (более 10 лет) куриный помет сохраняет свои свойства даже в анаэробных условиях. Куриный помет представляет собой вязкую пластичную массу серого цвета с резким неприятным запахом. Он имеет повышенное, по сравнению с другими видами органических удобрений, содержание макро- и микроэлементов, необходимых для питания сельскохозяйственных культур, и по своему действию приравнивается к минеральным удобрениям. Содержание основных макроэлементов питания в нем достаточно высокое: азота – 1,3-2,1 %, фосфора – 0,7-1,5 %, калия – 0,5-1,0 %. В составе имеется также большое количество микроэлементов. Но применение его в свежем виде в качестве удобрения, предназначенного для сельскохозяйственных культур, ограничивается наличием в веществе высокого содержания органических кислот (щавелевой, мочевиной и других), губительно воздействующих на растения. Рекомендуемая доза внесения свежего куриного помета в почву в качестве основного удобрения под различные сельскохозяйственные культуры составляет от 10 до 20 т/га. Но в связи с неблагоприятными физико-механическими свойствами свежий куриный помет трудно вносить в почву равномерно. Поэтому его перерабатывают различными способами, применяя компостирование, сушку, гранулирование и др. При этом происходит загрязнение атмосферного воздуха, возможны утечки с навозохранилищ в водоемы, загрязнение грунтовых вод.

Одним из способов переработки куриного помета является разбавление его водой с последующим анаэробным брожением в биогазовой установке, в результате чего образуются следующие вещества: биогаз, жидкие и твердые продукты. За время брожения (2-3 недели) разбавленного водой куриного помета образовавшиеся жидкие и твердые продукты обогащаются микроорганизмами, гумусовыми и другими биологическими активными веществами (стимуляторами роста растений) и могут уже использоваться в качестве биоудобрений [9]. Применение жидких продуктов биогазовой установки в качестве удобрения сельскохозяйственных культур, в отличие от твердых, достаточно хорошо изучено [7], [10].

Исследования по применению твердой фазы продуктов биогазовой установки (биоудобрений, биогумуса, шлама), произведенных на основе птичьего помета в ООО «НПО «Агробиогаз» г. Санкт-Петербурга, в качестве удобрений проводились на опытных делянках ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА в 2017-2018 гг. На исследуемых делянках пахотный слой почвы был удален в связи с реконструкцией и перепланировкой участка. По этой причине он представлял собой выходящий на дневную поверхность подпахотный горизонт А₂В. Агрофизические, биологические и агрохимические свойства скальпированных почв сходны по своим показателям со средне- и сильноэродированными почвами.

Целью наших исследований является выявление прямого действия и последствия твердых продуктов биогазовой установки (биоудобрений, биошлама), используемых в качестве удобрения сельскохозяйственных культур, на разрушенных почвах в звене севооборота «ячмень – яровая пшеница» [6].

Материалы и методы. Рельеф опытного участка представляет собой хорошо дренированную, ровную территорию, на которой распространены скальпированные светло-серые лесные тяжелосуглинистые почвы, сформировавшиеся на лессовидном суглинке. Почвы имеют укороченный профиль: горизонт A_2B , выходящий на дневную поверхность, имеет мощность 14-15 см. Ниже он сменяется горизонтом B_1 мощностью 10 см. Под ним расположены горизонты B_2 (на глубине 24-56 см), BC (56-75 см) и C (темно-коричневый тяжелый лессовидный суглинок). Содержание гумуса в верхнем почвенном горизонте варьируется от 1,04 до 1,10 % (очень низкое по оценочной шкале). Содержание подвижного фосфора и обменного калия – более 250 мг/кг (высокое), рН обменной кислотности – 5,9-6,1 (близок к нейтральной). Сумма обменных оснований составляет от 16,3 до 19,1 мг-э/100 г почвы; гидролитическая кислотность – 0,95-1,04 мг-э/100 г.

В твердых отходах биогазовой установки содержатся в среднем 16,5 кг/т общего азота, 20 кг/т общего фосфора и около 16 кг/т общего калия.

Тепличный субстрат «Живая земля», исследуемый в опыте как сравнительный образец, по своим физическим свойствам не отличается от биоудобрения. Содержание основных питательных элементов в субстрате «Живая земля», составленном в основном из торфа и почвы (в соотношении 3:1) с добавлением доломитовой муки, биогумуса и перлита, составляет: азота – 18 кг/т, фосфора (P_2O_5) – 4,5 кг/т, калия (K_2O) – 2 кг/т; рН солевой суспензии 6,0-6,5.

Варианты опыта были следующие:

1. контрольный вариант; 2. биоудобрение в дозе 10 т/га (1 кг/м^2); 3. биоудобрение – 20 т/га (2 кг/м^2); 4. биоудобрение – 30 т/га (3 кг/м^2); 5. искусственный тепличный субстрат «Живая земля» – 10 т/га (1 кг/м^2); 6. искусственный тепличный субстрат «Живая земля» – 20 т/га (2 кг/м^2); 7. искусственный тепличный субстрат «Живая земля» – 30 т/га (3 кг/м^2). Опыт закладывался в 6-кратной повторности.

Биоудобрения вносились в 2017 г. на делянки площадью 1 м^2 и затем перемешивались с верхним слоем почвы на 8-10 см. Затем в рядки высевались семена ячменя сорта Памяти Чепелева в количестве 500 семян/ м^2 . После уборки ячменя почва рыхлилась на глубину 6-7 см. В 2018 г. сразу после рыхления поверхностного слоя почвы в рядки высевались семена яровой пшеницы Маргарита в количестве 500 семян на 1 м^2 .

Наблюдения за ростом и развитием сельскохозяйственных культур проводились согласно установленным методикам. Урожайность зерновых культур определялась методом сплошной уборки.

Результаты исследований и их обсуждение.

Биоудобрения, использованные в опыте, представляют собой торфообразную буровато-черную (темно-серую) рыхлую увлажненную массу.

Хорошо заметны различия в химическом составе биоудобрения и тепличного субстрата: соотношение питательных элементов в первом достаточно выровнено, во втором наблюдается резкий недостаток калия. Кроме того, тепличный субстрат состоит в основном из торфа, обладающего слабой биологической активностью. С внесением 10 т/га биоудобрения (субстрата «Живая земля») в почву вносится 165 кг/га (180 кг/га) азота, 200 кг/га (45 кг/га) фосфора, 160 кг/га (2 кг/га) калия.

Внесение биоудобрения и тепличного субстрата в почву повлияло на развитие растений ячменя и их урожайность очень заметно, в лучшую сторону. В вариантах с внесением биоудобрений и тепличного субстрата «Живая земля» ячмень развивался лучше, чем в контрольном варианте. Чем выше была доза внесения, тем быстрее увеличивалась высота стеблей растений ячменя. Цвет листьев также был более насыщенным в вариантах с большей дозой внесения.

В связи с высоким содержанием фосфора и калия в нарушенной почве основным фактором, влияющим на урожайность ячменя, было содержание азота в почве. Урожайность ячменя представлена в табл. 1.

Таблица 1 – Урожайность ячменя сорта Памяти Чепелева в вариантах опыта, 2017 г.

№ п.п.	Варианты	В среднем 1 га площади, т/га	Прибавка урожая, т/га
1.	Контрольный вариант	1,96	-
2.	Биошлам, 10 т/га	2,21	0,25
3.	Биошлам, 20 т/га	2,44	0,48
4.	Биошлам, 30 т/га	2,58	0,62
5.	Тепличный субстрат, 10 т/га	2,27	0,32
6.	Тепличный субстрат, 20 т/га	2,53	0,57
7.	Тепличный субстрат, 30 т/га	2,71	0,75
НСР ₀₅		0,18	

Так как содержание азота в биоудобрении ниже, чем в тепличном субстрате, то и влияние его было меньшим в вариантах с одинаковой дозой внесения.

Биоудобрение эффективно повышает плодородие нарушенной светло-серой лесной почвы: уже при дозе 10 т/га заметна существенная прибавка урожайности, при дозе 30 т/га урожайность зерна ячменя увеличивается на 0,62 т/га.

Тепличный субстрат несущественно превосходит биоудобрение по показателю урожайности ячменя: так, при дозе его внесения в 10 т/га урожайность оказывается выше, чем в варианте с внесением такой же дозы биоудобрения на 0,07 т/га; при дозе внесения 20 т/га – на 0,09 т/га; при дозе 30 т/га – на 0,13 т/га.

Для наблюдения над последствием удобрений на этих же делянках были посеяны семена яровой пшеницы сорта Маргарита. Для каждой делянки было предназначено по 500 штук стандартных необработанных семян пшеницы, которые 20 мая 2018 г. были посеяны в рядки. Удобрения в почву не вносились, и подкормка яровой пшеницы в течение вегетационного периода не проводилась. За время вегетации яровой пшеницы проводились осмотры посевов и наблюдения за растениями.

Последствие удобрений особенно хорошо было заметно в вариантах с дозами внесения 30 т/га: флаговые листья яровой пшеницы были широкими и темно-зелеными. В вариантах с меньшими дозами внесения также наблюдались позитивные отличия от контрольного варианта по высоте стеблей и насыщенности цвета листьев.

Уборка яровой пшеницы производилась 25 августа поделяночно, при этом растения с каждой делянки собирали в отдельный сноп. После обмолачивания снопов были отобраны зерна с растений каждого варианта и отправлены в агрохимическую лабораторию для определения основных качественных показателей. Результаты последствия удобрений на урожайность яровой пшеницы представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Влияние последствия биоудобрения и тепличного субстрата на урожайность яровой пшеницы сорта Маргарита в вариантах опыта, 2018 г.

№ п.п.	Варианты	В среднем 1 га площади, т/га	Прибавка урожая, т/га
1.	Контрольный вариант	2,92	-
2.	Биошлам, 10 т/га	2,94	0,03
3.	Биошлам, 20 т/га	3,02	0,08
4.	Биошлам, 30 т/га	3,07	0,15
5.	Тепличный субстрат, 10 т/га	2,94	0,02
6.	Тепличный субстрат, 20 т/га	2,98	0,06
7.	Тепличный субстрат, 30 т/га	3,05	0,13
НСР ₀₅		0,12	

Исходя из полученных данных, представленных в табл. 2, можно заключить, что в период последствия биоудобрение гораздо лучше, чем тепличный субстрат, повлияло на урожайность яровой пшеницы. Это может быть вызвано наличием в нем большого числа анаэробных микроорганизмов, которые повысили биологическую активность почвы и тем самым улучшили и ее плодородие.

Как показывают исследования, действие биоудобрений сравнимо с воздействием на урожайность сельскохозяйственных культур осадков городских сточных вод (ОГСВ), имеющих сходное происхождение (сбраживание в биологических отстойниках, сушка). Физические свойства биоудобрений и осадков городских сточных вод также имеют много общего: у них одинаковая торфообразная структура, похожий цвет (биоудобрения немного темнее), сходный химический состав (ОГСВ часто содержат повышенное количество тяжелых металлов), а также оба они применяются в качестве удобрений [1], [2], [3], [4], [5].

Влияние последствия удобрений на элементы структуры урожая яровой пшеницы представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Влияние последствия биошлама на элементы структуры урожая яровой пшеницы сорта Маргарита, 2018 г.

№ пп	Варианты	Количество растений в фазу полной спелости, шт./м ²	Продуктивные стебли, шт./м ²	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 семян, г
1	Контрольный вариант	245	337	26	27,3
2	Биошлам, 10 т/га (последствие)	257	343	27	27,6
3	Биошлам, 20 т/га (последствие)	268	349	27	28,1
4	Биошлам, 30 т/га (последствие)	282	353	29	28,5
5	Тепличный субстрат, 10 т/га (последствие)	250	340	27	27,6
6	Тепличный субстрат, 20 т/га (последствие)	253	339	28	28,2
7	Тепличный субстрат, 30 т/га (последствие)	255	341	29	28,3

Результаты, представленные в таблице 3, позволяют сделать вывод о том, что количество растений яровой пшеницы и продуктивных стеблей в фазу полной спелости в вариантах с применением биоудобрений выше, чем в соответствующих вариантах с применением тепличного субстрата.

Это указывает на повышенную всхожесть семян в вариантах опыта с применением биоудобрений.

Таким образом, в последствии четко прослеживается биологическая активность биоудобрения, обусловленная наличием в нем биологически активных веществ, стимулирующих прорастание и развитие растений яровой пшеницы.

Биоудобрение несколько слабее, чем тепличный субстрат, повлияло на массу 1000 семян пшеницы.

Последствие применения биоудобрений и тепличного субстрата не оказало существенного влияния на изменения в содержании клетчатки и клейковины в зерне яровой пшеницы (табл. 4).

Таблица 4 – Влияние последствия биошлама на качество зерна яровой пшеницы сорта Маргарита, 2018 г.

№ п.п	Варианты	Влажность, %	Сырая зола, %	Клетчатка, %	Клейковина, %	Сырой протеин, %
1	Контрольный вариант	11,91	3,5	5,5	27,5	17,5
2	Биошлам, 10 т/га (последствие)	11,95	3,6	5,6	27,6	17,4
3	Биошлам, 20 т/га (последствие)	12,24	3,7	5,8	28,1	17,5
4	Биошлам, 30 т/га (последствие)	13,34	3,5	5,8	28,2	17,6
5	Тепличный субстрат, 10 т/га (последствие)	12,06	3,7	5,5	27,9	17,4
6	Тепличный субстрат, 20 т/га (последствие)	12,15	3,6	5,6	27,7	17,5
7	Тепличный субстрат, 30 т/га (последствие)	12,24	3,6	5,5	27,8	17,6

Данные, представленные в табл. 4, свидетельствуют о том, что наблюдается увеличение влажности зерна при увеличении дозы удобрений. Вероятно, увеличение влажности зерна в вариантах с дозами в 30 т/га связано с увеличением срока созревания зерен в связи с тем, что биоудобрения богаты микроорганизмами, среди которых могут быть и азотфиксирующие бактерии, обогащающие почву [8].

Выводы. Результаты проведенных научных исследований показывают, что биоудобрения, полученные путем анаэробного сбраживания куриного помета, сохраняют свое положительное последствие и на второй год после внесения их в почву. Аналогичное по физическим свойствам органическое удобрение, полученное на основе низинного торфа (тепличный субстрат «Живая земля»), в первый год показало себя несколько лучше, чем биоудобрение, однако заметно уступало ему по показателю влияния на урожайность и качество зерна яровой пшеницы в последствии.

Проведенные исследования показывают, что одним из приемов переработки куриного помета может быть его анаэробное сбраживание в биогазовой установке, в которой конечными продуктами могут являться и биогаз, и биоудобрения. При этом при их использовании экологическая обстановка вокруг птицефабрик значительно улучшится.

Литература

1. Васильев, О. А. Восстановление плодородия деградированных автоморфных почв Южного Нечерноземья: монография / О. А. Васильев. Чебоксары: ЧГУ, 2016. – 263 с.
2. Васильев, О. А. Восстановление плодородия деградированных серых лесных почв южной части Нечерноземной зоны Российской Федерации / О. А. Васильев, В. Г. Егоров, А. Н. Ильин // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2017. – № 1. — С. 29-35.
3. Васильев, О. А. Органическое вещество в биологическом земледелии / О. А. Васильев, А. О. Васильев, А. В. Чернов // Продовольственная безопасность и устойчивое развитие АПК: материалы Международной научно-практической конференции. – Чебоксары: ЧГСХА, 2015. – С. 60-64.
4. Васильев, О. А. Расширенное воспроизводство плодородия почв в биологическом земледелии / О. А. Васильев, Т. В. Прокопьева // Молодежь и инновации: материалы IX Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. – Чебоксары: ЧГСХА, 2013. – С. 17-20.
5. Васильев, О. А. Современный этап развития ноосферы: научно обоснованный возврат в биологический круговорот осадков городских сточных вод / О. А. Васильев, Л. Н. Михайлов. – Чебоксары: ФГОУ ВПО Чувашская ГСХА, 2007. – 171 с.

6. Зайцева, Н. Н. Использование биоудобрений в кормопроизводстве / Н. Н. Зайцева, Н. А. Фадеева, О. А. Васильев // Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 20-летию первого выпуска технологов сельскохозяйственного производства. – Чебоксары: Чувашская ГСХА, 2018. – С. 59-69.
7. Зайцева, Н. Н. Эффективность некорневой подкормки отходами биогазовой установки зерновых культур / Н. Н. Зайцева, О. А. Васильев, Д. П. Кирьянов // Молодежь и инновации: материалы XII Всероссийской научно-практической конференции. – Чебоксары: ЧГСХА, 2016. – С. 18-21.
8. Тихонов, А. С. Влияние отходов биогазовой установки на урожайность зерновых культур / А. С. Тихонов, Н. А. Фадеева, В. Л. Димитриев // Молодежь и инновации: материалы XV Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. – Чебоксары: ЧГСХА, 2019. – С. 117-120.
9. Тихонов, А. С. Отходы биогазовой установки – нетрадиционное органическое удобрение / А. С. Тихонов, Н. А. Фадеева, О. А. Васильев // Молодежь и инновации: материалы XV Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. – Чебоксары: ЧГСХА, 2019. – С. 120-123.
10. Фадеева, Н. А. Эффективность применения продуктов переработки биогазовой установки в тепличном хозяйстве / Н. А. Фадеева, О. А. Васильев // Вестник Казанского аграрного университета. – 2017. – №4 (46). – С. 42-44.

Сведения об авторах

1. **Зайцева Наталья Николаевна**, соискатель кафедры земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства, Чувашская государственная академия, генеральный директор ООО «Аталану» Канашского района Чувашской Республики, 428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29, e-mail: atalanu@mail.ru, тел 8-903-3882-25.

2. **Фадеева Наталья Анатольевна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства Чувашская государственная академия, адрес: 428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29, e-mail: nfadeeva1@yandex.ru, тел. 8-903-3882-25.

CONSEQUENCES OF SOLID PRODUCTS OF A BIOGAS EQUIPMENT ON YIELD AND QUALITY OF SPRING WHEAT

N.N. Zaytseva, N.A. Fadeeva
Chuvash State Agricultural Academy
 428003, Cheboksary, Russian Federation

Annotation. *Scientific research in 2017-2018 was carried out at the experimental site of the Chuvash State Agricultural Academy in order to identify the direct results and consequences of solid products of a biogas equipment used as fertilizer for crops on technogenic disturbed light gray forest loamy soils in the "barley - spring wheat" crop rotation link. The experiments used products of a biogas equipment obtained during anaerobic processing of poultry manure, produced by LLC research and production organization "Agrobiogaz" in St. Petersburg. During the experiments, both the direct effect of the solid products of the biogas equipment on barley (2017), and their consequences, affecting the yield and grain quality of spring wheat (2018), were studied. To compare the effect of biogas equipment products on plants, we used an artificial greenhouse substrate "Living Earth", consisting mainly of peat and soil (in a 3: 1 ratio) with the addition of dolomite flour, biohumus and perlite.*

The experimental options were as follows: 1. control option; 2. biofertilizer at a dose of 10 t / ha (1 kg / m²); 3. biofertilizer - 20 t / ha (2 kg / m²); 4. biofertilizer - 30 t / ha (3 kg / m²); 5. greenhouse substrate - 10 t / ha (1 kg / m²); 6. greenhouse substrate - 20 t / ha (2 kg / m²); 7. greenhouse substrate - 30 t / ha (3 kg / m²). The experiment was laid in 6-fold repetition. The products of the biogas equipment and the greenhouse substrate were introduced in the spring of 2017 into plots of 1 m² and then mixed with the topsoil by 8-10 cm. Then barley seeds of the Chepelev memory variety were sown in rows in the amount of 500 seeds / m². In 2018, to observe the consequences of fertilizers in the same plots, seeds of spring wheat of the Margarita variety were sown in rows of 500 pieces of standard untreated seeds per plot. Additionally, fertilizers were not applied to the soil. The results of scientific studies show that biofertilizers retain their positive aftereffect in the second year after application to the soil. The greenhouse substrate, similar in physical properties, in the first year proved to be slightly better than the solid products of a biogas plant, but in the aftereffect it was noticeably inferior to it in all respects.

Key words: *biogas plant, biological fertilizer, solid products of a biogas equipment, chicken droppings, productivity, chemical composition, spring wheat, barley.*

Key words: *biogas equipment, biological fertilizer, solid products of biogas equipment, chicken manure, yield, chemical composition, spring wheat, barley.*

References

1. Vasil'ev, O. A. Vosstanovlenie plodorodiya degradirovannyh avtomorfnyh pochv YUzhnogo Nechernozem'ya: monografiya / O. A. Vasil'ev. CHEboksary: CHGU, 2016. – 263 s.
2. Vasil'ev, O. A. Vosstanovlenie plodorodiya degradirovannyh seryh lesnyh pochv yuzhnoj chasti Nechernozemnoj zony Rossijskoj Federacii / O. A. Vasil'ev, V. G. Egorov, A. N. Il'in // Zemleustrojstvo, kadastr i monitoring zemel'. – 2017. – № 1. — S. 29-35.
3. Vasil'ev, O. A. Organicheskoe veshchestvo v biologicheskom zemledelii / O. A. Vasil'ev, A. O. Vasil'ev, A. V. Chernov // Prodovol'stvennaya bezopasnost' i ustojchivoe razvitie APK: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – CHEboksary: CHGSKHA, 2015. – S. 60-64.
4. Vasil'ev, O. A. Rasshirennoe vosproizvodstvo plodorodiya pochv v biologicheskom zemledelii / O. A. Vasil'ev, T. V. Prokop'eva // Molodezh' i innovacii: materialy IX Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii molodyh uchenyh, aspirantov i studentov. – CHEboksary: CHGSKHA, 2013. – S. 17-20.
5. Vasil'ev, O. A. Sovremennyy etap razvitiya noosfery: nauchno obosnovannyj vozvrat v biologicheskij krugovorot osadkov gorodskih stochnyh vod / O. A. Vasil'ev, L. N. Mihajlov. – CHEboksary: FGOU VPO CHuvashskaya GSKHA, 2007. – 171 s.
6. Zajceva, N. N. Ispol'zovanie bioudobrenij v kormoproizvodstve / N. N. Zajceva, N. A. Fadeeva, O. A. Vasil'ev // Nauchno-obrazovatel'nye i prikladnye aspekty proizvodstva i pererabotki sel'skohozyajstvennoj produkcii: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 20-letiyu pervogo vypuska tekhnologov sel'skohozyajstvennogo proizvodstva. – CHEboksary: CHuvashskaya GSKHA, 2018. – S. 59-69.
7. Zajceva, N. N. Effektivnost' nekornevoj podkormki othodami biogazovoj ustanovki zernovyh kul'tur / N. N. Zajceva, O. A. Vasil'ev, D. P. Kir'yanov // Molodezh' i innovacii: materialy XII Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – CHEboksary: CHGSKHA, 2016. – S. 18-21.
8. Tihonov, A. S. Vliyanie othodov biogazovoj ustanovki na urozhajnost' zernovyh kul'tur / A. S. Tihonov, N. A. Fadeeva, V. L. Dimitriev // Molodezh' i innovacii: materialy XV Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii molodyh uchenyh, aspirantov i studentov. – CHEboksary: CHGSKHA, 2019. – S. 117-120.
9. Tihonov, A. S. Othody biogazovoj ustanovki – netradicionnoe organicheskoe udobrenie / A. S. Tihonov, N. A. Fadeeva, O. A. Vasil'ev // Molodezh' i innovacii: materialy XV Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii molodyh uchenyh, aspirantov i studentov. – CHEboksary: CHGSKHA, 2019. – S. 120-123.
10. Fadeeva, N. A. Effektivnost' primeneniya produktov pererabotki biogazovoj ustanovki v teplichnom hozyajstve / N. A. Fadeeva, O. A. Vasil'ev // Vestnik Kazanskogo agrarnogo universiteta. – 2017. – №4 (46). – S. 42-44.

Information about authors

1. **Zaytseva Natalya Nikolaevna**, applicant for the Department of Agriculture, Plant Growing, Breeding and Seed Production, Chuvash State Agricultural Academy, General Director of "Atalanu" LLC in the Kanash district of the Chuvash Republic, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, K. Marks str., 29, e-mail: atalanu@mail.ru, tel. 8-903-3882-25.
2. **Fadeeva Natalia Anatolyevna**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agriculture, Plant Growing, Breeding and Seed Production, Chuvash State Agricultural Academy, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, K. Marks str., 29.; e-mail: nfadeeva1@yandex.ru, tel. 8-903-3882-25.

УДК 631.51

DOI: 10.17022/0yrt-pm96

ИТОГИ ИСПЫТАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА СВЕТЛЫХ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ ВОЛГО-ВЯТСКОГО РЕГИОНА

В.В. Ивенин¹⁾, А.В. Ивенин²⁾, Н.А. Минеева¹⁾, К.В. Шубина¹⁾

¹⁾Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия
603107, г. Нижний Новгород, Российская Федерация

²⁾Нижегородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал Федерального аграрного
научного центра Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого
607686, Нижегородская область, Кстовский район, п/о Ройка, Российская Федерация

Аннотация. Ресурсосберегающие технологии – это технологии, обеспечивающие производство для технологических целей продукции с минимально возможным потреблением топлива и других источников энергии, а также сырья, материалов, воздуха, воды и прочих ресурсов.

В среднем за четыре года наблюдается тенденция увеличения влаги в слое 0-30 см при использовании технологии Mini-till в сравнении с традиционной и технологией No-till.