

Теснота корреляционной связи между исследуемыми показателями определялась по коэффициенту корреляции (r) [2]. Проведенный корреляционный анализ показал, что в рамках нашего опыта урожайность озимого тритикале сортов Динамо и Ковчег зависела в основном от плотности продуктивного стеблестоя, где коэффициент корреляции (r) составил 0,82. Следует отметить, что плотность продуктивного стеблестоя значительно различалась в зависимости от сортовых особенностей озимого тритикале. Так, у сорта Благо 16 влияние продуктивного стеблестоя на урожайность было слабым: коэффициент корреляции составил 0,07.

Влияние плотности продуктивного стеблестоя на количество зёрен в колосе у сортов озимого тритикале Динамо и Ковчег имело отрицательное значение коэффициента корреляции и составило $-0,75$ и $-0,71$, т. е. чем выше количество продуктивных стеблей на 1 м^2 , тем меньшее количество зёрен в колосе. Оценка влияния условий года на количество зёрен в колосе показала очень высокую положительную корреляционную зависимость у сортов Благо 16, Динамо и Ковчег – $r = 0,96$; $0,89$ и $0,85$ соответственно.

Влияние количества зёрен в колосе и массы 1000 зёрен на урожайность озимого тритикале было не так чётко выражено у сортов Благо 16 и Ковчег (коэффициенты корреляции $-0,51$ и $-0,46$). В то же время сорт Динамо имел сильную корреляционную зависимость и отрицательное значение коэффициента корреляции $-0,75$. Это свидетельствует о том, что сильное изреживание продуктивного стеблестоя только в определённой мере можно компенсировать за счёт увеличения количества зёрен в колосе и массы 1000 зёрен.

Установленные коэффициенты корреляции (связи) присущи только данному опыту, расширение диапазона изменчивости признаков может привести к ослаблению или усилению корреляционных связей.

Заключение

По результатам исследований установлено, что наибольшая урожайность озимого тритикале в среднем за годы исследований по всем изучаемым сортам была получена при втором и третьем сроке сева (в начале второй и третьей декады сентября) и составила $77,0$ и $77,6$ ц/га соответственно.

Определено, что формирование урожайности озимого тритикале происходит в основном за счёт плотности продуктивного стеблестоя, а она, в свою очередь, зависит от биологических и морфологических особенностей сорта и складывающихся погодных условий во время вегетации.

Значительное изреживание продуктивного стеблестоя только в определённой мере компенсируется за счёт увеличения количества зёрен в колосе и массы 1000 зёрен.

Литература

1. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. Сельское хозяйство Республики Беларусь. Статистический сборник. – Минск, 2021. – 48 с.
2. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учеб. пособие / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Ковтун, И. И. Оптимизация условий возделывания озимой пшеницы по интенсивной технологии / И. И. Ковтун, Н. И. Гойса, Б. А. Митрофанов. – Ленинград: Гидрометеоздат, 1990. – 116 с.

УДК 631.445:632.15

Санитарное состояние дерново-подзолистых почв в зоне влияния животноводческих комплексов и птицефабрик

Е. Н. Богатырева, Т. М. Серая, Т. М. Курдун, И. И. Касьяненко, кандидаты с.-х. наук,
Ю. А. Белявская, научный сотрудник
Институт почвоведения и агрохимии

(Дата поступления статьи в редакцию 11.12.2021)

Проведена оценка санитарного состояния почв вблизи животноводческих комплексов и птицефабрик. Уровень общей микробной контаминации и термофилов в большей степени повышался в почвах в начальный период после внесения птичьего помета и стоков свиней (на 75–464 % и 57–108 %); по коли-титру (0,001) и перфрингенс-титру (0,0001) почвы оцениваются как «опасные, загрязненные». Через три месяца и более после их внесения отмечено снижение общего микробного числа и термофилов; по значениям коли- и перфрингенс-титров почвы относятся к категории «относительно безопасные, слабо загрязненные». Почвы, на которые длительное время вносили очень высокие дозы жидкого навоза КРС имели низкие показатели по коли-титру (0,006) и перфрингенс-титру (0,0001) – «опасные, загрязненные». Согласно гельминтологическому анализу – почвы чистые (отсутствие яиц гельминтов).

The assessment of the sanitary condition of soils near livestock complexes and poultry farms was carried out. The level of total microbial contamination and thermophiles increased to a greater extent in the soils in the initial period after the introduction of poultry manure and pig effluents (by 75–464 % and 57–108 %); according to the coli-titer (0,001) and perfringens-titer (0,0001), the soils are assessed as «dangerous, polluted». Three months or more after their application, a decrease in the total microbial number and thermophiles was noted; according to the values of the coli- and perfringens-titers of the soil in the category «relatively safe, slightly polluted». The soils on which very high doses of liquid cattle manure were applied for a long time had low values for coli-titer (0,006) and perfringens-titer (0,0001) – «dangerous, polluted». According to the helminthological analysis-the soil is clean (no helminth eggs).

Введение

Неотъемлемой частью технологического процесса получения продукции на животноводческих и птицеводческих предприятиях является образование продуктов жизнедеятельности животных и птиц. По сути, навоз и помет представляют собой полидисперсную систему, состоящую из органических и минеральных соединений, воды, разнообразных солей и газов, в ее состав входят также многочисленные микроорганизмы, яйца и личинки гельминтов, водоросли, семена и другие включения [1]. Научные исследования [2–4] свидетельствуют о достаточно высокой степени микробной контаминации различных видов органических удобрений.

Основной путь утилизации жидкого навоза, свиных стоков и птичьего помета, как и всех остальных побочных продуктов животноводства и птицеводства, заключается в применении их в качестве органических удобрений на землях сельскохозяйственного назначения. Практика эксплуатации животноводческих комплексов и птицефабрик показывает, что при нарушении технологии подготовки и хранения навоза и помета, внесении их свыше рекомендуемых доз на ограниченных площадях санитарное состояние почвы может ухудшаться [5–7].

Согласно гигиенической оценке [8], санитарное состояние почвы – это совокупность физико-химических и биологических свойств почвы, которые определяют качество и степень ее безопасности в эпидемическом и гигиеническом отношении. Как правило, санитарное состояние почв, чаще всего, оценивается загрязнением их химическими веществами. Изучению биологического загрязнения почв патогенными и условно патогенными формами организмов, а также наличию в них жизнеспособных яиц гельминтов уделяется меньшее внимание.

Цель исследований – изучить влияние регулярных дозовых нагрузок жидкого навоза КРС, навозных стоков свиней и бесподстилочного птичьего помета на санитарно-

бактериологическое и санитарно-гельминтологическое состояние дерново-подзолистых почв.

Методика и объекты исследований

Почвенные образцы отбирали в марте 2019 г. на дерново-подзолистых почвах пахотных земель в зоне действия птицефабрик, свинокомплексов и комплекса по откорму КРС (таблица 1).

На всех почвах пахотных земель для отбора проб без применения жидкого навоза КРС, свиных стоков и птичьего помета и при их внесении выбирали участки, расположенные, по возможности, недалеко друг от друга, в сходных условиях рельефа и в пределах той же почвенной разновидности. Одновременно с отбором проб почвы в исследуемых хозяйствах также взяты пробы жидкого навоза КРС, свиных стоков и птичьего помета для определения ветеринарно-санитарных показателей.

Определение санитарно-микробиологических и гельминтологических показателей почвы и органических удобрений проводили согласно методикам [9–11]. Оценку санитарного состояния органических удобрений и дерново-подзолистых почв в зоне влияния животноводческих комплексов и птицефабрик осуществляли согласно методикам [9, 10].

Результаты исследований и их обсуждение

Используемые на удобрение жидкий навоз КРС, стоки свиней и птичий помет характеризовались высокой степенью биологического загрязнения (таблица 2).

По санитарно-микробиологическим показателям все исследуемые пробы органических удобрений относятся к категории загрязненных.

Результаты санитарно-гельминтологических исследований показали отсутствие в стоках свиней и птичьем помете, отобранном в двух хозяйствах (в Смолевичском

Таблица 1 – Дозы и сроки внесения жидкого навоза КРС, навозных стоков свиней и птичьего помета

Вид ОУ	Место отбора	Период внесения, лет	Среднегодовая доза ОУ, т/га	Последний срок и доза внесения перед отбором образцов для анализа
Жидкий навоз КРС		–	б/н	–
		12	900–1000 (1-е поле)	осенью 2018 г. в дозе 100–200 т/га
			900–1000 (2-е поле)	осенью 2018 г. в дозе 200–300 т/га
Навозные стоки свиней	Браславский район	–	б/н	–
		25	500–600 (1-е поле)	летом 2018 г. в дозе 500–600 т/га
		–	б/н	–
		25	500–600 (2-е поле)	с осени 2018 г. по март 2019 г. в дозе 500–600 т/га
		–	б/н	–
	Гродненский район	15	120–150 (1-е поле)	с декабря 2018 г. по март 2019 г. в дозе 350–450 т/га
		15	120–150 (2-е поле)	с августа 2017 г. по апрель 2018 г. в дозе 350–450 т/га
		20	450–550 (3-е поле)	с ноября 2017 г. по апрель 2018 г. в дозе 450–550 т/га
		–	б/н	–
Птичий помет	Пружанский район	–	б/н	–
		45	≈17	осенью 2018 г. в дозе 50 т/га
	Смолевичский район	–	б/н	–
		15	≈17	весной 2018 г. в дозе 50 т/га
	Дзержинский район	–	б/н	–
		5	≈60 (1-е поле)	с декабря 2018 г. по март 2019 г. в дозе 60 т/га
15	≈20 (2-е поле)	летом 2018 г. в дозе 60 т/га		

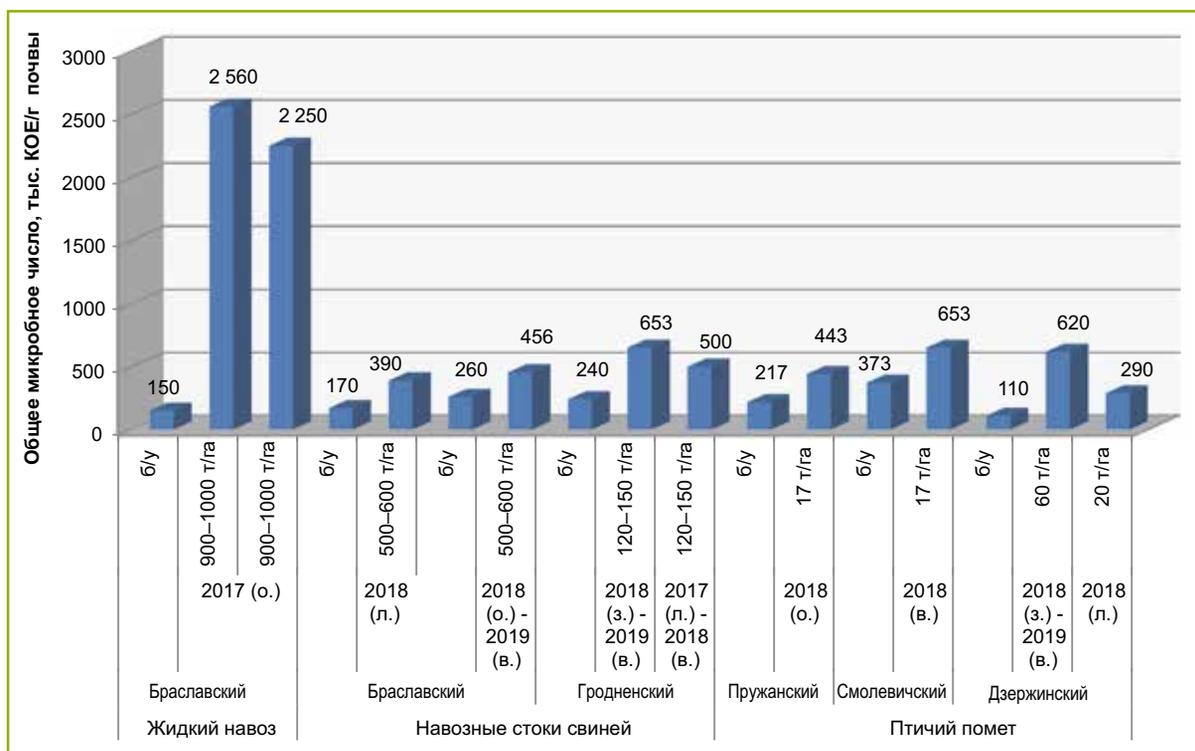
Примечание – ОУ – органическое удобрение, б/н – без нагрузки.

и Дзержинском районах), яиц гельминтов. Однако в пробе жидкого навоза КРС обнаружено 1 яйцо стронгилят; птичьего помета (Пружанский район) – 4 яйца трихоцефала, что не соответствует требованиям ГОСТ 33830-2016 и может привести к неблагоприятному санитарному состоянию почв в зоне внесения этих удобрений.

Количественный подсчет общего числа микроорганизмов показал, что в почвах без нагрузок жидких продуктов животноводства и птичьего помета их численность в 1 г почвы достигала 110–373 тыс. КОЕ, что характеризует их как «загрязненные» (рисунок). Однако следует иметь в виду, что почвы, которые взяты в качестве объектов без нагрузок, вовлечены в сельскохозяйственное про-

изводство и являются окультуренными. Применение регламентируемых доз минеральных и органических удобрений на этих почвах, безусловно, будет способствовать увеличению заселенности их микроорганизмами.

Постоянные нагрузки свиных стоков и помета приводили к увеличению общего уровня микробной загрязненности почв до 290–653 тыс. КОЕ/г, что на 75–464 % превышало показатели почв без их внесения. Общее микробное число в почвах, где эти удобрения закончили вносить за 2 недели до отбора образцов почв, было выше по сравнению с почвами, где пробы отобраны через 3–12 месяцев после их внесения. На фоне дозов нагрузок стоков свиней и птичьего помета исследу-



Внесение удобрений: 2017 (о.) – осенью 2017 г.; 2018 (л.) – летом 2018 г.; 2018 (о.) – 2019 (в.) – с осени 2018 г. по март 2019 г.; 2018 (з.) – 2019 (в.) – с декабря 2018 г. по март 2019 г.; 2017 (л.) – 2018 (в.) – с августа 2017 г. по апрель 2018 г.; 2017 (о.) – 2018 (в.) – с ноября 2017 г. по апрель 2018 г.; 2018 (о.) – осенью 2018 г.; 2018 (в.) – весной 2018 г.

Влияние регулярных нагрузок жидкого навоза КРС, стоков свиней и птичьего помета на общее микробное число в дерново-подзолистых почвах

Таблица 2 – Санитарно-бактериологические и санитарно-гельминтологические показатели жидкого навоза КРС, стоков свиней и птичьего помета (на естественную влажность)

Вид органического удобрения и место отбора	Общая микробная обсемененность, шт./мл (г)	БГКП, шт./л (кг)	Перфрингенс-титр	Термофильные бактерии, шт./мл (г)	Наличие жизнеспособных яиц гельминтов, экз./л (кг)
Жидкий навоз КРС (Браславский район)	4,8•10 ⁶	2,5•10 ⁵	0,001	1,2•10 ⁵	1 яйцо стронгилят
Навозные стоки свиней (Браславский район)	7,2•10 ⁶	1,0•10 ⁶	0,0001	1,0•10 ⁵	отсутствуют
Навозные стоки свиней (Гродненский район)	8,0•10 ⁶	2,5•10 ⁵	0,0001	1,0•10 ⁵	отсутствуют
Птичий помет (Пружанский район)	3,75•10 ⁶	1,0•10 ⁵	0,001	1,4•10 ⁵	4 яйца трихоцефала
Птичий помет (Смолевичский район)	1,0•10 ⁷	1,0•10 ⁶	0,001	1,0•10 ⁵	отсутствуют
Птичий помет (Дзержинский район)	9,9•10 ⁵	1,9•10 ³	0,001	2,5•10 ³	отсутствуют

Примечание – БГКП – бактерии группы кишечной палочки.

емые почвы по показателю общего микробного числа были в той же категории («загрязненные»), как и почвы без их внесения.

Наиболее высокий уровень микробной контаминации наблюдался в почвах, прилегающих к комплексу по откорму КРС в Браславском районе, на которые в течение 12 лет утилизировали очень высокие дозы жидкого навоза КРС (900–1000 т/га), и в последний, перед отбором почвы, раз навоз внесен за 4 месяца в дозах от 100–200 до 200–300 т/га. Согласно оценочной шкале по общему микробному числу эти почвы характеризуются как «чрезвычайно опасные, сильно загрязненные»: превышение данного показателя относительно почвы без нагрузок составило 15–17 раз.

Оценка санитарного состояния почв без нагрузок показала, что они относятся к «относительно безопасным, слабо загрязненным» по значению коли-титра (0,01–0,56) и к «безопасным, чистым» по перфрингенс-титру (во всех почвах на уровне 0,01) (таблица 3).

При утилизации стоков свиней и птичьего помета на почвы не позднее осени 2018 г. значение коли-титра в них изменилось в пределах 0,36–0,56 и приближалось к уровню почв, где эти удобрения не вносили. Согласно оценочной шкале, почвы «слабо загрязненные», как и почвы без нагрузок. Перфрингенс-титр соответствовал значению 0,001, т. е. под влиянием птичьего помета и стоков свиней, внесенных не менее чем за 3–4 месяца до отбора почвенных образцов, наблюдалась трансформация почв по степени загрязнения из категории «чистые» в «слабо загрязненные». Коли-титр в почвах с внесением птичьего помета и стоков свиней на уровне почв без нагрузок при более низком перфрингенс-титре свидетельствует о давнем фекальном загрязнении. Однако процесс самоочищения почв еще не завершен, о чем свидетельствует титр *Clostridium perfringens*.

В результате анализа проб почв через две недели после внесения стока свиней и помета установлено, что значение коли-титра составило 0,001, перфрингенс-титра – 0,0001, т. е. почвы относились к категории «опасные, загрязненные». Низкие титры указывают на «свежее» фекальное загрязнение.

В Браславском районе анализ образцов через четыре месяца после внесения жидкого навоза КРС в дозах до 300 т/га на почвы, длительное время удобрявшиеся очень высокими его дозами, показал, что коли- и перфрингенс-титры составили 0,006 и 0,0001 соответственно. По-видимому, это обусловлено сверхвысокой нагрузкой ранее вносимого жидкого навоза КРС, вследствие чего процессы самоочищения шли крайне медленно и почвы характеризовались неблагоприятным санитарно-бактериологическим состоянием по этим показателям (категория – «опасные, загрязненные»).

К числу важных показателей при санитарно-микробиологической оценке чистоты почвы относится также количество термофильных бактерий, наличие которых свидетельствует о применении органических удобрений. В почвах в зоне действия свиноккомплексов и птицефабрик количество термофилов превышало показатель почв без нагрузок на 33–113 %. Согласно оценочной шкале, почвы относятся к «относительно безопасным, слабо загрязненным», как и почвы без внесения свиных стоков и помета. Исключение составила только почва, отобранная в Дзержинском районе на первом поле, где птичий помет вносили до начала марта 2019 г., т. е. за две недели до отбора проб, которая характеризуется как «опасная, загрязненная». Максимальная численность термофильных бактерий обнаружена в почвах, прилегающих к комплексу по откорму КРС, что позволило их отнести к категории «чрезвычайно опасных, сильно загрязненных».

Таблица 3 – Влияние регулярных нагрузок жидкого навоза КРС, стоков свиней и птичьего помета на санитарное состояние дерново-подзолистых почв

Вид ОУ	Место отбора (район)	Период внесения, лет	Среднегодовая доза ОУ, т/га в год	Коли-титр	Перфрингенс-титр	Число термофильных бактерий, КОЕ/г почвы
Жидкий навоз КРС	Браславский	–	б/н	0,01	0,01	1,30•10 ⁴
		12	900–1000 (1-е поле)	0,006	0,0001	1,50•10 ⁵
			900–1000 (2-е поле)	0,006	0,0001	1,20•10 ⁵
Навозные стоки свиней	Браславский	–	б/н	0,43	0,01	2,10•10 ⁴
		25	500–600 (1-е поле)	0,36	0,001	2,90•10 ⁴
		–	б/н	0,43	0,01	1,50•10 ⁴
		25	500–600 (2-е поле)	0,001	0,0001	2,35•10 ⁴
	Гродненский	–	б/н	0,53	0,01	1,50•10 ⁴
		15	120–150 (1-е поле)	0,001	0,0001	3,10•10 ⁴
		15	120–150 (2-е поле)	0,56	0,001	2,00•10 ⁴
Птичий помет	Пружанский	–	б/н	0,56	0,01	1,00•10 ⁴
		45	≈17	0,50	0,001	1,80•10 ⁴
	Смолевичский	–	б/н	0,53	0,01	2,00•10 ⁴
		15	≈17	0,48	0,001	4,25•10 ⁴
	Дзержинский	–	б/н	0,46	0,01	2,50•10 ⁴
		5	≈60 (1-е поле)	0,001	0,0001	5,20•10 ⁴
15	≈20 (2-е поле)	0,45	0,001	3,90•10 ⁴		

□ – чистая □ – слабо загрязненная □ – загрязненная □ – сильно загрязненная

Санитарно-гельминтологическое исследование дерново-подзолистых почв, подвергающихся воздействию жидкого навоза КРС, свиных стоков и птичьего помета, показало, что в соответствии с действующими санитарно-оценочными показателями, представленными в таблице 2, они могут быть охарактеризованы как чистые.

Выводы

1. Ветеринарно-санитарные показатели свидетельствуют о достаточно высокой степени микробной контаминации птичьего помета, жидкого навоза КРС и стоков свиней. Гельминтологические исследования показали отсутствие яиц гельминтов, за исключением жидкого навоза КРС (1 яйцо стронгилят) и одной пробы помета (4 яйца трихоцефала), что не соответствует требованиям ГОСТ.

2. Санитарно-бактериологическое состояние дерново-подзолистых почв находится в прямой зависимости от сроков внесения птичьего помета и стоков свиней. В большей степени уровень общей микробной контаминации термофилов повышался в почвах в начальный период после их внесения (на 75–464 % и 57–108 %); в соответствии с оценочной шкалой почвы по этим показателям относятся к тем же категориям, как и почвы без внесения этих удобрений – «загрязненные» и «слабо загрязненные» соответственно. По значениям коли-титра (0,001) и перфрингенс-титра (0,0001) почвы оцениваются как «опасные, загрязненные». Через три месяца и более после внесения свиных стоков и помета отмечено снижение общего микробного числа и термофильных бактерий. При этом наблюдалось повышение значений коли-титра (до 0,36–0,56) и перфрингенс-титра (до 0,001); согласно классификации, санитарное состояние почв оценивалось как «относительно безопасное, слабо загрязненное».

3. Наиболее высокие показатели по общему микробному числу и количеству термофилов характерны для почв, на которые в течение длительного времени ежегодно вносили очень высокие дозы жидкого навоза КРС (900–1000 т/га), что позволило их отнести к категории «чрезвычайно опасных, сильно загрязненных». Коли- и перфрингенс-титры уменьшились до 0,006 и 0,0001 соответственно; категория – «опасные, загрязненные».

4. По гельминтологическому анализу почвы вблизи животноводческих комплексов и птицефабрик характеризуются как чистые.

Литература

1. Органические отходы животноводства – ценный сырьевой материал / В. Г. Тюрин [и др.] // Экологические проблемы использования органических удобрений в земледелии: сб. науч. тр. Всероссийской науч.-практ. конф. с межд. учас., Владимир, 8–10 июля 2015 г. / ФГБНУ ВНИИОУ. – Владимир, 2015. – С. 67–75.
2. Агроэкологические основы и технологии использования бесподстилочного навоза / Г. Е. Мерзлая [и др.]. – М.: Россельхозакадемия – ГНУ ВНИПТИОУ, 2006. – 463 с.
3. Лопата, Ф. Ф. Ветеринарно-санитарное состояние навоза различных видов сельскохозяйственных животных: автореф. дис. ... канд. ветер. наук: 16.00.06 / Ф. Ф. Лопата, ГНУ ВНИИВСГЭ. – М., 2008. – 24 с.
4. Саскевич, Л. А. Химический состав животноводческих стоков и их ирригационная оценка / Л. А. Саскевич // Мелиорация переувлажненных земель: сб. науч. тр. / БелННМИЛ; отв. ред.: А. П. Лишацевич. – Минск, 2001. – Т. XLVIII. – С. 257–269.
5. Черепанов, А. А. Ветеринарные, санитарно-гигиенические и токсикологические требования к органическим удобрениям / А. А. Черепанов // Совершенствование технологического и технического обеспечения производства и применения органических удобрений: материалы Всерос. науч.-практ. конф., Владимир, 11–13 сент. 2002 г. / РАСХН, ВНИПТИОУ; под ред.: А. И. Еськова, М. Н. Новикова. – Владимир, 2003. – С. 184–202.
6. Тарасов, С. И. Эффективность фитобioreмедиации почв, загрязненных ненормированным применением подстилочного помета / С. И. Тарасов, М. Е. Кравченко, Т. А. Бужина // Экологические проблемы использования органических удобрений в земледелии: сб. науч. тр. Всероссийской науч.-практ. конф. с межд. учас., Владимир, 8–10 июля 2015 г. / ФГБНУ ВНИИОУ. – Владимир, 2015. – С. 60–66.
7. Тюрин, В. Г. Уровень бактериального загрязнения почвы в зоне деятельности животноводческих комплексов / В. Г. Тюрин, Р. Ю. Андреев // Экологические проблемы использования органических удобрений в земледелии: сб. науч. тр. Всероссийской науч.-практ. конф. с межд. учас., Владимир, 8–10 июля 2015 г. / ФГБНУ ВНИИОУ. – Владимир, 2015. – С. 336–338.
8. Гигиеническая оценка почвы населенных мест: Инструкция 2.1.7.11–12–5–2004: сб. нормативных документов по гигиенической оценке почв населенных мест. – Минск: Минздрав Респ. Беларусь, 2004. – С. 3–38.
9. Еськова, Л. И. Методы анализов органических удобрений / Л. И. Еськова, С. И. Тарасов. – М.: Россельхозакадемия – ГНУ ВНИПТИОУ, 2003. – С. 410–472.
10. Инструкция 4.2.10–12–9–2006. Методы санитарно-микробиологических исследований почвы: утв. постановлением Гл. гос. санитарного врача Респ. Беларусь № 67 от 29.05.06. – Минск, 2006. – 31 с.
11. Методические указания по паразитологическому обследованию объектов внешней среды: утв. ГУВ МСХиП РБ от 11.09.2007 № 10–1–5/900.

УДК 633.11«324».631.816.631.811.98

Эффективность применения минеральных удобрений, микроэлементов и препаратов на гуминовой основе при возделывании озимой пшеницы

А. Г. Ганусевич, Г. А. Гесть, кандидаты с.-х. наук
Гродненский государственный аграрный университет

(Дата поступления статьи в редакцию 05.12.2021)

Внесение карбамидно-аммиачной смеси совместно с микроэлементами меди и марганца и препаратами на гуминовой основе Гумидар и Гумистим способствовало увеличению урожайности зерна озимой пшеницы на 0,5–

The introduction of a carbamide-ammonia mixture together with trace elements of copper and manganese and humic-based preparations Gumidar and Gumistim contributed to an increase in winter wheat grain yield by 0,5–5,9 c/ha,