

Оценка влияния ежегодного применения индюшиного помета на запасы питательных веществ в почве и урожайность яровой пшеницы

Чекаев Н.П., Галиуллин А.А., Новичков С.В.

Аннотация. В результате проведенных полевых исследований на опытном поле ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ (Россия, Пензенская область, Мокшанский район) было выявлено, что при ежегодном внесении разных доз подстилочного индюшиного помета наблюдается увеличение содержания щелочногидролизующего азота в почве, хотя к концу вегетации его содержание снижается, что связано с потреблением его минеральных соединений культурами. Дозы помета от 12 до 36 т/га увеличивали содержание щелочногидролизующего азота в почве от 26,6-29,9 мг/кг при дозе 12 т/га до 40,0-53,9 мг/кг почвы при дозе 36 т/га. Повторное внесение изучаемых доз помета привело к повышению содержания подвижного фосфора по сравнению с контролем от 49,0-55,5 мг/кг на варианте с дозой 12 т/га до 175,0-193,0 мг/кг при дозе 36 т/га. Содержание подвижного калия при этом повысилось от 32,7-63,1 мг/кг при дозе 12 т/га до 133,9-150,6 мг/кг при дозе 36 т/га. При однократном внесении индюшиного помета под яровую пшеницу наиболее эффективной по продуктивности была доза 36 т/га, хотя наблюдается снижение его окупаемости. При двукратном внесении, наиболее эффективной была доза 12 т/га. Дальнейшее повышение дозы помета приводит не только к снижению продуктивности культуры, но и накоплению в избыточных количествах питательных элементов в почве.

Ключевые слова: индюшиный помет, щелочногидролизующий азот, подвижные формы фосфора и калия, яровая пшеница, урожайность.

Для цитирования: Чекаев Н.П., Галиуллин А.А., Новичков С.В. Оценка влияния ежегодного применения индюшиного помета на запасы питательных веществ в почве и урожайность яровой пшеницы // Инновационная техника и технология. 2022. Т. 9. № 4. С. 81–86.

Assessment of the impact of the annual use of turkey manure on the nutrient reserves in the soil and the yield of spring wheat

Chekaev N.P., Galiullin A.A., Novichkov S.V.

Abstract. As a result of field studies conducted at the experimental field of the Penza State Agrarian University (Russia, Penza region, Mokshansky district), it was revealed that with the annual introduction of different doses of turkey manure, an increase in the content of alkaline hydrolyzable nitrogen in the soil is observed, although by the end of the growing season its content decreases, which is associated with the consumption of its mineral compounds kul-tours. Doses of manure from 12 to 36 t/ha increased the content of alkaline hydrolyzable nitrogen in the soil from 26.6-29.9 mg/kg at a dose of 12 t/ha to 40.0-53.9 mg/kg of soil at a dose of 36 t/ha. Repeated application of the studied doses of the drug led to an increase in the content of mobile phosphorus compared with the control from 49.0-55.5 mg/kg on the variant with a dose of 12 t/ha to 175.0-193.0 mg/kg at a dose of 36 t/ha. The content of mobile potassium in this case increased from 32.7-63.1 mg/kg at a dose of 12 t/ha to 133.9-150.6 mg/kg at a dose of 36 t/ha. With a single application of turkey manure for spring wheat, the dose of 36 t/ha was the most effective in terms of productivity, although there is a decrease in its payback. With double application, the dose of 12 t/ha was the most effective. A further increase in the dose of manure leads not only to a decrease in crop productivity, but also to the accumulation of excessive amounts of nutrients in the soil.

Keywords: turkey manure, alkaline hydrolyzable nitrogen, mobile forms of phosphorus and potassium, spring wheat, yield.

For citation: Chekaev N.P., Galiullin A.A., Novichkov S.V. Assessment of the impact of the annual use of turkey manure on the nutrient reserves in the soil and the yield of spring wheat. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2022. Vol. 9. No. 4. pp. 81–86. (In Russ.).

Введение

Важнейшей проблемой, возникающее в условиях интенсификации птицеводства, являются вопросы утилизации помета, осложняемые ограниченностью земельных площадей предприятий данной специализации [1-3]. Систематическое внесение высоких доз удобрений на основе птичьего помета может приводить к развитию ряда негативных процессов в агроэкосистеме, количественная и качественная выраженность которых будет зависеть от вида удобрения, его дозы, условий использования, а также свойств почвы, биологических особенностей выращиваемых культур и других факторов [4-8].

Поскольку использование высоких доз птичьего помета в качестве удобрений сопряжено с определённой экологической опасностью, следует применять только то их количество, которое не наносит вред агроэкосистеме и окружающей природной среде [8-11]. Поэтому возникают вопросы по определению максимального количества данных удобрительных материалов, которые можно утилизировать на конкретной площади в некоторый отрезок времени без ущерба для окружающей среды.

Целью исследований было выявление оптимальных доз индюшиного помета, при ежегодном внесении, в технологии возделывания яровой пшеницы.

Объекты и методы исследований

Для решения поставленных задач на опытном поле учебно-производственного центра ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ (Пензенская область, Мокшанский район) заложен полевой опыт по следующей схеме:

1. Без удобрений (контроль); 2. Индюшиный помет 12 т/га; 3. Индюшиный помет 24 т/га; 4. Индюшиный помет 36 т/га.

Дозы помета вносились весной (апрель-май). После внесения сразу заделывались в почву на глубину 15-17 см. Посев яровой пшеницы проводили через 10-12 дней после внесения (в 2020 году - 12 мая, 2021 году - 15 мая). Опыт заложен в 3-х кратной повторности. Площадь одной делянки 8 м².

Почва опытного участка представлена черноземом выщелоченным среднегумусным тяжелосуглинистым.

В опытах использовали подстилочный индюшиный помет на соломенной подстилке. По качеству характеризовался как полуперепревший, срок хранения в помехранилищах составлял 4 месяца.

Азот щелочногидролизующий в исследованиях определялся по методу Корнфильда, подвижный фосфор и калий – по методу Ф.В. Чирикова в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26204-91), рН солевой вытяжки – по методу ЦИНАО (ГОСТ

26483-85), учет урожая - весовым методом поделочно.

Результаты и их обсуждение

Анализ образцов помета, отобранных в помехранилищах в ОАО «ПензаМолИнвест» показывает, что химический состав отличается в зависимости от содержания птицы, времени года образования помета на производстве, условий и срока хранения и от материалов, которые используются для подстилки. Так содержание общего азота в помете колебался от 1,7 до 4,5 %, общего фосфора от 1,7 до 4,75 %, общего калия от 0,32 до 5,45 %, органического вещества 41,3 до 45,1 %.

Используемый в опытах индюшиный помет характеризовался высоким содержанием элементов питания. Доля азота в помете составляла 2,57-2,57 % в сухой массе помета, фосфора – 3,86-4,58 %, калия – 2,04-4,41 %. Содержание влаги было на уровне 48,2-53,2 %, содержание органического вещества 37,3-43,1 %, зольность 13,8-27,4 %, показатель рН – 7,0-8,7 ед.

Таблица 1 – Состав индюшиного помета

Наименование показателя	2020 г.	2021 г.	среднее
Массовая доля общего азота %	2,77	2,57	2,67
Массовая доля общего фосфора, %	3,86	4,58	4,23
Массовая доля общего калия, %	4,41	2,04	3,23
Массовая доля влаги, %	53,2	48,2	50,7
Массовая доля золы, %	13,8	27,4	20,6
Массовая доля органического вещества, %	43,1	37,3	40,2
рН	8,7	7	7,8

Таблица 2 – Количество внесенных питательных элементов с исследуемыми дозами индюшиного помета, кг/га

Наименование показателя	2020 г.	2021 г.	в сумме за два года
Помет 12 т/га			
Азот	155,8	160,3	316,1
Фосфор	217,1	285,4	502,6
Калий	247,8	126,9	374,7
Помет 24 т/га			
Азот	311,7	320,6	632,2
Фосфор	434,3	570,9	1005,2
Калий	495,6	253,7	749,3
Помет 36 т/га			
Азот	468,3	480,8	949,2
Фосфор	652,6	856,3	1508,9
Калий	744,7	380,6	1125,3

Таблица 3 – Содержание щелочногидролизующего азота в слое почвы 0-30 см в зависимости от дозы индюшиного помета, мг/кг

Вариант	2020 г			2021 г		
	вторая декада мая (перед посевом)	третья декада августа (перед уборкой)	отклонение от контроля	вторая декада мая (перед посевом)	третья декада августа (перед уборкой)	отклонения от контроля
1. Без помета (контроль)	109,2	98	-	120,9	110,6	
2. Помет 12 т/га	126	122,3	24,3	138,4	140,5	29,9
3. Помет 24 т/га	138,1	128,8	30,8	142,6	149,8	39,2
4. Помет 36 т/га	145,6	140	42	146,8	164,5	53,9
НСР ₀₅	6,3	8,1		4,2	6,9	

Таблица 4 – Содержание подвижного фосфора в слое почвы 0-30 см в зависимости от дозы индюшиного помета, мг/кг

Вариант	2020 г			2021 г		
	вторая декада мая (перед посевом)	третья декада августа (перед уборкой)	отклонение от контроля	вторая декада мая (перед посевом)	третья декада августа (перед уборкой)	отклонения от контроля
1. Без помета (контроль)	128	116	-	115	119	-
2. Помет 12 т/га	157	136	20	141	174,5	55,5
3. Помет 24 т/га	172	149	33	163	216	97
4. Помет 36 т/га	224	204	88	190	294	175
НСР ₀₅	11,2	9,3		10,1	13,6	

В учебно-производственном центре ПГАУ количество питательных элементов, вносимых с изучаемыми дозами помета, отличалось по годам внесения, что связано с разным содержанием этих элементов в помете и влажностью.

В 2020 году весной перед посевом культур было внесено от 155,8 до 468,3 кг/га азота, от 217,1 до 652,6 кг/га фосфора и от 247,8 до 744,7 кг/га калия. В 2021 году было внесено азота от 160,3 до 480,8 кг/га, фосфора от 285,2 до 856,3 кг/га, калия от 126,9 до 380,6 кг/га. В сумме за два года использования пометных удобрений, количество внесенных питательных элементов в изучаемыми дозами составило от 316,1 до 949,2 кг/га азота, от 502,6 до 1508,9 кг/га фосфора и от 374,7 до 1125,3 кг/га калия (таблица 2).

Через десять дней после внесения помета содержание щелочногидролизующего азота в почве колебалось от 109,2 мг/кг почвы до 145,6 мг/кг на варианте с дозой помета 36 т/га. К концу вегетации 2020 года при возделывании яровой пшеницы наблюдали небольшое уменьшение щелочногидролизующего азота на вариантах опыта (таблица 3). Наибольшее снижение наблюдается на варианте без удобрений. Снижение составило 11,2 мг/кг почвы.

На вариантах с дозами помета 24 т/га и 36 т/га к концу вегетации наблюдается снижение содержания щелочногидролизующего азота на 5,6-9,3 мг/кг почвы.

В конце вегетации содержание щелочногидролизующего азота было выше контрольного варианта на 24,3-42,0 мг/кг почвы.

В 2021 году перед внесением исследуемых доз

помета содержание щелочногидролизующего азота выросло по сравнению с осенним определением в 2020 году, что связано с процессами минерализации органического вещества растительных остатков из помета.

В конце вегетации яровой пшеницы на вариантах с разными дозами помета содержание щелочногидролизующего азота в посевах яровой пшеницы составило от 140,5 до 164,5 мг/кг почвы, что соответствовало низкому и среднему содержанию. Отклонения от контрольного варианта составило от 29,9 до 53,9 мг/кг.

При весеннем внесении доз помета, на опытах с яровой пшеницей перед посевом культуры в 2020 году содержание фосфора на вариантах колебалось от 128,0 на варианте без помета до 224 мг/кг почвы на варианте с пометом с дозой 36 т/га. На варианте без помета его содержание характеризовалось как повышенное, с дозами 12 и 24 т/га как высокое, а на варианте с дозой помета 36 т/га как очень высокое. К уборке яровой пшеницы его содержание по всем вариантам опыта снизилось до 116,0 мг/кг на контроле и до 204,0 мг/кг при дозе 36 т/га. На этом варианте, как перед посевом, так и к уборке содержание фосфора характеризовалось как очень высокое (таблица 4).

При повторном внесении разных доз помета 2021 году содержание подвижного фосфора составило от 174,5 мг/кг на варианте с дозой помета 12 т/га до 294,0 мг/кг почвы, с отклонениями от контроля 55,5-175,0 мг/кг.

В опытах с внесением помета в 2020 году содержание подвижного калия в почве перед посевом

Таблица 5 – Содержание подвижного калия в слое почвы 0-30 см в зависимости от дозы индюшиного помета, мг/кг

Вариант	2020 г			2021 г		
	вторая декада мая (перед посевом)	третья декада августа (перед уборкой)	отклонение от контроля	вторая декада мая (перед посевом)	третья декада августа (перед уборкой)	отклонения от контроля
1. Без помета (контроль)	109,5	104,5	-	129	116,4	-
2. Помет 12 т/га	171	154	49,5	145,2	179,5	63,1
3. Помет 24 т/га	186,3	170	65,5	165	218,3	101,9
4. Помет 36 т/га	219,3	182,3	77,8	187	267	150,6
НСР ₀₅	12,3	14,3		10,3	12,6	

Таблица 6 – Продуктивность яровой пшеницы в зависимости от дозы индюшиного помета

Вариант	Показатели			
	количество зерен в колосе, шт.	масса 1000 зерен, г	урожайность зерна, т/га	окупаемость 1 т помета, кг/т
Яровая пшеница 2020 г. (однократное внесение)				
1. Без помета (контроль)	29,9	40,4	3,51	
2. Помет 12 т/га	31,1	40,2	4,09	48,2
3. Помет 24 т/га	31,5	40,3	4,39	36,5
4. Помет 36 т/га	30,7	37,7	4,65	31,7
НСР ₀₅	0,5	1,2	0,09	
Яровая пшеница 2021 г. (двукратное внесение)				
1. Без помета (контроль)	21,5	37,7	1,88	
2. Помет 12 т/га	31	36	3,36	123,3
3. Помет 24 т/га	31,1	33,5	3,39	62,9
4. Помет 36 т/га	29	34,2	2,97	30,3
НСР ₀₅	1,1	0,9	0,11	

яровой пшеницы колебалось от 109,5 мг/кг на варианте без помета до 219,3 мг/кг на варианте дозы помета 36 т/га. На варианте без удобрений его содержание характеризовалось как повышенное, с дозой 12 т/га как высокое, а на вариантах 24 и 36 т/га как очень высокое (таблицы 5).

К уборке содержание подвижного калия в почве снизилось на всех вариантах опыта и составило от 104,5 мг/кг на контроле до 182,3 мг/кг на варианте с дозой помета 36 т/га. Содержание подвижного калия на вариантах с разными дозами помета характеризовалось как высокое при дозах 12 и 24 т/га и очень высокое при дозе 36 т/га.

При повторном внесении помета под яровую пшеницу в 2021 году наблюдается дальнейшая тенденция увеличения подвижного калия в почве. Так на варианте с дозой помета 12 т/га его содержание увеличилось к концу вегетации культуры до 179,5 мг/кг почвы, а на варианте с дозой помета 36 т/га до 267,0 мг/кг почвы. Отклонения составили 63,1-150,6 мг/кг.

Урожайность зерна яровой пшеницы в опытах с весенним внесением помета составила от 3,51 т/га на варианте без помета до 4,65 на варианте с дозой помета 36 т/га. Разные дозы помета увеличивали

урожайность зерна на 0,58-1,14 т/га, что соответствовало 16,5-32,5%. Масса 1000 зерен колебалась от 40,4 г до 37,7 г. Наименьшие значения отмечены на варианте с дозой помета 36 т/га, что связано с полеганием растений пшеницы в фазу созревания зерна. Наибольшую урожайность зерна на варианте с дозой 36 т/га получили за счет кущения растений (таблица 6).

Каждая тонна помета позволила дополнительно получить от 31,7 до 48,2 кг зерна пшеницы. Наибольшая окупаемость от внесенного помета наблюдалась при дозе 12 т/га и составила 48,2 кг зерна от 1 тонны помета. С увеличением дозы помета снижается прибавка зерна от каждой тонны внесенного помета.

В 2021 году при повторном внесении изучаемых доз помета наблюдается, что на вариантах с дозами помета увеличивается число зерен в колосе, что в свою очередь повлияла продуктивность зерна яровой пшеницы. Урожайность зерна яровой пшеницы на вариантах без удобрений составила 1,88 т/га. Повторно внесенные дозы повысили урожайность на 1,09-1,51 т/га, при чем наибольшую урожайность наблюдали на вариантах с дозами помета 12 и 24 т/га. Урожайность на этих вариантах соста-

вила 3,36-3,39 т/га. Наибольшая окупаемость при повторном внесении изучаемых доз помета отмечена на варианте с дозой помета 12 т/га, окупаемость одной тонны помета составила 123,3 кг зерна на тонну от внесенного помета.

Выводы

При однократном внесении индюшиного помета под яровую пшеницу наиболее эффективной по продуктивности была доза 36 т/га, хотя наблюдается снижение его окупаемости. При двукратном внесении, наиболее эффективной была доза 12 т/га.

Литература

- [1] Габбасова И.М., Гарипов Т.Т., Простякова З.Г., Сулейманов Р.Р., Комиссаров М.А. Азотное состояние агрочернозема при внесении высоких доз куриного помета // Экобиотех. 2018. Т. 1. № 1. С. 1-5. DOI 10.31163/2618-964X-2018-1-1-1-5. EDN YAEUUN.
- [2] Ганиев А.С., Сибатуллин Ф.С., Зиганшин Б.Г., Халиуллина З.М., Гайфуллин И.Х. Использование удобрений из куриного помета для выращивания органической продукции // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2022. Т. 17. № 1(65). С. 9-14. DOI 10.12737/2073-0462-2022-9-14. EDN BAGTXU.
- [3] Иванов В.В. Использование куриного помета как удобрение в сельском хозяйстве // Теория и практика мировой науки. 2021. № 9. С. 19-21. EDN SPKBCM.
- [4] Кормин В.П., Гоман Н.В., Трубина Н.К., Шмидт А.Г., Бобренко И.А. Энергетическая эффективность применения куриного помета под капусту белокачанную и картофель на лугово-черноземной почве // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2020. – № 2(38). – С. 51-57. – EDN QGFAXY.
- [5] Куликова А.Х., Яшин Е.А., Волкова Е.С. Местные нетрадиционные ресурсы и отходы сельскохозяйственного производства как источники элементов питания растений // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 2(58). С. 60-66. DOI 10.18286/1816-4501-2022-2-60-66. EDN ZSTSDG.
- [6] Попов Г.Н., Данилов А.Н., Белоголовцев В.П., Летучий А.В. Состав, свойства и специфика воздействия птичьего помета на плодородие темно-каштановой почвы // Аграрный научный журнал. – 2019. – № 5. – С. 43-47. – DOI 10.28983/asj.y2019i5pp43-47. – EDN VEOSUH.

При ежегодном внесении доз помета наблюдается увеличение содержания в почве щелочно-гидролизующего азота, хотя к концу вегетации количество доступных форм снижается, что связано с потреблением минеральных соединений культурами. Повторное внесение доз помета приводит к резкому увеличению подвижных соединений фосфора и калия. Дальнейшее повышение дозы помета может привести не только к накоплению в избыточных количествах питательных элементов в почве (нитратный азот, фосфор и калий), но и к снижению продуктивности культуры. Поэтому, для безопасности применения помета при ежегодном внесении, доза не должна составлять более 12 т/га.

References

- [1] Gabbasova I.M., Garipov T.T., Prostyakova Z.G., Suleymanov R.R., Komissarov M.A. Nitrogen state of agrochernozem when applying high doses of chicken manure // Ecobiotech. 2018. Vol. 1. No. 1. pp. 1-5. DOI 10.31163/2618-964X-2018-1-1-1-5. EDN YAEUUN.
- [2] Ganiev A.S., Sibagatullin F.S., Ziganshin B.G., Khaliullina Z.M., Gayfullin I.H. The use of fertilizers from chicken manure for growing organic products // Bulletin of the Kazan State Agrarian University. 2022. Vol. 17. No. 1(65). pp. 9-14. DOI 10.12737/2073-0462-2022-9-14. EDN BAGTXU.
- [3] Ivanov V.V. The use of chicken manure as fertilizer in agriculture // Theory and practice of world science. 2021. No. 9. pp. 19-21. EDN SPKBCM.
- [4] Kormin V.P., Homan N.V., Trubina N.K., Schmidt A.G., Bobrenko I.A. Energy efficiency of using chicken manure for white cabbage and potatoes on meadow-chnozem soil // Bulletin of Omsk State Agrarian University. – 2020. – № 2(38). – Pp. 51-57. – EDN QGFAXY.
- [5] Kulikova A.H., Yashin E.A., Volkova E.S. Local unconventional resources and agricultural production wastes as sources of plant nutrition elements // Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy. 2022. No. 2(58). pp. 60-66. DOI 10.18286/1816-4501-2022-2-60-66. EDN ZSTSDG.
- [6] Popov G.N., Danilov A.N., Belogolovtsev V.P., Letuchy A.V. Composition, properties and specificity of the effect of bird droppings on the fertility of dark chestnut soil // Agrarian Scientific Journal. – 2019. – No. 5. – pp. 43-47. – DOI 10.28983/asj.y2019i5pp43-47. – EDN VEOSUH.
- [7] Chekaev N.P., Galiullin A.A. Effect and aftereffect of bird droppings on agrochemical properties of leached chernozem and productivity of agricultural crops // Agrarian science. 2022. No. 1. pp. 102-105. DOI 10.32634/0869-8155-2022-355-1-102-105. EDN NHCNUQ.
- [8] Schmidt A.G., Bobrenko I.A., Trubina N.K., Homan N.V. Optimization of the use of bird droppings for spring wheat in the forest-steppe of Western Siberia

- [7] Чекаев Н.П., Галиуллин А.А. Действие и последствие птичьего помета на агрохимические свойства чернозема выщелоченного и продуктивность сельскохозяйственных культур // *Аграрная наука*. 2022. № 1. С. 102-105. DOI 10.32634/0869-8155-2022-355-1-102-105. EDN NHCNUQ.
- [8] Шмидт А.Г., Бобренко И.А., Трубина Н.К., Гоман Н.В. Оптимизация применения птичьего помета под яровую пшеницу в лесостепи Западной Сибири // *Плодородие*. – 2019. – № 6(111). – С. 50-52. – DOI 10.25680/S19948603.2019.111.14. – EDN KRVYLT.
- [9] Chekaev N., Blinokhvatoва Yu., Novichkov S. Evaluation of the nitrogen regime of chernozem leached under the action of different doses of Turkey waste application // *Scientific Papers-Series A-Agronomy*. 2022. Vol. 65. No 1. P. 46-50. EDN JONTDA.
- [10] Kovalsky K.Y., Arefiev A.N., Kuzin E.N., Kuzina E.E. Effect of diatomite and poultry manure on the physicochemical properties of gray forest soils and crop productivity // *Volga Region Farmland*. 2022. No 1(12). P. 1005. DOI 10.36461/VRF.2022.12.1.012. EDN CGQQZC.
- [11] Mutlu A. The effect of organic fertilizers on grain yield and some yield components of barley (*Hordeum vulgare* L.) // *Fresenius Environmental Bulletin*. – 2021. – Vol. 29. – No 12. – P. 10840-10846. – EDN GRYCIP.
- // *Fertility*. – 2019. – № 6(111). – Pp. 50-52. – DOI 10.25680/S19948603.2019.111.14. – EDN KRVYLT.
- [9] Chekaev N., Blinokhvatoва Yu., Novichkov S. Evaluation of the nitrogen regime of chernozem leached under the action of different doses of Turkey waste application // *Scientific Papers-Series A-Agronomy*. 2022. Vol. 65. No 1. P. 46-50. EDN JONTDA.
- [10] Kovalsky K.Y., Arefiev A.N., Kuzin E.N., Kuzina E.E. Effect of diatomite and poultry manure on the physicochemical properties of gray forest soils and crop productivity // *Volga Region Farmland*. 2022. No 1(12). P. 1005. DOI 10.36461/VRF.2022.12.1.012. EDN CGQQZC.
- [11] Mutlu A. The effect of organic fertilizers on grain yield and some yield components of barley (*Hordeum vulgare* L.) // *Fresenius Environmental Bulletin*. – 2021. – Vol. 29. – No 12. – P. 10840-10846. – EDN GRYCIP.

Сведения об авторах

Information about the authors

<p>Чекаев Николай Петрович кандидат сельскохозяйственных наук заведующий кафедрой «Почвоведение, агрохимия, химия» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет» 440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30 Тел.: +7(841) 262-85-65 E-mail: chekaev.n.p@pgau.ru</p>	<p>Chekaev Nikolay Petrovich PhD in Agricultural Sciences head of the department of «Soil Science, Agrochemistry, Chemistry» Penza State Agricultural University Phone: +7(841) 262-85-65 E-mail: chekaev.n.p@pgau.ru</p>
<p>Галиуллин Альберт Амирович кандидат сельскохозяйственных наук доцент кафедры «Переработка сельскохозяйственной продукции» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет» 440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30 Тел.: +7(841) 262-81-51 E-mail: galiullin.a.a@pgau.ru</p>	<p>Galiullin Albert Amirovich PhD in Agricultural Sciences associate professor at the department of «Processing of Agricultural Products» Penza State Agricultural University Phone: +7(841) 262-81-51 E-mail: galiullin.a.a@pgau.ru</p>
<p>Новичков Сергей Васильевич аспирант кафедры «Почвоведение, агрохимия и химия» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет» 440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30 Тел.: +7(927) 366-89-62 E-mail: novichkov2011@yandex.ru</p>	<p>Novichkov Sergey Vasilievich postgraduate student «Processing of agricultural products» Penza State Agricultural University Phone: +7(927) 366-89-62 E-mail: novichkov2011@yandex.ru</p>