

Бойцун Д.И., Титова В.И., Белоусова Е.Г., Володина Е.Н. Влияние биокомпоста на основе птичьего помета на продуктивность звена севооборота «яровой рапс → озимая рожь на зеленую массу»

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

УДК 631.861: 633.853.494

Влияние биокомпоста на основе птичьего помета на продуктивность звена севооборота «яровой рапс → озимая рожь на зеленую массу»

Бойцун Д.И., Титова В.И., Белоусова Е.Г., Володина Е.Н.

*Нижегородский государственный агротехнологический университет
им. Л.Я. Флорентьева*

Аннотация

Одним из наиболее доступных способов получения экологически безопасного органического удобрения из птичьего помета является его компостирование, что позволяет оптимизировать баланс питательных элементов в его составе и уменьшить физические и газообразные потери за счет снижения процесса минерализации органического вещества. Исследования по приготовлению биокомпоста на основе птичьего помета, полученного при разном способе содержания птицы, с опилками и оценка его влияния на продуктивность звена севооборота «яровой рапс – озимая пшеница на зеленую массу» проведены в условиях вегетационных опытов на экспериментальной площадке Нижегородского ГАТУ. Установлено, что полученный биокомпост, применяемый в дозах 20, 40 и 60 г/сосуд (аналогично производственным условиям 10,20 и 30 т/га) достоверно повысил урожайность семян ярового рапса в 5,7-6,5 раза, однако с увеличением удобрённости почвы сбор зерна увеличился незначительно (на 10,3-2,9% относительно предыдущего варианта). Наибольший эффект в последствии биокомпоста проявился на варианте с наибольшей дозой (60 г/сосуд), где была получена максимальная урожайность биомассы озимой ржи (в 3,5 раза выше контрольного варианта и в 1,9 раза минимальной дозы биокомпоста).

Ключевые слова: БИОКОМПОСТ, ЯРОВОЙ РАПС, ОЗИМАЯ РОЖЬ, ПТИЧИЙ ПОМЕТ, УРОЖАЙНОСТЬ ОБЩЕЙ БИОМАССЫ И СЕМЯН

Введение

Отходы птицеводства являются ценным органическим удобрением, применение

которого оказывает комплексное действие на почву и растительную продукцию [1, 2]. Однако утилизация побочных продуктов животноводства в агроэкосистеме может быть экологически небезопасной, вызывая загрязнение почвы, водных объектов и воздуха [3, 4]. И хотя целесообразность утилизации органосодержащих отходов промышленного птицеводства в качестве органических удобрений не вызывает сомнений, при этом необходимо соблюдать ряд требований, чтобы достичь агрономического эффекта, не допустив нарушения природоохранного законодательства [5-7].

Одним из путей достижения оптимального содержания в помете основных элементов питания, как одного из основных требований при оценке его как органического удобрения, является использование такого приема его переработки, как компостирование, что позволит улучшить его качество. Начальный этап этого процесса – смешивание продуктов жизнедеятельности птицы при разных условиях её содержания с влагопоглощающими материалами и выдерживание смеси в аэробных условиях в течение 1-2-3 месяцев, что обеспечивает постепенную минерализацию органических веществ при условии удержания в составе компоста образующихся минеральных соединений помета.

Цель работы – оценить влияние биокомпоста, полученного путем компостирования птичьего помета с опилками, на урожайность рапса на семена (прямое действие) и зеленой массы озимой ржи (последствие) в условиях вегетационного опыта.

Объекты и методы исследования

На основе образцов разных форм птичьего помета одного из предприятий Нижегородской области на экспериментальной площадке Нижегородского государственного агротехнологического университета в 2023 году был подготовлен биокомпост, использованный для закладки и проведения исследований с разными культурами. Для приготовления компоста использовали помет сыпучий свежий, образующийся при содержании кур на опилках; вязко-сыпучий помет, образующийся при клеточном содержании кур без использования опилок, и опилки лиственных древесных пород, в соотношении по массе 1,0:0,95:0,03. Время выдерживания смеси – 35 дней. В течение всего периода наблюдений за ходом биохимических процессов в компостируемой массе её рыхлили и поддерживали влажность смеси на уровне порядка 80% ППВ и удаляли сорняки по мере их прорастания.

Химический состав полученного биокомпоста (БК) в сравнении с показателями ГОСТ 33830-2016 «Удобрения органические на основе отходов животноводства. Технические условия. Межгосударственный стандарт», приведен в таблице 1.

Данные свидетельствуют, что по всем показателям качества созданный биокомпост соответствует нормативным требованиям, но несколько отличается от того, которое приведено в ГОСТ 33830-2016 по соотношению основных элементов питания (N:P:K). Так, по нормативным требованиям оно должно быть в границах 1,0:0,5:0,4, т.е. на единицу азота должно приходиться не менее 0,5 единицы фосфора и калия (N:P:K = 1,0:0,5:0,4). В биокомпосте же содержание фосфора и калия в 1,5-1,2 раза (N:P:K = 1,0:1,5:1,2) превышает минимальный норматив, что в дальнейшем следует учитывать при выборе культуры и дозы внесения биокомпоста под неё.

Таблица 1. Агрохимическая характеристика биокомпоста на дату закладки опыта

| Образец | рН | Влажность, % | Содержание, % | | Основные элементы питания | | |
|-----------------|---------|--------------|---------------|-----------|---------------------------|------------|------------|
| | | | углерод | орг. в-во | азот | фосфор | калий |
| Биокомпост* | 9,1 | 59,8 | 41,3 | 82,6 | 3,1 / 1,25 | 4,5 / 1,81 | 3,6 / 1,45 |
| ГОСТ 33830-2016 | 6,0-8,5 | ≤ 75 | н/д | ≥ 50 | ≥ 1,5 | ≥ 0,7 | ≥ 0,6 |

Примечание: * - над чертой – в расчете на сухое вещество, под чертой – на естественную влажность.

Изучение влияния биокомпостов на рост, развитие и формирование урожайности культур проводили в условиях вегетационного опыта, на открытой экспериментальной площадке Нижегородского государственного агротехнологического университета. Учитывая длительность действия удобрений органического состава, исследования проведены в звене севооборота с двумя последовательно выращиваемыми культурами: «яровой рапс → озимая рожь на зеленую массу», выращиваемые соответственно в 2023 и 2024 гг. Почва светло-серая лесная легкосуглинистая, имеет низкое содержание гумуса (1,6%), повышенное содержание подвижных соединений фосфора (115 мг/кг) и среднее содержание калия (106 мг/кг), слабокислая (рН_{кcl} 5,4).

Количество биокомпоста, внесенного под первую культуру (рапс), рассчитывали, исходя из дозировки компонентов на приготовление биокомпоста и содержания основных элементов питания в них.

Схема опыта приведена в таблице 2.

Таблица 2. Схема вегетационного опыта

| Доза компоста | | Доза NPK, кг/га | | | Доза NPK, г/кг почвы | | |
|---------------|---------|-----------------|-----|-----|----------------------|-------|-------|
| т/га | г/сосуд | N | P | K | N | P | K |
| 10 | 20 | 125 | 181 | 145 | 0,050 | 0,072 | 0,058 |
| 20 | 40 | 250 | 362 | 290 | 0,100 | 0,145 | 0,116 |
| 30 | 60 | 375 | 543 | 435 | 0,150 | 0,217 | 0,174 |

Опыт вегетационный, в сосудах Митчерлиха на 5 кг, повторность 3-кратная. В качестве варианта сравнения выбран чистый контроль (без внесения удобрений). Посев культур проводили ближе к середине мая. Первые всходы появлялись 3-6 июня. Всходы были дружные, но наиболее сильные растения были в сосудах с применением биокомпоста. Повышение дозы компоста угнетающего эффекта не вызывало. Норма высева рапса на сосуд – 24 семени, к уборке оставлено по 10 растений в сосуде; озимой ржи на сосуд – 36 семян.

Уход за растениями в опыте заключался в своевременном поливе в ранние утренние и вечерние часы, еженедельном промачивании сосудов, удалении сорняков, подвязывании растений. Ежедневно сосуды передвигали по поверхности стола с целью усреднения солнечного освещения. Рапс на семена убрали 29-30 августа 2023 г., озимую рожь на зеленую массу – 5 августа 2024 г. Яровой рапс сорта Лунеди, озимая рожь сорта КВС Раво.

Результаты и обсуждение

О состоянии растений рапса в опыте можно судить по фотографиям, приведенным на рис. 1 и 2, а о влиянии удобрений на его урожайность – по данным таблицы 3.



Рис. 1. Растения рапса в фазу 3^х настоящих листьев, 11.06.2023 г.

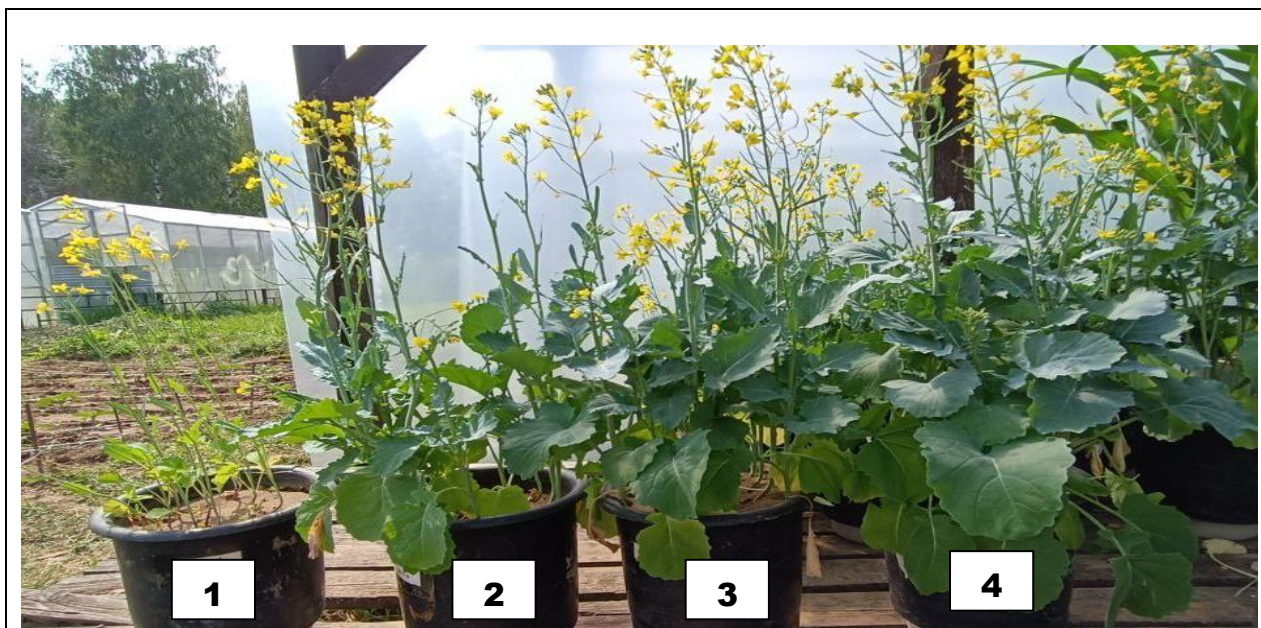


Рис. 2. Растения рапса в фазу цветения, 07.07.2023 г.

Исследования показали, что наименьшая урожайность общей надземной биомассы рапса была получена на контроле – 9,0 г/сосуд, а при внесении биокомпоста выявлено увеличение в 4,7-4,9 раза. Но максимальный эффект, несмотря на увеличение урожайности от всех доз биокомпоста, выявлен при дозе 10 т/га, так как достоверная прибавка составила 33,7 г/сосуд, тогда как при повышении дозы в 2 и 3 раза (40 и 60 г/сосуд) прирост биомассы составил менее 1,3 г/сосуд. Следовательно, с повышением количества доступных питательных элементов в почве не установлено статистически достоверное увеличение общей биомассы рапса в сравнении с минимальной дозой биокомпоста ($НСР_{05}=4,6$ г/сосуд).

Таблица 3. Влияние биокомпоста БК-2 на урожайность рапса

| Варианты опыта | Общая биомасса | | Масса стручков | | Масса семян | |
|----------------|----------------|---------------|----------------|---------------|-------------|---------------|
| | г/сосуд | +, - к вар.1* | г/сосуд | +, - к вар.1* | г/сосуд | +, - к вар.1* |
| Контроль | 9,0 | - | 4,8 | - | 2,2 | - |
| БК-2, 10 | 42,7 | 33,7 / 374 | 22,3 | 17,5 / 365 | 12,6 | 10,4 / 473 |
| БК-2, 20 | 43,3 | 34,3 / 381 | 23,3 | 18,5 / 385 | 13,9 | 11,7 / 532 |
| БК-2, 30 | 44,0 | 35,0 / 389 | 24,0 | 19,2 / 400 | 14,3 | 12,1 / 550 |
| $НСР_{05}$ | 4,6 | | 2,8 | | 2,3 | |

Примечание: * - над чертой в г/сосуд; под чертой – в %.

При возделывании ярового рапса наиболее важным является урожайность семян, величина которой обусловлена следующими элементами структуры урожая - числом

стручков на растении, семенной продуктивностью единичного растения, массой семян с одного стручка.

Общая масса всех стручков, полученных в вегетационном опыте, на удобренных вариантах возрастает в 4,6-5,0 раз, что говорит о положительном влиянии элементов питания, поступающих с биокомпостом, на объем и вес стручков ярового рапса. Внесение биокомпоста позволило достоверно увеличить в 5,7-6,6 раза средний сбор семян с одного вегетационного сосуда. Вместе с тем нельзя не отметить, что с повышением дозы внесения (в 2 и 3 раза) урожайность семян рапса практически не изменилась, так как прибавка на этих вариантах была статистически недоказуемой (менее 2 г/сосуд).

Стручок рапса состоит из двух створок, в каждой из которых формируется до 20 семян [8]. В наших исследованиях было установлено, что соотношение массы створок и семян на неудобренной светло-серой лесной почве составило 1:0,84, тогда как с увеличением доз биокомпоста прослеживается тенденция увеличения массы семян – соотношение составило от 1:1,29 до 1:1,48 соответственно. Это свидетельствует о том, что на этих вариантах были получены более крупные и выполненные семена.

Для оценки влияния доз биокомпоста на процесс формирования урожая был определен коэффициент хозяйственной эффективности (Кхоз), который рассчитывается как отношение массы семян сельскохозяйственной культуры, в нашем случае ярового рапса, к общей надземной биомассе в период хозяйственного созревания (рис. 3).

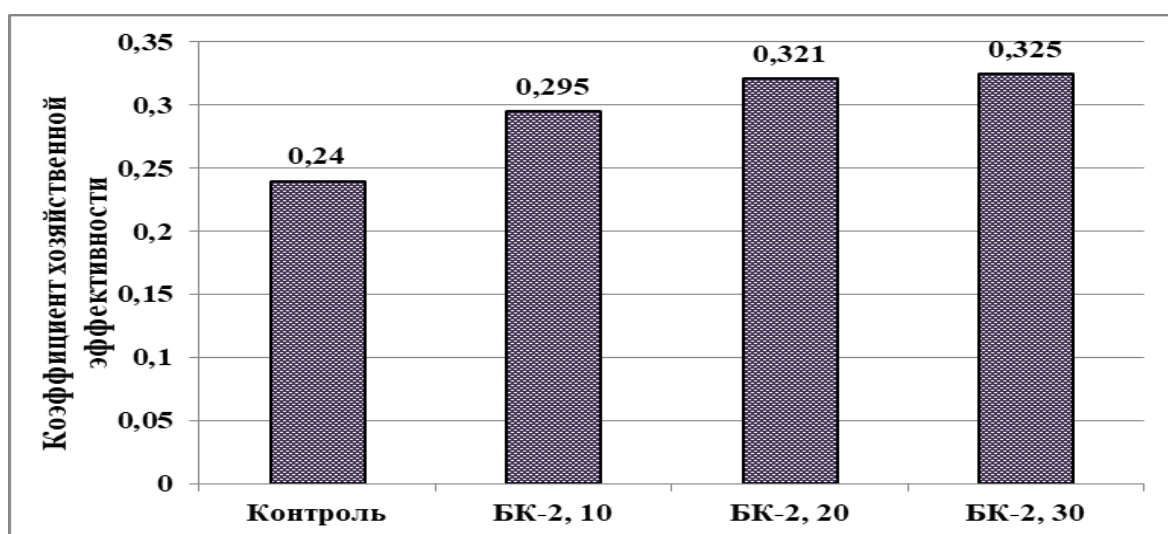


Рис. 3. Коэффициент хозяйственной эффективности возделывания рапса на семена при внесении разных доз биокомпоста

По рассчитанному коэффициенту хозяйственной эффективности отчетливо прослеживается, что отношение массы семян к общей надземной биомассе у изучаемой культуры находится в достаточно широком диапазоне (0,24-0,33) по сравнению с такими культурами как зерновые, где доля зерна в общем урожае значительно выше [9]. Но именно данный показатель характеризует эффективность перераспределения пластических веществ из вегетативных органов к формирующимся семенам, и, следовательно, можно говорить, что при внесении биокомпоста наблюдается некоторое увеличение доли семенной продуктивности в общем биологическом урожае.

Урожайность семян рапса также зависит и от морфологических показателей растения, к которым относят высоту габитуса, число стручков и семян в стручке (табл. 4).

Как показывают данные, минимальная высота растений рапса характерна для неудобренного варианта, тогда как внесение биокомпоста БК-2 в почву однозначно повышает этот показатель в 1,5-1,7 раза. Наиболее высокорослые растения были получены при внесении максимальной дозы биокомпоста – 66,6 см, что на 66% больше контроля, но при этом достоверного увеличения высоты габитуса между удобренными вариантами не прослеживается.

4. Влияние биокомпоста на морфологические показатели урожая рапса

| Варианты опыта | Высота растений | | Число стручков | | Число семян | |
|-------------------------|-----------------|---------------|----------------|---------------|-------------|---------------|
| | см | +, - к вар.1* | шт./сосуд | +, - к вар.1* | шт./стручок | +, - к вар.1* |
| Контроль | 40,2 | - | 63,3 | - | 14,0 | - |
| БК-2, 10 | 62,3 | 22,1 / 55 | 220,0 | 156,7 / 248 | 12,6 | -1,4 / -10 |
| БК-2, 20 | 62,3 | 22,4 / 55 | 220,3 | 157,0 / 248 | 18,3 | 4,3 / 31 |
| БК-2, 30 | 66,6 | 26,4 / 66 | 289,7 | 226,4 / 358 | 20,3 | 6,3 / 45 |
| <i>HCP₀₅</i> | | 7,4 | | 47,8 | | 3,3 |

Примечание: * - над чертой в см, шт./сосуд, шт./стручок; под чертой – в %.

От количества стручков, сформированных на одном растении рапса, зависит урожайность семян. В нашем случае подсчитано общее количество стручков, приходящееся на сосуд. При этом можно отметить, что количество растений в каждом сосуде одинаково – это 10 растений. При возделывании ярового рапса на неудобренной светло-серой лесной почве в среднем в одном сосуде было сформировано 63,3 стручка (6,3 стручка/растение), а при внесении питательных элементов в почву с биокомпостом их число существенно увеличивается (на 248-358%). Но достоверное повышение с каждым последующим увеличе-

нием дозы помета установлено только при максимальной дозе биокомпоста (аналог 30 т/га), тогда как увеличение питательных веществ в два раза относительно минимальной дозы не отразилось на увеличении числа стручков с одного сосуда.

Некоторые различия по действию биокомпоста отмечены на число семян в стручке рапса. Так, количество семян в стручке рапса по вариантам опыта варьирует от 12,6 до 20,3 штук, наименьшее значение установлено при внесении минимальной дозы биокомпоста (снижение от контрольного варианта составило 10%), но с увеличением дозы биокомпоста установлено достоверное повышение относительно контроля на 31-45%. Однако наиболее эффективным является внесение биокомпоста в дозе 20 т/га, так как позволяет дополнительно увеличить число семян в стручке на 4,3 штук, тогда как при увеличении до 30 т/га обсеменённость стручка дополнительно возрастает только на 14%, что статистически недостоверно в сравнении со средней дозой (20 т/га).

Последствие биокомпоста, ранее внесенного под рапс, отслежено на озимой ржи, которую в опыте выращивали на зеленую массу. Результаты учета урожайности фитомассы ржи приведены в таблице 5.

Известно, что органические удобрения положительно влияют на продуктивность культур не только в год внесения, но и в течение нескольких последующих лет. Поэтому, определяя эффективность биокомпоста, следует оценить не только его прямое действие, но и последствие.

Самые низкие растения озимой ржи были на контрольном варианте, а на удобренных вариантах их высота достоверно возросла на 21-33% (9-14 см). Но при этом статистически доказуемая величина габитуса озимой ржи удобренных вариантов установлена только при внесении биокомпоста под предыдущую культуру в дозе, аналогичной 30 т/га ($НСР_{05}=3,1$ см).

Таблица 5. Влияние биокомпоста на урожайность озимой ржи

| Варианты опыта | Высота растений | | Общая зеленая масса | |
|-------------------------|-----------------|---------------|---------------------|---------------|
| | см | +, - к вар.1* | г/сосуд | +, - к вар.1* |
| Контроль | 42 | - | 19,7 | - |
| БК-2, 10 | 51 | 9,0 / 21 | 36,5 | 16,8 / 85 |
| БК-2, 20 | 52 | 10,0 / 24 | 51,8 | 32,0 / 163 |
| БК-2, 30 | 56 | 14,0 / 33 | 68,4 | 48,7 / 247 |
| <i>НСР₀₅</i> | | <i>3,1</i> | | <i>13,5</i> |

Примечание: * - над чертой в см или г/сосуд; под чертой – в %.

Минимальный урожай зеленой массы озимой ржи был получен на контрольном варианте – 19,7 г/сосуд. Ранее удобренные биокомпостом варианты оказали достоверный эффект на прирост зеленой массы озимой ржи в сравнении с контролем в 1,9-3,5 раза. При этом наибольшее увеличение урожайности культуры выявлено от последствия биокомпоста, внесенного под предшествующую культуру в дозе, сопоставимой в производственных условиях с дозой в 30 т/га.

Заключение

Исследования с биокомпостом, созданным на основе разных форм куриного помета, образующегося на крупной птицефабрике Нижегородской области и опилок, дают основание для рекомендаций по его внесению в звене севооборота «яровой рапс – озимая рожь на зеленую массу» в дозах 10-30 т/га, что способствует повышению урожайности сельскохозяйственных культур.

Биокомпост способствовал значительному увеличению наземной биомассы и урожайности семян ярового рапса, в 4,7 и 5,7 раза превышающему урожайность на неудобренном контроле. Однако максимальный эффект в год внесения установлен при минимальной дозе (аналог 10 т/га). Соотношение массы семян и надземной биомассы у рапса в опыте достаточно широко (0,24-0,33), т.е. внесение биокомпоста с повышенной долей фосфора в его составе способствует некоторому увеличению семенной части в общем биологическом урожае.

В последствии максимальный достоверный эффект отмечен на варианте с внесением биокомпоста в максимальной дозе (аналог 30 т/га в производственных условиях), где урожайность общей зеленой биомассы озимой ржи увеличилась на 187% в сравнении с минимальной дозой, и на 347% – относительно контроля.

Финансирование:

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Государственного задания ФГБОУ ВО Нижегородский государственный агротехнологический университет им. Л.Я. Флорентьева (тема НИР в ЕГИСУ НИОКТР №1024072200018-5-4.1.6) в 2024 году.

Список использованных источников:

1. Сидоренко О.Д. Использование продуктов биоконверсии отходов животноводства в качестве органических удобрений (концепция) // Агрехимия. – 2018. – №4. – С. 36-38.
2. 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. – С. 50-52.
3. Рязанов А.В., Можаров А.В., Завершинский А.Н. Анализ экологических последствий развития животноводства на территории Тамбовской области // Международный научно-исследовательский журнал. – 2017. – №6-2 (60). – С. 127-129.
4. Титова В.И. Понятие агрохимикатов и подходы к их современной классификации. Издательство: ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА. Роль вузовской науки в развитии агропромышленного комплекса. Материалы международной научно-практической конференции. Нижний Новгород, 2021. – С. 35-39.
5. Титова В.И. Анализ нормативных актов в практике применения природоохранного законодательства в АПК России //Агрехимический вестник. – 2019. – № 3. – С. 15-20.
6. Иванова Ж.А. Эффективность применения биоактивированного помета под картофель на дерново-подзолистой почве // Плодородие. – 2022. – №2 (125). – С. 57-61.
7. Тарасов С.И. Актуальные вопросы охраны окружающей среды в хозяйствах индустриального животноводства. Сообщение 1. Природоохранные аспекты организации предприятий индустриального животноводства, систем удаления бесподстилочного навоза // Плодородие. – 2022. – №3 (126). – С. 83-86.
8. Лукомец В.М., Тишков, Н.М., Трунова М.В. Семеренко С.А., Махонин В.Л. Методика проведения агротехнических исследований в опытах с масличными культурами // Масличные культуры. – 2023. – Вып. 1 (193). – С. 33-52.
9. Кошкин Е.И. Физиология устойчивости сельскохозяйственных культур. М.: Дрофа, 2010. – 638 с.

Цитирование:

Бойцун Д.И., Титова В.И., Белоусова Е.Г., Володина Е.Н. Влияние биокомпоста на основе птичьего помета на продуктивность звена севооборота «яровой рапс → озимая рожь на зеленую массу» [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2024. – № 6. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2024/6/st_606.pdf DOI: <https://doi.org/10.51419/202146606>.