

ЭКОЛОГИЯ

Оригинальная научная статья

УДК 631.95: 633.13: 631.8

<https://doi.org/10.26897/2949-4710-2024-2-3-44-51>



Агроэкологическая и экономическая оценка применения нетрадиционных удобрений в посевах овса

Леонова Юлия Валерьевна¹, Овчаренко Ярослав Эдуардович¹, Тихонова Мария Васильевна²

¹ Калужский филиал Российского государственного аграрного университета –
МСХА им. К.А. Тимирязева, Калуга, Россия

² Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва, Россия

Автор, ответственный за переписку: Тихонова Мария Васильевна; tmv@rgau-msha.ru

Аннотация

Актуальность темы исследований обусловлена необходимостью решения проблемы утилизации отходов – в частности, осадков городских сточных вод, а также поиском путей повышения эффективности сельскохозяйственного производства. Обе задачи могут быть решены путем использования осадков сточных вод в качестве удобрений при выращивании сельскохозяйственных культур. При этом почвенный путь утилизации осадков сточных вод в сравнении с традиционными способами более экономичен и не требует дополнительных площадей, однако он ведет к накоплению в получаемой продукции тяжелых металлов, что в свою очередь требует принятия мер по обеспечению их содержания не выше ПДК. Представленная статья содержит результаты анализа применения нетрадиционных удобрений (осадков сточных вод и препарата «Гумитон») при выращивании овса, а также получаемых при этом показателей экологической и экономической эффективности. Рассмотрены используемые виды нетрадиционных удобрений и их основные характеристики. Отмечается, что осадки сточных вод по своему составу приближаются к другим видам органических удобрений. Препарат «Гумитон» является оригинальной разработкой на основе торфа. Приведены результаты применения указанных нетрадиционных удобрений и показатели, их характеризующие, – такие, как урожайность, качество зерна, содержание в зерне тяжелых металлов. Рассматривается, в том числе, влияние нетрадиционных удобрений на урожайность овса, качество зерна, содержание в зерне тяжелых металлов. Также сопоставляется получаемый при применении нетрадиционных удобрений экономический эффект. В статье отмечается, что в целом влияние нетрадиционных удобрений на получаемую продукцию является положительным, зерно экологически безопасно. Также целесообразность их использования подтверждается полученным экономическим эффектом. Определены сочетания использования традиционных и нетрадиционных удобрений, позволяющие максимизировать экономические показатели и обеспечить необходимый уровень качества зерна.

Ключевые слова

нетрадиционные удобрения, осадки сточных вод, «Гумитон», тяжелые металлы, овес, урожайность

Для цитирования

Леонова Ю.В., Овчаренко Я.Э., Тихонова М.В. Агроэкологическая и экономическая оценка применения нетрадиционных удобрений в посевах овса // *Тимирязевский биологический журнал*. 2024. Т. 2, № 3. С. 44-51. <https://doi.org/10.26897/2949-4710-2024-2-3-44-51>

ECOLOGY

Original article

<https://doi.org/10.26897/2949-4710-2024-2-3-44-51>



Agroecological and economic assessment of non-traditional fertilizer application in oat crops

Julia V. Leonova¹, Yaroslav E. Ovcharenko¹, Marya V. Tikhonova²

¹ Kaluga Branch of Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Kaluga, Russia

² Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

Corresponding author: Maria V. Tikhonova; tmv@rgau-msha.ru

Abstract

The relevance of the research topic is due to the need to solve the problem of waste disposal, especially urban sewage sludge, as well as the search for ways to improve the efficiency of agricultural production. Both tasks can be solved

by using sewage sludge as a fertilizer for growing crops. At the same time, soil disposal is more economical than traditional methods and does not require additional land, but it leads to accumulation of heavy metals in the resulting products, which in turn requires measures to ensure that their content does not exceed the MAC. The article contains the results of the analysis of the use of non-traditional fertilizers (sewage sludge and Humiton preparation) in oat cultivation, as well as the resulting indicators of environmental and economic efficiency. Used types of non-traditional fertilizers and their main characteristics are considered. It is noted that sewage sludge in its composition is close to other types of organic fertilizers. Humiton preparation is an original development on the basis of peat. The results of application of the mentioned non-traditional fertilizers and the indicators characterizing them, such as yield, grain quality, content of heavy metals in grain, are presented. The influence of non-traditional fertilizers on oat yield, grain quality, heavy metal content in grain is considered. The economic efficiency obtained by using non-traditional fertilizers is also compared. The article concludes that, in general, the effect of non-traditional fertilizers on the resulting products is positive, the grain is environmentally safe. The expediency of their use is also confirmed by the economic effect obtained. Combinations of application of traditional and non-traditional fertilizers, which allow to maximize economic indicators and to ensure the required level of grain quality, are determined.

Keywords

non-traditional fertilizers, sewage sludge (SS), Humiton, heavy metals, oats, yield

Conflict of interests

The authors declare no conflicts of interest.

For citation

Leonova J.V., Ovcharenko Ya.E., Tikhonova M.V. Agroecological and economic assessment of non-traditional fertilizer application in oat crops. *Timiryazev Biological Journal*. 2024;2(3):44-51. <https://doi.org/10.26897/2949-4710-2024-2-3-44-51>

Введение Introduction

В современный период важнейшей проблемой, стоящей перед человеческим обществом, является рост объемов отходов, к которым относятся, в том числе, осадки городских сточных вод (ОСВ). Для их утилизации и обеззараживания могут применяться различные способы, наиболее распространенным среди которых является захоронение на полигонах. Использование этого способа сопряжено с рядом недостатков: в частности, полигоны могут занимать значительные площади с их последующим отчуждением, в теле полигона образуется свалочный фильтрат, в дальнейшем загрязняющий поверхностные и подземные воды и являющийся опасным для окружающей среды и здоровья людей. Также полноценная утилизация отходов требует высоких затрат.

В этой связи применительно к осадкам сточных вод могут использоваться альтернативные способы их утилизации – такие, как внесение в почву в качестве удобрений [1]. Осадки сточных вод по своему составу приближаются к другим видам органических удобрений, содержание элементов питания растений в них составляет по азоту общему 2,4-3,3%, по фосфору – 5,5-6,7%, по калию – 0,4-0,6%. Содержание органических веществ в них составляет около 45% [2, 3].

Серьезной проблемой, ограничивающей возможности использования осадков сточных вод в качестве удобрений, является наличие в них примесей токсичных органических и минеральных веществ – в частности, соединений тяжелых металлов. Поэтому применяя ОСВ как удобрения,

необходимо определять пути снижения количества поступающих тяжелых металлов в получаемую продукцию [4, 5]. В числе таких путей – применение цеолитов и органических удобрений, проведение известкования и глинования почвы, возделывание технических культур. Также может применяться так называемое «биологическое разбавление», при котором один и тот же объем тяжелых металлов приходится на большее количество получаемой продукции, что снижает их концентрацию до предельно допустимого уровня [6].

В свою очередь, обеспечить рост урожайности можно за счет традиционных способов – прежде всего таких, как использование научно-обоснованных систем земледелия, внесение удобрений и препаратов, положительно влияющих на растения и их рост [7]. К числу таких препаратов относятся препараты, разработанные на основе гуминовых кислот и выступающие как естественные регуляторы роста растений – такие, как «Гумитон» [8, 9].

«Гумитон» является высокоэффективным органоминеральным удобрением, созданным на основе биологически активных компонентов торфа. Он содержит следующие вещества (в процентном выражении): N – 10-12%; P₂O₅ – 20-24%; K₂O – 27-30%; Ca – 0,5%; Mg – 0,2%; B – 0,2%; Mo – 0,1%; Mn – 0,1%. Также «Гумитон» содержит около 20% органических веществ, в том числе водорастворимые гуматы калия в объеме 11-14%. Основным сырьем для производства являются препараты низинные торфа, в качестве гуматсодержащего сырья используются бурый уголь и сапропель. Применение органоминерального комплекса «Гумитон» повышает иммунитет растений, эффективность корневого питания, в результате повышаются

урожайность и качество производимой сельскохозяйственной продукции [8].

Цель исследований: провести анализа применения нетрадиционных удобрений (осадков сточных вод и препарата «Гумитон») при выращивании овса, а также получаемых при этом показателей экологической и экономической эффективности.

Методика исследований

Research method

В ходе исследований применялось внесение NPK, осадков сточных вод (отдельно), препарата «Гумитон» (отдельно), NPK и препарата «Гумитон» совместно, осадков сточных вод и препарата «Гумитон» совместно при выращивании зерновых культур (овес сорта «Привет»). Проведена оценка таких показателей, как урожайность, качество зерна овса, содержание в зерне тяжелых металлов. Также оценивалась экономическая эффективность применения нетрадиционных удобрений и препарата «Гумитон» с помощью показателей чистого дохода и уровня рентабельности.

Препаратом «Гумитон» проводилась поверхностная (листовая) обработка вегетирующих растений методом опрыскивания в фазах кущения-выхода в трубку. Норма внесения составляла 1 л препарата в расчете на 300 л воды на 1 га. Осадки сточных вод вносились в почву перед весенней вспашкой в объеме 15 т/га сухого вещества. В соответствии с протоколом испытаний ОСВ содержали тяжелые металлы в следующей концентрации: свинец – $27,78 \pm 3,33$ мг/кг, кадмий – $7,75 \pm 0,93$ мг/кг.

Содержание тяжелых металлов в зерне овса определялось методом атомно-абсорбционной спектроскопии с атомизацией в графитовой печи с предварительной минерализацией пробы при повышенном давлении в Тульской

испытательной лаборатории ФГБУ «ВНИИЗЖ». Оценка качества зерна проводилась инфракрасным анализатором ИНФРАСКАН-105, путем измерения коэффициентов диффузного отражения специально подготовленных проб анализируемого вещества в ближней инфракрасной области спектра и последующего расчета определяемых показателей по градуировочным уровням. Полевой опыт проводился на Опытном поле Калужского филиала РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Опыт был заложен в 3-кратной повторности, расположение делянок – трехъярусное, размещение вариантов опыта – систематическое.

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

Результаты анализа влияния нетрадиционных удобрений (осадков сточных вод и органоминерального препарата «Гумитон») на урожайность овса в сравнении с контрольным вариантом и применением NPK представлены на рисунке 1.

Применение органоминерального препарата «Гумитон» позволило увеличить урожайность зерна на 27,9%, ОСВ – на 54%. Максимальная урожайность зерна овса была получена при совместном применении NPK и препарата «Гумитон». В данном варианте она составила 23,6 ц/га, что на 112,6% выше урожайности в контрольном варианте (без внесения удобрений).

Проведем анализ качественных показателей зерна в разных вариантах (табл. 1).

Приведенные в таблице 1 данные о качестве зерна овса свидетельствуют о том, что наибольшее содержание белка наблюдалось при использовании препарата «Гумитон». Совместное применение препарата «Гумитон» и осадков сточных вод дало практически тот же результат. Максимальное содержание клетчатки в зерне получено при использовании осадков сточных вод, также близкие

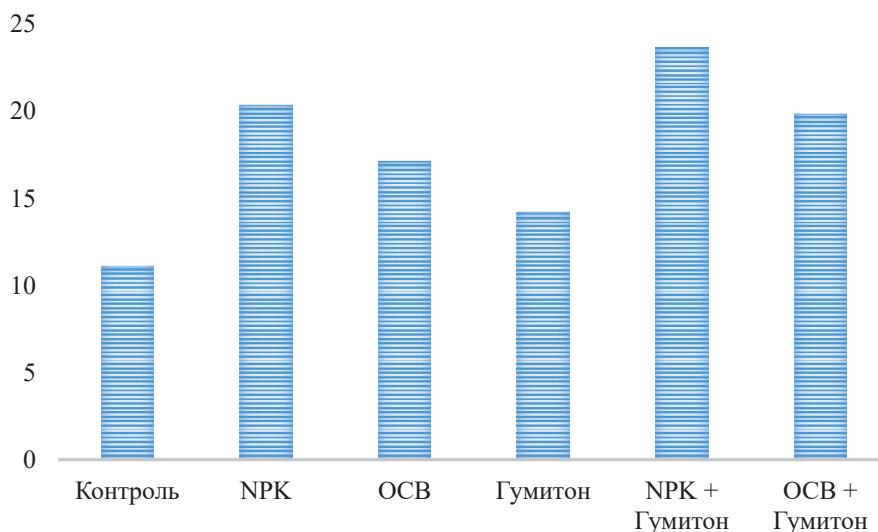


Рис. Влияние нетрадиционных удобрений на урожайность овса, ц/га

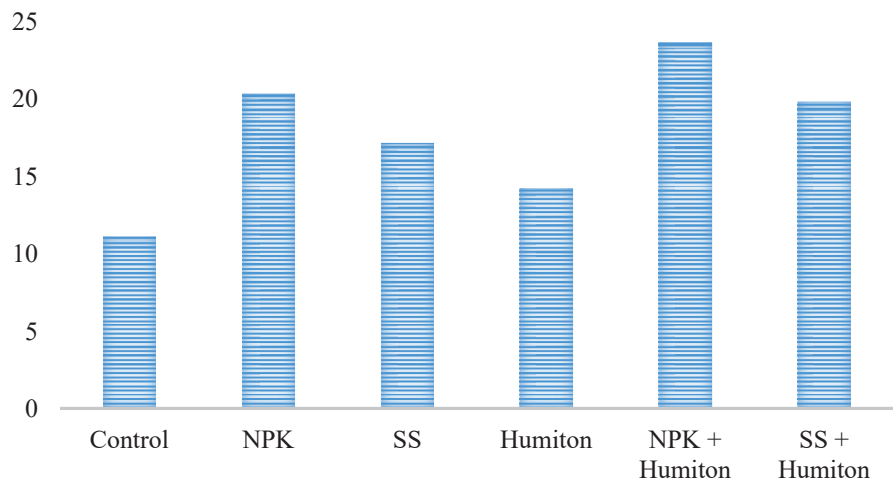


Fig. Effect of non-traditional fertilizers on oat yields, hwt/ha

Таблица 1

Качество зерна овса в условиях применения нетрадиционных удобрений

Вариант опыта	Показатели		
	Белок, %	Клетчатка, %	Зола, %
Контроль	7,2	11,9	4,5
ОСВ	7,1	12,0	4,2
Гумитон	7,6	11,7	4,8
ОСВ + Гумитон	7,2	11,6	4,6
НСП ₀₅	0,1	0,3	0,1

Table 1

Oat grain quality when applying non-traditional fertilizers

A variant of the experiment	Indicators		
	Protein, %	Fiber, %	Ash, %
Control	7.2	11.9	4.5
SS	7.1	12.0	4.2
Humiton	7.6	11.7	4.8
SS + Humiton	7.2	11.6	4.6
SSD ₀₅	0.1	0.3	0.1

результаты получены при совместном использовании ОСВ и «Гумитона». Похожим образом изменяется по вариантам содержание золы в зерне: максимальное значение – 4,8% при использовании препарата «Гумитон».

В результате испытаний зерна овса на предмет содержания тяжелых металлов получены данные, отраженные в таблице 2.

При использовании в качестве удобрения осадков сточных вод в зерне овса обнаруживаются тяжелые металлы в концентрации ниже допустимого уровня. Содержание кадмия составляет 0,04 мг/кг, что в 2,5 раза ниже допустимого уровня; содержание свинца также меньше предельно допустимого уровня на 28% и составляет 0,36 мг/кг. При совместном применении органоминерального препарата «Гумитон» и осадков сточных вод содержание тяжелых металлов в зерне овса уменьшается до значений ниже уровня, определение которого обеспечивает данный метод.

Важнейшим экономическим результатом хозяйственной деятельности является чистый доход, или прибыль, получаемая после реализации произведенной продукции. Применение удобрений нетрадиционных типов также направлено на повышение экономических результатов. В настоящих исследованиях проведен анализ показателей экономической эффективности использования осадков

сточных вод в качестве удобрений, в том числе в сочетании с препаратом «Гумитон», а также применения препарата «Гумитон» отдельно и в сочетании с NPK (табл. 3). Цена реализации продукции принята одинаковой для всех вариантов и составляет 2300 руб/ц.

По данным таблицы, наибольшая урожайность была достигнута при использовании в качестве удобрения NPK в сочетании с обработкой препаратом «Гумитон» – 23,6 ц/га. Несколько меньшее значение урожайности достигнуто при использовании только NPK – 20,3 ц/га. Также в варианте использования NPK + «Гумитон» были понесены наибольшие производственные затраты, которые составили 3976,36 тыс. руб. При этом значение чистого дохода в данном варианте составило 1451,64 тыс. руб. Но максимальный уровень рентабельности получен при использовании только препарата «Гумитон» – 45,7%. Уровень рентабельности более точно отражает эффективность использования каждой единицы ресурса – в данном случае стоимостной единицы затрат на выращивание овса, тогда как общий экономический эффект больше в другом варианте за счет большей урожайности и максимальной стоимости валовой продукции. Минимальное значение чистого дохода (382,15 тыс. руб.) получено при использовании ОСВ. Это значение меньше, чем чистый

Таблица 2

Результаты испытаний зерна на предмет содержания тяжелых металлов при применении нетрадиционных удобрений

Тяжелый металл	Результат испытания по вариантам опыта, мг/кг		Погрешность (неопределенность)	Норматив, мг/кг
	ОСВ	контроль, ОСВ + Гумитон		
Кадмий	0,04	не обнаружено на уровне определения метода (менее 0,03)	± 0,01	≤ 0,1
Свинец	0,36	не обнаружено на уровне определения метода (менее 0,08)	± 0,14	≤ 0,5

Table 2

Results of grain testing for heavy metal content when applying non-traditional fertilizers

Heavy metal	The result of the test according to the variants of the experiment, mg/kg		Error (uncertainty)	Standard, mg/kg
	SS	control, SS + Humiton		
Cadmium	0.04	not detected at the method definition level (less than 0.03)	± 0.01	≤ 0.1
Plumbum	0.36	not detected at the method definition level (less than 0.03)	± 0.14	≤ 0.5

Таблица 3

Экономическая эффективность применения нетрадиционных удобрений

Показатель	1	2	3	4	5	4
	Контроль	NPK	ОСВ	Гумитон	NPK + Гумитон	ОСВ + Гумитон
1. Урожайность, всего, ц/га	11,10	20,30	17,10	14,20	23,60	19,80
2. Площадь, га	100	100	100	100	100	100
3. Валовый сбор, всего, ц	1110	2030	1710	1420	2360	1980
4. Производственные затраты, тыс. руб.	2110,62	3837,02	3550,85	2241,60	3976,36	3571,43
5. Себестоимость 1 ц продукции, руб.	1901,46	1890,16	2076,52	1578,59	1684,90	1803,75
6. Цена продукции, руб/ц	2300	2300	2300	2300	2300	2300
7. Стоимость валовой продукции, всего, тыс. руб.	2553	4669	3933	3266	5428	4554
8. Чистый доход, тыс. руб.	442,38	831,98	382,15	1024,40	1451,64	982,57
9. Уровень рентабельности, %	21,0	21,7	10,8	45,7	36,5	27,5

Table 3

Economic efficiency of non-traditional fertilizer application

Indicator	1	2	3	4	5	4
	Control	NPK	SS	Humiton	NPK + Humiton	SS + Humiton
1. Total yield, hwt/ha	11.10	20.30	17.10	14.20	23.60	19.80
2. Area, ha	100	100	100	100	100	100
3. Total gross harvest, hwt	1110	2030	1710	1420	2360	1980
4. Production costs, thousand. RUB	2110.62	3837.02	3550.85	2241.60	3976.36	3571.43
5. The cost of 1 hundredweight of products, RUB.	1901.46	1890.16	2076.52	1578.59	1684.90	1803.75
6. Product price, RUB/hwt	2300	2300	2300	2300	2300	2300
7. The cost of gross output total, thousand. RUB	2553	4669	3933	3266	5428	4554
8. Net income, thousand. RUB	442.38	831.98	382.15	1024.40	1451.64	982.57
9. Level of profitability, %	21.0	21.7	10.8	45.7	36.5	27.5

доход в контрольном варианте, когда он составил 442,38 тыс. руб. Также при использовании только ОСВ получен минимальный уровень рентабельности – 10,8%. Это связано с тем, что использование ОСВ вызывает существенный рост затрат (на 68,2%). При этом валовый сбор зерна возрастает в меньшей степени – на 54%, то есть внесение ОСВ без использования других удобрений или препаратов экономически нецелесообразно. С точки зрения максимизации валового сбора зерна и чистого дохода на посевах овса наиболее выгодно применять сочетание NPK + «Гумитон», а исходя из наибольшего уровня рентабельности – только препарат «Гумитон». Также можно отметить, что высокие значения урожайности не всегда означают получение столь же высоких значений показателей экономической эффективности, поскольку сопряжены со значительными затратами на удобрения и препараты, отдача от которых не покрывает затрат на их приобретение, доставку и внесение.

Список источников

1. Васильева В.А., Сюняев Н.К., Филиппова А.В. Сравнительная эффективность доз применения осадков сточных вод при создании обыкновенных газонов // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2014. № 5 (49). С. 157-158. EDN: TBRQQZ
2. Леонова Ю.В., Слипец А.А. Агроэкологическая оценка влияния нетрадиционных удобрений на состояние плодородия дерново-подзолистых супесчаных почв Калужской области // *Мелиорация почв для устойчивого развития сельского хозяйства: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора Александра Филипповича Тимофеева, Киров, 26-27 февраля 2019 г.* Киров: Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. Ч. 2. С. 167-171. EDN: OKQXDY
3. Леонова Ю.В., Сюняева О.И. Агроэкологическая оценка применения отходов быта и производства в качестве удобрения овса // *Доклады ТСХА: Материалы Международной научной конференции, посвященной 175-летию К.А. Тимирязева, Москва, 6-8 декабря 2018 г.* Вып. 291. Ч. IV. Москва: Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2019. С. 674-678. EDN: LZGKCL
4. Кокорева В.В., Сюняева О.И., Слипец А.А. Влияние нетрадиционных удобрений на параметры плодородия дерново-подзолистой супесчаной почвы // *Материалы научно-практической конференции КФ РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева с международным участием, Калуга, 25 апреля 2018 г.* Калуга: ИП Якунин Алексей Викторович, 2018. Т. 12. С. 62-64. EDN: VMEZTI

Выводы

Conclusions

Использование ОСВ в качестве удобрения является весьма перспективным, так как позволяет снизить нагрузку на полигоны и одновременно повысить урожайность сельскохозяйственных культур. Ограничивающим фактором для их использования является содержание в ОСВ ТМ. При совместном применении ОСВ и органоминерального удобрения «Гумитон» в зерне овса ТМ не обнаруживаются, отмечена наибольшая урожайность исследуемой культуры. Максимальное содержание белка и зольных элементов в зерне овса выявлено при применении «Гумитона». При совместном применении нетрадиционных удобрений показатели качества зерна остаются на уровне контрольного варианта (без применения удобрений). Анализ экономической эффективности показывает, что с точки зрения максимизации чистого дохода следует применять сочетание NPK + «Гумитон», а наибольшее значение уровня рентабельности получается при использовании только препарата «Гумитон».

References

1. Vasilyeva V.A., Syunyaev N.K., Filippova A.V. Comparative effectiveness of doses of sewage sediments applied in tending of common lawns. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2014;5(49):157-158. (In Russ.)
2. Leonova Yu.V., Slipets A.A. Agroecological assessment of the effect of non-traditional fertilizers on the fertility of sod-podzolic sandy loam soils of the Kaluga region. *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchonnaya 100-letiyu so dnya rozhdeniya professora Aleksandra Filippovicha Timofeeva 'Melioratsiya pochv dlya ustoychivogo razvitiya selskogo khozyaystva'. February 26-27, 2019*. Kirov, Russia: Vyatka State Agrotechnological University, 2019:167-171. (In Russ.)
3. Leonova Yu.V., Syunyaeva O.I. Agroecological assessment of the use of household and industrial waste as fertilizer for oats. *Mezhdunarodnaya nauchnaya konferentsiya, posvyashchennaya 175-letiyu K.A. Timiryazeva. December 06-08, 2018*. Moscow, Russia: Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 2019:674-678. (In Russ.)
4. Kokoreva V.V., Syunyaeva O.I., Slipets A.A. Effect of non-traditional fertilizers on the fertility parameters of sod-podzolic sandy loam soil. *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya KФ RGAU-MSKhA imeni K.A. Timiryazeva s mezhdunarodnym uchastiyem. April 25, 2018*. Kaluga, Russia: IP Yakunin Aleksey Viktorovich, 2018;12:62-64. (In Russ.)

5. Петрова Л.И., Митрофанов Ю.И., Первушина Н.К. Приемы снижения техногенного загрязнения в агроландшафтах // *Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия: Сборник докладов XV Международной научно-практической конференции Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева», Курск, 28-29 мая 2020 г.* Курск: ФГБНУ «Курский ФАНЦ», 2020. С. 300-305. EDN: MVSDYB

6. Сулиман С.А., Абрамов А.Г., Шаламова А.А. Влияние регуляторов роста на качество плодов томата // *Овощи России*. 2020. № 1. С. 54-57. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-1-54-57>

7. Мишустин А.О., Щукин В.Б., Павлова О.Г., Ильясова Н.В. Формирование урожая яровой пшеницы при использовании регуляторов роста и удобрений на основе гуминовых кислот в технологии ее возделывания // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2022. № 1 (93). С. 9-14. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2022-93-1-9-14>

8. Ратников А.Н., Свириденко Д.Г., Арышева С.П., Семешкина П.С. Влияние нового органоминерального комплекса «Гумитон» на продуктивность и качество зерновых культур на различных типах почв // *Аграрный вестник Урала*. 2020. № 4(195). С. 29-37. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2020-195-4-29-37>

9. Бузылев А.В., Александров Н.А. Агроэкологическая оценка потенциала использования старопахотных земель с применением it-технологий на основе системы поддержки принятия решений // *Агрохимический вестник*. 2023. № 6. С. 84-88. <https://doi.org/10.24412/1029-2551-2023-6-016>

Сведения об авторах

Юлия Валерьевна Леонова, доцент, кандидат биологических наук, Калужский филиал Российского государственного аграрного университета – МСХА им. К.А. Тимирязева; 248007, Россия, Калужская обл., г. Калуга, ул. Вишневого, д. 27; e-mail: natrolit@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7522-5288>

Ярослав Эдуардович Овчаренко, доцент, кандидат экономических наук, Калужский филиал Российского государственного аграрного университета – МСХА им. К.А. Тимирязева; 248007, Россия, Калужская обл., г. Калуга, ул. Вишневого, д. 27; e-mail: sonado@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0603-5653>

Мария Васильевна Тихонова, заведующая кафедрой экологии, кандидат биологических наук, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: tmv@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9422-5846>

5. Petrova L.I., Mitrofanov Yu.I., Pervushina N.K. Techniques for reducing man-made pollution in agricultural landscapes. *XV Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya Kurskogo otdeleniya MOO "Obshchestvo pochvovedov imeni V.V. Dokuchayeva" 'Aktualnye problemy pochvovedeniya, ekologii i zemledeliya'.* May 28-29, 2020. Kursk, Russia: FGBNU "Kurskiy FANTS", 2020:300-305. (In Russ.)

6. Suliman A.A., Abramov A.G., Shalamova A.A. Effects of growth regulators on the quality of tomato fruits. *Vegetable Crops of Russia*. 2020;1:54-57. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-1-54-57>

7. Mishustin A.O., Shchukin V.B., Pavlova O.G., Ilyasova N.V. Formation of the harvest of spring wheat when using growth regulators and fertilizers based on humic acids in the technology of its cultivation. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2022;1(93):9-14. (In Russ.) <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2022-93-1-9-14>

8. Ratnikov A.N., Sviridenko D.G., Arysheva S.P., Semeshkina P.S. Effect of new organic-mineral complex "Gumiton" on the productivity and quality of crops on different soil types. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2020;4(195):29-37. (In Russ.) <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2020-195-4-29-37>

9. Buzylev A.V., Aleksandrov N.A. Agroecological assessment estimation of potential of old-arable lands use with application of IT-technologies based on DSS. *Agrochemical Herald*. 2023;6:84-88. (In Russ.) <https://doi.org/10.24412/1029-2551-2023-6-016>

Information about the authors

Julia V. Leonova, CSc (Bio), Associate Professor, Kaluga Branch of Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (27 Vishnevskogo St., Kaluga, 248007, Russian Federation); e-mail: natrolit@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7522-5288>

Yaroslav E. Ovcharenko, CSc (Econ), Associate Professor, Kaluga Branch of Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (27 Vishnevskogo St., Kaluga, 248007, Russian Federation); e-mail: sonado@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0603-5653>

Marya V. Tikhonova, CSc (Bio), Assistant Professor, Acting Head of the Department of Ecology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation); e-mail: tmv@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9422-5846>

Статья поступила в редакцию 06.08.2024
Одобрена после рецензирования 28.08.2024
Принята к публикации 31.08.2024

The article was submitted to the editorial office
August 06, 2024
Approved after reviewing August 28, 2024
Accepted for publication August 31, 2024