

УДК 638.87

4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений

ПЕРСПЕКТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ЛИЧИНКАМИ МУХИ ЧЕРНОЙ ЛЬВИНКИ (*HERMETIA ILLUCENS*)

Крылов Вадим Александрович
к.б.н., старший научный сотрудник
e-mail: kryloff.vadim2015@yandex.ru
Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, Нальчик, Россия

Крылова Марина Федоровна
специалист
e-mail: mari-masalova@yandex.ru
Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства», ФНЦ «ВНИТИП», Сергиев Посад, Россия

В статье рассмотрена возможность применения в растениеводстве альтернативных органических удобрений на основе переработки отходов личинками мухи Черной львинки. Органические удобрения (зоокомпост, зооогулус) представляют собой продукт, отличающийся от существующих традиционных удобрений технологией производства и содержащий в своем составе повышенное количество биогенных элементов. Цель работы – оценка органических удобрений на основе переработки личинок мухи Черной львинки (*Hermetia illucens*). Для достижения поставленной цели был заложен полевой опыт. Исследования проводились в 2020 – 2021 гг. в условиях Московской области. Почва опытного участка дерново-подзолистая на покровном суглинке. В качестве объекта исследования использовали гибрид кукурузы Машук (FAO 170). Изучаемые органические удобрения имели массовую долю органического вещества – 94,6 % и включали в своем составе содержание N – 25,11 %, P₂O₅ – 2,35 %, K₂O – 2,90 %. В опыте рассматривались следующие варианты с удобрениями: 1) Контроль (без удобрений); 2) N₁₀₅P₂₄K₂₄ (вариант хозяйства); 3) N₁₀₅P₂₄K₂₄ + 500 кг/га зоокомпоста; 4) 500 кг/га зоокомпоста. Производственный опыт в условиях Московской области помог выявить, что внесение зоокомпоста 500 кг/га с осени под кукурузу на силос способствует повышению выхода зеленой массы на 13,9 % и сырого протеина на 0,5 % относительно контрольных значений. Сочетание минеральных удобрений и зоокомпоста привело к увеличению урожайности кукурузы на 5,4 т/га и протеина на 0,8% по сравнению с вариантом без внесения удобрений. протеина на 0,8% по

UDC 638.87

4.1.3. Agrochemistry, agrosol science, plant protection and quarantine (agricultural sciences)

PROSPECTS FOR THE USE OF ORGANIC FERTILIZERS BASED ON WASTE PROCESSING BY BLACK SOLDIER FLY LARVAE (*HERMETIA ILLUCENS*)

Krylov Vadim Aleksandrovich
Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher
e-mail: kryloff.vadim2015@yandex.ru
Kabardino-Balkarian State University named after Kh.M. Berbekov, Nalchik, Russia

Krylova Marina Fedorovna
Specialist
e-mail: mari-masalova@yandex.ru
Federal Research Center "All-Russian Research and Technological Institute of Poultry Farming", FNC "VNITIP", Sergiev Posad, Russia

The article considers the possibility of using alternative organic fertilizers in crop production based on the processing of waste by the larvae of the Black soldier fly. Organic fertilizers (zoocompost, zoohumus) are a product that differs from existing traditional fertilizers in their production technology and contains an increased amount of biogenic elements. The aim of the study is to evaluate organic fertilizers based on the processing of the larvae of the Black soldier fly (*Hermetia illucens*). To achieve this goal, a field experiment was established. The research was conducted in 2020-2021 in the Moscow region. The soil of the experimental plot was sod-podzolic on cover loam. The Mashuk corn hybrid (FAO 170) was used as the object of the study. The studied organic fertilizers had a mass fraction of organic matter of 94.6% and included in their composition the content of N - 25.11%, P₂O₅ - 2.35%, K₂O - 2.90%. The following fertilizer options were considered in the experiment: 1) Control (no fertilizers); 2) N₁₀₅P₂₄K₂₄ (farm option); 3) N₁₀₅P₂₄K₂₄ + 500 kg/ha of zoocompost; 4) 500 kg/ha of zoocompost. Production experience in the Moscow region helped to reveal that the application of 500 kg/ha of zoocompost in the fall under corn for silage contributes to an increase in the yield of green mass by 13.9% and crude protein by 0.5% relative to the control values. The combination of mineral fertilizers and zoocompost led to an increase in corn yield by 5.4 t/ha and protein by 0.8% compared to the option without fertilizer application. protein by 0.8% compared to the option without fertilizer application

сравнению с вариантом без внесения удобрений

Ключевые слова: ОРГАНИЧЕСКИЕ УДОБРЕНИЯ,
ЧЕРНАЯ ЛЬВИНКА, КУКУРУЗА,
УРОЖАЙНОСТЬ, ПРОТЕИН

Keywords: ORGANIC FERTILIZERS, BLACK
SOLDIER FLY, CORN, YIELD, PROTEIN

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-221-013>

Введение.

Использование экстенсивных технологий возделывания культур на фоне изменения климата и экономической нестабильности, приводит к снижению рентабельности производства и деградации компонентов агроэкосистемы [1–4]. Одним из решений в складывающейся ситуации является применение удобрений, в том числе полученных с использованием новых технологий и альтернативных источников [5–7].

Вступивший в силу Федеральный закон от 14 июля 2022 года «О побочных продуктах животноводства и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» направлен главным образом на эффективное управление отходами животноводства. Это позволяет получать новые продукты с добавленной стоимостью и поддерживать плодородие почв за счет агротехнологического потенциала удобрений [8].

Перспективным в этом направлении могут стать органические удобрения полученные на основе переработки личинками мух. Способ получения органических удобрений с использованием личинок является достаточно новым в сфере АПК. Получение такого вида удобрений способно повысить количественные и качественные показатели сельскохозяйственных культур, восстановить техногенно–нарушенных почв и улучшить фитосанитарную обстановку почв [9,10]. Несмотря на имеющиеся научные публикации по данной тематики, их количество ограничено, а результаты об эффективности зоокомпоста в условиях производственного опыта на основных полевых культурах единичны.

<http://ej.kubagro.ru/2026/07/pdf/13.pdf>

Цель исследований – оценка органических удобрений на основе переработки личинками мухи Черной львинки (*Hermetia illucens*) в условиях Московской области.

Методика исследований.

Полевой опыт по изучению эффективности зоокомпоста был проведен в 2020–2021 гг. в условиях Московской области. Погодные условия в наблюдаемый период складывались неоднозначно, а в определенный интервал времени были экстремальными. В частности, температура в 2020 г. по сравнению с многолетними значениями была ниже на 1–2 °С за исключением июня месяца. Среднесуточная температура воздуха в 2021 г. была выше нормы на 1–3,6 °С. Количество выпавших осадков в мае месяце за два исследуемых года была выше нормы, а в последующие месяцы наблюдался их дефицит. В 2020 за период июнь–август сумма осадков составила 20 мм, в то время как, сумма многолетних значений отмечается на уровне 251 мм. В 2021 г. количество осадков в июне–июле было ниже многолетних в 2 раза.

Почва участка – дерново-подзолистая среднесуглинистая на покровном суглинке. Пахотный слой мощностью 20–22 см характеризовался следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса – 2,1-2,3 %

ГОСТ 26213-2021, подвижного фосфора – 95-101 мг/кг почвы, подвижного калия – 69-72 мг/кг почвы ГОСТ 54650-2011, реакция среды – $pH_{(KCl)}$ 5,6-5,8 ГОСТ 58594-2019.

В опыте использовался гибрид кукурузы – Машук ФАО 170. Глубина посева 4-5 см. Норма высева 80 тыс. семян/ га.

Схема минерального питания кукурузы включала в себя: $N_{24}P_{24}K_{24}$ кг/га под осень перепахку (в качестве формы удобрения была выбрана азофоска), N_{35} кг/га при посеве (форма - аммиачная селитра), N_{46} кг/га в подкормку – (форма - карбамид). Зоокомпост (на основе отходов мясного

производства) вносили осенью в качестве основного удобрения под вспашку. Взятая доза зоокомпоста 500 кг/га была рассчитана, на основании предварительных модельных опытов и как альтернатива гранулированному куриному помету, где доза внесения в производственных условиях под сельскохозяйственные культуры составляет 300-600 кг/га.

Опыт проводился на базе ООО «Русмолоко», Московской области. Площадь каждого варианта составляла 5 га. Уборка кукурузы проводилась механизированным способом с помощью кормоуборочного комбайна CLASS Jaguar. Определение сырого протеина осуществлялось согласно ГОСТ 13496.4-2019.

Результаты и обсуждение.

Использование инструментальных методов анализа при определении физико-химических показателей органических удобрений выявило, что полученный зоокомпост характеризовался нейтральной реакцией среды, высоким содержанием органического вещества, относительно низкой массовой долей влаги. Содержание фосфора и калия соответствовало традиционным органическим удобрениями (навоз, помет), а процент азота отмечался как высокий – 25 %.

Таблица 1. Физико-химический состав органических удобрений на основе переработки личинок Черной львинки

Наименование показателя	Ед. измерения	Результат испытаний	Метод испытаний
Массовая доля золы	%	5,4	ГОСТ 26714-85
Массовая доля влаги	%	10,6	ГОСТ 26714-85
Содержание сухого вещества	%	89,4	ГОСТ 26714-85
рН	Ед.	6,5	ГОСТ 27979-88
Массовая доля органического вещества (в пересчете на сухое вещество)	%	94,6	ГОСТ 27979-88
Массовая доля общего азота (в пересчете на сухое вещество)	%	25,11	ГОСТ 26717-85
Массовая доля фосфора (на исходную влажность, в пересчете на P ₂ O ₅)	%	2,35	ГОСТ 26717-85
Массовая доля калия (на исходную влажность, в пересчете на K ₂ O)	%	2,90	ГОСТ 26717-85

Исходя из представленных данных (таблица 2) видно, что внесение только одного зоокомпоста способствовало повышению урожайности в отдельные годы на 14–15% относительно варианта без удобрений. Показатели продуктивности кукурузы на варианте органической системы уступают минеральной системе (вариант хозяйства) в среднем на 1,7 т/га.

Таблица 2. Влияние удобрений на урожайность зелёной массы кукурузы и содержание сырого протеина

Вариант	Урожайность з.м., т/га	Прибавка, т/га	Содержание сырого протеина, %	Прибавка, %
вегетационный период 2020 года				
Контроль (без удобрений)	17,7	-	7,6	-
N ₁₀₅ P ₂₄ K ₂₄ (вариант хозяйства)	21,8	4,1	8,0	0,4
N ₁₀₅ P ₂₄ K ₂₄ + 500 кг/га зоокомпоста	22,7	5,0	8,2	0,6
500 кг/га зоокомпоста	20,2	2,5	7,8	0,2
НСР ₀₅	1,0	-		
вегетационный период 2021 года				
Контроль (без удобрений)	19,5	-	7,8	-
N ₁₀₅ P ₂₄ K ₂₄ (вариант хозяйства)	24,5	5,0	8,4	0,6
N ₁₀₅ P ₂₄ K ₂₄ + 500 кг/га зоокомпоста	25,3	5,8	8,8	1,0
500 кг/га зоокомпоста	22,5	3,0	8,1	0,3
НСР ₀₅	0,8	-		

Максимальная урожайность кукурузы на зеленую массу отмечается в варианте совместного внесения органических и минеральных удобрений – 2020 – 22,7 т/га, 2021 – 25,3 т/га. Однако существенных изменений за 2 года исследований между вариантами минеральной и органо–минеральной системы по урожайности кукурузы не зафиксировано.

Помимо количественных характеристик внесение различных удобрений повлияло на содержание сырого протеина в кукурузе. Так минимальное его содержание – 7,6–7,8% уставлено на варианте без

удобрений, а максимальные значения зафиксированы на варианте совместного применения зоокомпоста с минеральными удобрениями – 8,2–8,8%. Внесение с осени органических удобрений незначительно повысило содержание протеина в зеленой массе кукурузы на 0,2–0,3% относительно контроля. Стоит предположить, что внесение органических удобрений на основе отходов переработки личинок мухи Черной львинки привело к изменению количественных показателей кукурузы главным образом, за счет активации биологических свойств почвы.

Содержание основных элементов питания в органических удобрениях может варьироваться в широком интервале и изменяться в зависимости от вида и формы исходного сырья. Так содержание N может изменяться в интервале 0,5–6,0 %, P_2O_5 – 0,2–4,5 %, K_2O – 0,5–4,0 [11–14]. В обзорной статье подмечено, что удобрения образующийся после биоконверсии органических субстратов с использованием личинок *Hermetia illucens*, содержит высокое количество биогенных элементов и может использоваться в качестве удобрения или грунта для выращивания комнатных растений и сельскохозяйственных культур [15]. Изучаемые удобрения в работе превосходят имеющие органические удобрения по азоту в 4–50 раз, а по фосфору и калия укладываются интервал средних значений.

Важно отметить, что содержащиеся элементы питания азота и фосфора в органических удобрениях находятся в составе сложных органических соединений (белков, аминокислот, амидов, полипептидов, нуклеиновых кислот, фосфопротеидов, фосфолипидов и т.д.). Калий в удобрениях присутствует в виде обменных катионов. Доступность элементов питания из органических удобрений для растений обусловлена процессом минерализации, который происходит под действием почвенного микробиома и ферментов [16]. Данные особенности определяют пролонгированный характер действия органических

удобрений в течение вегетации и их последствие на последующие культуры в севообороте. Стоит предположить, что основные элементы питания в исследуемых удобрениях, полученные из отходов мясного производства, находятся в составе сложных высокомолекулярных соединениях. На их доступность для растений будет влиять скорость прохождения биологических процессов в почве.

В ряде отечественных работ [17–22] при сравнении различных систем удобрений отмечается, что минеральная система удобрений превосходит органическую по влиянию на количественные и качественные показатели растений. Это связано с наибольшей доступностью элементов питания из минеральных удобрений. Наилучшие результаты в большинстве случаев достигаются при совместном применении органических и минеральных удобрений. Также на действие различных удобрений оказывают влияние почвенные, климатические и агротехнические факторы.

В работах зарубежных исследователей при использовании органических удобрений на основе переработки отходов личинками мух отмечался положительный эффект на растения и почву. Полевые испытания, проведённые в Республике Кении на кукурузе в течении двух сезонов показали, что удобрения, полученные путем переработки личинками мух и в дозе эквивалентно 100 кг/га азоту по д.в. превосходили по урожайности варианты с применением биогумуса и мочевины на 27 % и 7 % соответственно. Также отмечалось увеличение поглощения кукурузой азота и содержание хлорофилла в листьях на варианте с применением зоокомпоста относительно остальных вариантов опыта. В данном эксперименте для получения удобрений личинки перерабатывали субстрат из пивных дробин. На выходе удобрения содержали N – 2,10 %, P_2O_5 – 1,16%, K_2O – 0,17 % [23]. Эксперимент проведенный в национальном агрономическом институте Туниса выявил положительный результат

зоокомпоста на урожайность пшеницы. В качестве переработки исходного сырья использовали растительный компост. Химический состав удобрений содержал N – 3,11 %, P_2O_5 – 3,83%, K_2O – 3,29 %. Проведенный вегетационный эксперимент показал, что внесение удобрений с использованием личинок мух в дозах 7, 15 и 30 т/га повышает продуктивность пшенице относительно контрольного варианта и вариантов с навозом в том же эквиваленте внесения. Содержание азота и фосфора в растениях пшенице возрастало по мере увеличения доз двух исследуемых удобрений. Существенное увеличение калия в растениях отмечено на вариантах с удобрениями полученные с использованием личинок мух 15 т/га и низких доз внесения навоза 7 т/га [24]. В недавно проведенных исследованиях подмечается, что для успешного внедрения в производство органических удобрений, полученных при переработке сырья личинками мух, необходимо основываться на принципе «доза-эффект» и иметь адаптивный подход внесения удобрений в разных климатических условиях [25].

Полученные результаты в исследовании согласуются с ранее проведенными работами.

Выводы.

1. Переработка отходов мясного производства с использованием личинок мух Черной львинки способствует получение органических удобрений с высоким содержанием биогенных элементов N – 25,11 %, P_2O_5 – 2,35 %, K_2O – 2,90 %.
2. Внесение удобрений на основе переработки личинок мухи Черной львинки в дозе 500 кг/га обеспечило увлечение зеленой массы кукурузы на 2,8 т, а содержание протеина на 0,3 % относительно контрольного варианта. Максимальная урожайность и содержание сырого протеина в опыте достигнута при использовании оргоно–

минеральной системы удобрений 22,7–25,3 т/га и 8,2–8,8 % соответственно варианта без внесения удобрений.

3. Следует продолжить исследования органических удобрений, полученных путем переработки растительного и мясного сырья личинками мухи Черной львинки в разных почвенно-климатических условиях.

Список литературы

1. Хитров Н.Б., Иванов А.Л., Завалин А.А., Кузнецов М.С. Проблемы деградации, охраны и пути восстановления продуктивности земель сельскохозяйственных назначений // Научные и образовательные аспекты развития АПК. Вестник Орел ГАУ. – 2007. – Т. 6. – С. 29–32.
2. Цветнов Е.В., Макаров О.А., Строков А.С., Цветнова О.Б. Роль почв в оценке деградации земель (обзор) // Почвоведение. – 2021. – № 3. – С. 363–371.
3. Краснощеков В.Н., Ольгаренко Д.Г., Рожкова О.Н. Изменение климата и сельское хозяйство России: Проблемы и решения // Природообустройство. – 2017. – № 2. – С. 80–88.
4. Крылов В.А., Мамонтов В.Г., Лазарев В.И., Рыжков О.В. Влияние различного землепользования на элементный состав лабильных гумусовых веществ чернозема типичного Курской области // Почвоведение. – 2022. – № 8. – С. 981–989.
5. Еськов А.И., Лукин С.М., Мерзлая Г.Е. Современное состояние и перспективы использования органических удобрений в сельском хозяйстве // Плодородие. – 2018. – №1. – С. 20–23.
6. Шеуджен А.Х., Гуторова О.А., Хурум Х.Д., Ашинов Ю.Н. Изменение свойств лугово-черноземной почвы рисового агроценоза при применении удобрений // Плодородие. – 2023. – №2. – С. 80–82.
7. Тычинская И.Л., Панарина В.И. Применение органических удобрений в решении проблем экологизации и продовольственной безопасности страны // Вестник аграрной науки. – 2021. – С. 64–74.
8. Крылов В.А., Занилов А.Х., Козлов А.В., Крылова М.Ф., Хахунова М.М. Агротехнологический потенциал использования птичьего помета в России // Птица и птицепродукты. – 2025. – № 4. – С. 65–68.
9. Пендюрин Е.А., Смоленская Л.М., Сапронова Ж.А., Бомба И.В. Зоокомпост – решение проблемы органических отходов и материал для ремедиации почв, загрязненных тяжелыми металлами // Агрохимия. – 2024. – № 2. – С. 79–83.
10. Лаврищев И.Е., Петров А.Ф., Мирошников П.Н., Краснов С.В., Рыбцов С.А., Староконь М.Е. Зоогумус как перспективное средство повышения плодородия сельскохозяйственных земель Сибири // Вестник университета биотехнологий. – 2024. – № 3. – С. 65–72.
11. Шеуджен А.Х. Агрохимия: учебник / А.Х. Шеуджен. – Майкоп: ОАО «Полиграф-Юг», 2023. – 612 с.
12. Сахаров А.Ю., Коваленко П.С. Сравнительная оценка органических удобрений на основе побочных продуктов животноводства при различных способах их переработки // Российский журнал нал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». – 2025. – № 1 (53). – С. 117–124.

13. Пендюрин Е.А., Святченко А.В., Рыбина С.Ю., Солнцев П.И. Зоокомпост личинок мухи Черная львинка как биостимулятор роста растений // Вестник аграрной науки. – 2025. – № 5 (116). – С. 21–30.
14. Теучеж А.А. Применение птичьего помета в качестве органических удобрений // Политематическом сетевом электронном научном журнале Кубанского государственного аграрного университета», Научный журнал КубГАУ. – 2017. – № 128 (04). – С. 1–18.
15. Шайхиев И.Г., Свергузова С.В., Сапронова Ж.А., Антюфеева Е.С. Использование пищевых отходов для выращивания личинок мухи *Hermetia illucens* (Краткий обзор зарубежной литературы) // Экономика строительства и природопользования. – 2020. – № 4 (77). – С. 17–30.
16. Агрохимия биогенных элементов: учеб. пособие / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева, И.А. Лебедевский, М.А. Осипов – Краснодар: КубГАУ, 2020. – 223 с.
17. Лукин С.М., Мерзлая Г.Е. Сравнительная эффективность различных систем удобрения при длительном их применении в севообороте // Плодородие. – 2016. – № 5. – С. 42–46.
18. Борисов В.А., Успенская О.Н., Васючков И.В. Урожайность и качество овощных культур при использовании минеральной, органической и органо-минеральной систем удобрения // Агрохимия. – 2021. – № 12. – С. 42–46.
19. Чеботарев Н.Т., Конкин П.И., Юдин А.А. Эффективность комплексного применения органических и минеральных удобрений в кормовом севообороте на дерново-подзолистой почве // Аграрная наука. – 2018. – № 6. – С. 56–59.
20. Сычев В.Г., Налиухин А.Н., Шевцова Л.К., Рухович О.В., Беличенко М.В. Влияние систем удобрения на содержание почвенного органического углерода и урожайность сельскохозяйственных культур: результаты длительных полевых опытов географической сети России // Почвоведение. – 2020. – №12. – С. 1521-1536.
21. Куликова А.Х., Яшин Е.А., Яшин А.Е., Волкова Е.С. Влияние органической, органо-имнеральной и минеральной систем удобрения на свойства почвы и урожайность озимой пшеницы в среднем Поволжье // Агрохимия. – 2022. – № 2. – С. 13–21.
22. Лешкенов А.М., Занилов А.Х. Влияние биоактивации почвы на эффективность минеральной и органо-минеральной систем удобрения и продуктивность озимой пшеницы // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2021. – № 2 (100). С. 39–49.
23. Beesigamukama D., Mochoge B., Nicholas K., Korir N. K., Fiaboe K.K.M., Nakimbugwe D., Fathiya M., Khamis F.M., Subramanian S., Dubois T., Musyoka M.W., Ekesi S., Kelemu S., Chrysantus M. Tanga C.M. Exploring black soldier fly frass as novel fertilizer for improved growth, yield, and nitrogen use efficiency of maize under field conditions // Frontiers in Plant Science. – 2020. – T. 11. – С. 10–7.
24. Boudabbous K. Hammami S.B.M. Toukabri W. Bouhaouel I. Ayed S. Fraihi W. Gastli M. Chaalala S. Labidi S. Black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae frass organic fertilizer improves soil quality and the productivity of durum wheat // Communications in Soil Science and Plant Analysis. – 2023. – 54(18). – P. 2491–2507.
25. Solofondranohatra C.L, Ony C.A, Burza S and Fisher B.L. Preliminary field evaluation of black soldier fly frass as an organic fertilizer on maize (*Zea mays* L.) growth and yield in southeastern Madagascar // Front. Sustain. Food Syst. – 2025. – T. 9. doi: 10.3389/fsufs.2025.1673188

References

1. Hitrov N.B., Ivanov A.L., Zavalin A.A., Kuznecov M.S. Problemy degradacii, ohrany i puti vosstanovlenija produktivnosti zemel' sel'skohochozajstvennyh naznachenij // Nauchnye i obrazovatel'nye aspekty razvitija APK. Vestnik Orel GAU. – 2007. – T. 6. – S. 29–32.
2. Cvetnov E.V., Makarov O.A., Stokov A.S., Cvetnova O.B. Rol' pochv v ocenke degradacii zemel' (obzor) // Pochvovedenie. – 2021. – № 3. – S. 363–371.
3. Krasnoshhekov V.N., Ol'garenko D.G., Rozhkova O.N. Izmenenie klimata i sel'skoe hozhajstvo Rossii: Problemy i reshenija // Prirodoobustrojstvo. – 2017. – № 2. – S. 80–88.
4. Krylov V.A., Mamontov V.G., Lazarev V.I., Ryzhkov O.V. Vlijanie razlichnogo zemlepol'zovanija na jelementnyj sostav labil'nyh gumusovyh veshhestv chernozema tipichnogo Kurskoj oblasti // Pochvovedenie. – 2022. – № 8. – S. 981–989.
5. Es'kov A.I., Lukin S.M., Merzlaja G.E. Sovremennoe sostojanie i perspektivy ispol'zovanija organicheskikh udobrenij v sel'skom hozhajstve // Plodorodie. – 2018. – №1. – S. 20–23.
6. Sheudzhen A.H., Gutorova O.A., Hurum H.D., Ashinov Ju.N. Izmenenie svojstv lugovo-chernozemnoj pochvy risovogo agrocenoza pri primenenii udobrenij// Plodorodie. – 2023. – №2. – S. 80–82.
7. Tychinskaja I.L., Panarina V.I. Primenenie organicheskikh udobrenij v reshenii problem jekologizacii i prodovol'stvennoj bezopasnosti strany // Vestnik agrarnoj nauki. – 2021. – S. 64–74.
8. Krylov V.A., Zamilov A.H., Kozlov A.V., Krylova M.F., Hahunova M.M. Agrotehnologicheskij potencial ispol'zovanija ptich'ego pometa v Rossii // Ptica i pticeprodukty. – 2025. – № 4. – S. 65–68.
9. Pendjurin E.A., Smolenskaja L.M., Sapronova Zh.A., Bomba I.V. Zookompost – reshenie problemy organicheskikh othodov i material dlja remediacii pochv, zagryzannyh tjazhelymi metallami // Agrohimiya. – 2024. – № 2. – S. 79–83.
10. Lavrishhev I.E., Petrov A.F., Miroshnikov P.N., Krasnov S.V., Rybcov S.A., Starokon' M.E. Zoogumus kak perspektivnoe sredstvo povyshenija plodorodija sel'skohochozajstvennyh zemel' Sibiri // Vestnik universiteta biotehnologij. – 2024. – № 3. – S. 65–72.
11. Sheudzhen A.H. Agrohimiya: uchebnik / A.H. Sheudzhen. – Majkop: OAO «Poligraf-Jug», 2023. – 612 s.
12. Saharov A.Ju., Kovalenko P.S. Sravnitel'naja ocenka organicheskikh udobrenij na osnove pobochnykh produktov zhivotnovodstva pri razlichnyh sposobah ih pererabotki // Rossijskij zhurnal na «Problemy veterinarnoj sanitarii, gigieny i jekologii». – 2025. – № 1 (53). – S. 117–124.
13. Pendjurin E.A., Svjatchenoko A.V., Rybina S.Ju., Solncev P.I. Zookompost lichinok muhi Chernaja l'vinka kak biostimuljator rosta rastenij // Vestnik agrarnoj nauki. – 2025. – № 5 (116). – S. 21–30.
14. Teuchezh A.A. Primenenie ptich'ego pometa v kachestve organicheskikh udobrenij // Politematicheskoe setevoe jelektronnoe nauchnoe zhurnale Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta», Nauchnyj zhurnal KubGAU. – 2017. – № 128 (04). – S. 1–18.
15. Shajhiev I.G., Sverguzova S.V., Sapronova Zh.A., Antjufeeva E.S. Ispol'zovanie pishhevnyh othodov dlja vyrashhivaniya lichinok muhi *Hermetia illucens* (Kratkij obzor zarubezhnoj literatury) // Jekonomika stroitel'stva i prirodopol'zovanija. – 2020. – № 4 (77). – S. 17–30.

16. Agrohimija biogennyh jelementov: ucheb. posobie / A.H. Sheudzhen, T.N. Bondareva, I.A. Lebedovskij, M.A. Osipov – Krasnodar: KubGAU, 2020. – 223 s.
17. Lukin S.M., Merzlaja G.E. Sravnitel'naja jeffektivnost' razlichnyh sistem udobrenija pri dlitel'nom ih primenenii v sevooborote // Plodorodie. – 2016. – № 5. – S. 42–46.
18. Borisov V.A., Uspenskaja O.N., Vasjuchkov I.V. Urozhajnost' i kachestvo ovoshhnyh kul'tur pri ispol'zovanii mineral'noj, organicheskoy i organo-mineral'noj sistem udobrenija // Agrohimija. – 2021. – № 12. – S. 42–46.
19. Chebotarev N.T., Konkin P.I., Judin A.A. Jeffektivnost' kompleksnogo primeneniya organicheskikh i mineral'nyh udobrenij v kormovom sevooborote na dernovo-podzolistoj pochve // Agrarnaja nauka. – 2018. – № 6. – S. 56–59.
20. Sychev V.G., Naliuhin A.N., Shevcova L.K., Ruhovich O.V., Belichenko M.V. Vlijanie sistem udobrenija na sodержanie pochvennogo organicheskogo ugleroda i urozhajnost' sel'skohozjajstvennyh kul'tur: rezul'taty dlitel'nyh polevyh opytov geograficheskoy seti Rossii // Pochvovedenie. – 2020. – №12. – S. 1521-1536.
21. Kulikova A.H., Jashin E.A., Jashin A.E., Volkova E.S. Vlijanie organicheskoy, organo-imneral'noj i mineral'noj sistem udobrenija na svojstva pochvy i urozhajnost' ozimoy pshenicy v srednem Povolzh'e // Agrohimija. – 2022. – № 2. – S. 13–21.
22. Leshkenov A.M., Zanirov A.H. Vlijanie bioaktivacii pochvy na jeffektivnost' mineral'noj i organo-mineral'noj sistem udobrenija i produktivnost' ozimoy pshenicy // Izvestija Kabardino-Balkarskogo nauchnogo centra RAN. – 2021. – № 2 (100). S. 39–49.
23. Beesigamukama D., Mochoge B., Nicholas K., Korir N. K., Fiaboe K.K.M., Nakimbugwe D., Fathiya M., Khamis F.M., Subramanian S., Dubois T., Musyoka M.W., Ekesi S., Kelemu S., Chrysantus M. Tanga C.M. Exploring black soldier fly frass as novel fertilizer for improved growth, yield, and nitrogen use efficiency of maize under field conditions // Frontiers in Plant Science. – 2020. – T. 11. – S. 10–7.
24. Boudabbous K. Hammami S.B.M. Toukabri W. Bouhaouel I. Ayed S. Fraihi W. Gastli M. Chaalala S. Labidi S. Black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae frass organic fertilizer improves soil quality and the productivity of durum wheat // Communications in Soil Science and Plant Analysis. – 2023. – 54(18). – R. 2491–2507.
25. Solofondranohatra C.L, Ony C.A, Burza S and Fisher B.L. Preliminary field evaluation of black soldier fly frass as an organic fertilizer on maize (*Zea mays* L.) growth and yield in southeastern Madagascar // Front. Sustain. Food Syst. – 2025. – T. 9. doi: 10.3389/fsufs.2025.1673188