

Научная статья

УДК 633.853.494:631.862

EDN YJGOQR

DOI: 10.22450/1999-6837-2024-18-1-35-46

Влияние свиного навоза жидкой фракции на формирование элементов продуктивности в агрофитоценозе озимого рапсаСветлана Анатольевна Терещенко¹, Лилия Дмитриевна Мудрова²^{1,2} Калининградский государственный технический университет

Калининградская область, Калининград, Россия

¹ svetlana.tereschenko@klgtu.ru, ² mudrova1996@inbox.ru

Аннотация. Целью исследований является изучение влияния внесения жидкой фракции свиного навоза на продуктивность озимого рапса в условиях Калининградской области. В статье рассмотрены результаты исследований, проведенных в 2018–2022 гг. в условиях Правдинского муниципального округа Калининградской области, по влиянию внесения свиного навоза жидкой фракции на качество перезимовки растений озимого рапса, элементы продуктивности (количество продуктивных стеблей, вес семян на одно растение) и урожайность семян. В качестве объектов исследований были взяты гибриды Мерседес и Висби, районированные для Северо-Западного региона России. В период исследований проводили наблюдения за перезимовкой растений озимого рапса, а также подсчет количества растений на одном квадратном метре перед наступлением зимнего периода и в ранне-весенний период (после начала отрастания растений), расчет процента перезимовавших растений. В вариантах с внесением органических удобрений в большинстве случаев процент перезимовавших растений в среднем на 1–5 % выше по сравнению с контролем. Оценка результатов исследований также показала увеличение количества продуктивных стеблей растений озимого рапса на 1–3 шт. в вариантах с внесением жидкой фракции свиного навоза по сравнению с контролем на обоих гибридах. Масса семян, собранных с одного растения, достоверно больше в вариантах с внесением жидкой фракции навоза свиней на протяжении всего периода исследований. Проведенный анализ урожайности показал, что в контрольных вариантах значения ниже по сравнению с вариантами, где в качестве удобрения использовалась жидкая фракция навоза свиней. Прибавка урожайности у гибрида Мерседес составила по годам исследования от 36 до 79 %, у гибрида Висби – от 43 до 84 %. Соответственно внесение жидкой фракции навоза свиней позволит увеличить урожайность в 1,5–2,0 раза.

Ключевые слова: озимый рапс, свиной навоз, жидкая фракция, густота стеблестоя, перезимовка, продуктивные побеги, масса семян, урожайность

Для цитирования: Терещенко С. А., Мудрова Л. Д. Влияние свиного навоза жидкой фракции на формирование элементов продуктивности в агрофитоценозе озимого рапса // Дальневосточный аграрный вестник. 2024. Том 18. № 1. С. 35–46. doi: 10.22450/1999-6837-2024-18-1-35-46.

Original article

Effect of liquid fraction pig manure on productivity element formation in the agrophytocenosis of winter rapeseedSvetlana A. Tereshchenko¹, Lilia D. Mudrova²^{1,2} Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad region, Kaliningrad, Russian Federation¹ svetlana.tereschenko@klgtu.ru, ² mudrova1996@inbox.ru

Abstract. The purpose of the research is to study the effect of introduction the liquid fraction of pig manure on the productivity of winter rapeseed in the conditions of the Kaliningrad

region. The article discusses the results of research conducted in 2018–2022 in the conditions of Pravdinsky municipal district, Kaliningrad region, on the effect of applying pig manure of liquid fraction on the quality of overwintering of winter rapeseed plants, productivity elements (number of productive stems, weight of seeds per plant) and seed yield. Mercedes and Visby hybrids, zoned for North-West region of Russia, were taken as research objects. During the research period, we observed the overwintering of winter rapeseed plants and counted the number of plants per 1 m² before the onset of the winter period and in early spring, after the plants began to grow, and calculated the percentage of overwintered plants. In variants with the application of organic fertilizers, in most cases, the percentage of overwintered plants was on average 1–5% higher compared to the control. An evaluation of the research results also showed an increase in the number of productive stems of winter rapeseed plants by 1–3 pcs. in variants with the introduction of the liquid fraction of pig manure compared to the control on both hybrids. The mass of seeds collected from one plant was significantly greater in the variants with the introduction of the liquid fraction of pig manure throughout the entire study period. The analysis of yield showed that in the control options the values were lower compared to the options where the liquid fraction of pig manure was used as fertilizer. The increase in yield for Mercedes hybrid ranged from 36 to 79% over the years of research, for Visby hybrid – from 43 to 84%. Accordingly, the introduction of the liquid fraction of pig manure will increase the yield by 1.5–2.0 times.

Keywords: winter rapeseed, pig manure, liquid fraction, stem density, overwintering, productive shoots, seed weight, yield

For citation: Tereshchenko S. A., Mudrova L. D. Effect of liquid fraction pig manure on productivity element formation in the agrophytocenosis of winter rapeseed. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik*, 2024;18;1:35–46. (in Russ.). doi: 10.22450/1999-6837-2024-18-1-35-46.

Введение. Озимый рапс – ценная масличная и кормовая культура. По пищевым и кормовым достоинствам он значительно превосходит многие сельскохозяйственные культуры. В семенах рапса содержится 35–45 % масла, до 30 % белка; в зеленой массе – 3–4 % белка [1, 2].

Производимое из семян озимого рапса сырье является высококалорийным продуктом, который широко используется в пищевых и косметических производствах. Также его применяют в химической и энергетической промышленности. Рапсовое масло содержит ненасыщенные кислоты (олеиновую, линоленовую, линолевую) и по вкусу приравнивается к оливковому. В энергетической промышленности масло рассматривается как один из основных вариантов биотоплива [2].

В мировом сельскохозяйственном производстве на долю рапса приходится 8–10 % (около 10 млн. га) от общей площади посевов культур [3]. На территории России, по данным Росстата, посевные площади озимого рапса в 2023 г. занимали 526 тыс. га, из них в Северо-Западном федеральном округе – 55,7 тыс. га, что составляет 10,6 % от общих посевных площадей. В Калининградской области озимый рапс – одна из ведущих культур,

ее посевные площади в 2023 г. составили 48,8 тыс. га [4].

При правильной обработке почвы и выращивании районированных сортов или гибридов урожайность озимого рапса варьирует от 1,5 до 5,0 т/га, и в среднем составляет 2,8 т/га [1].

При возделывании озимого рапса в Калининградской области нередко возникают трудности с перезимовкой, вследствие природно-климатических особенностей региона. Значительные поражения корневой системы, точки роста или полная гибель озимого рапса возможны от вымерзания и образования притертой ледяной корки, вследствие чередования оттепелей и заморозков, а также отсутствия снежного покрова на полях.

С агротехнической точки зрения озимый рапс является хорошим предшественником для зерновых культур, с гарантированной прибавкой урожая зерна, составляющей 10–15 % (без дополнительных затрат). Культура рано освобождает поле, улучшает структуру почвы и уменьшает засоренность [5–7].

Производство семян озимого рапса в Калининградской области экономически выгодно, так как существует высокий спрос на масличное сырье как на внутрен-

нем, так и на международном рынках, и, следовательно, площади возделывания этой культуры с каждым годом будут возрастать [7].

В условиях Калининградской области в последние два десятилетия получило развитие свиноводческое производство, что делает актуальным возможность использования свиного навоза на посевных площадях сельскохозяйственных культур, в том числе озимого рапса.

Большая часть общего азота в бесподстилочном навозе свиней представлена в аммиачной форме и легко используется растениями. Фосфор навоза, входящий в состав органических соединений, меньше закрепляется в почве по сравнению с фосфором минеральных удобрений и лучше усваивается культурами. Калий также легко потребляется растениями, потому что представлен в растворимой форме. В связи с этим жидкий навоз и особенно его жидкая фракция, по сравнению с твердыми видами удобрений, отличается быстрым действием [8].

Свиной навоз как органическое удобрение обогащает почву питательными веществами, уменьшает плотность ее сложения, положительно сказывается на физико-химических свойствах почвы, а также на ее водно-воздушном режиме. Также навоз способствует активизации деятельности почвенных микроорганизмов, улучшает снабжение растений углекислым газом [8].

Однако навоз свиней обладает очень неприятным запахом, что приводит к отказу его использования вблизи населенных пунктов. В настоящее время за счет использования передовых технологий внесения свиного навоза, позволяющих практически полностью убрать данный недостаток, создается возможность использовать навоз свиней вне зависимости от расположения населенных пунктов.

Таким образом, изучение влияния свиного навоза жидкой фракции на элементы продуктивности озимого рапса позволит дать практические рекомендации для производителей этой культуры в Калининградской области.

Цель работы – изучение влияния внесения жидкой фракции свиного навоза на продуктивность озимого рапса в условиях Калининградской области.

Для достижения поставленной цели нами поставлены и решены следующие задачи: 1) определить влияние навоза свиней жидкой фракции на перезимовку озимого рапса; 2) изучить влияние свиного навоза на продуктивность растений озимого рапса.

Материалы и методы исследования. Исследования проводили на территории АО «Правдинское СвиноПроизводство», расположенного в Правдинском муниципальном округе Калининградской области в период с 2018 по 2022 гг.

Объектами исследований стали посе́вы озимого рапса двух гибридов: Мерседес (Mercedes) и Висби (Visby), районированных в Северо-Западном регионе. Почвы опытных участков – дерново-подзолистые среднесуглинистые. Данные участки были подобраны с близкими агрохимическими показателями: содержание гумуса – 2,6 %; кислотность – 5,4; содержание элементов питания в среднем (в граммах на килограмм почвы): фосфор – 65,0; калий – 250,1; сера – 55,0; кальций – 81,0, магний – 19,7 [9].

Был заложен двухфакторный микрополевой опыт в четырех вариантах и 10-кратной повторности, со схемой, представленной в таблице 1. Учетная площадь каждого варианта составляла 100 м².

Систему обработки почвы подобрали с учетом почвенных показателей и залегания корневой системы озимого рапса. Для этой культуры очень важно, чтобы поверхность поля была ровной и мелкокомковатой. В системе обработки применяли вспашку на глубину 25–26 см; затем проводили тщательную предпосевную культивацию на глубину посева семян (5–6 см) с целью создания качественно подготовленного разрыхленного семенного ложе и оптимальных условий для роста и развития растений озимого рапса.

Посев проводился в оптимальные для Калининградской области сроки (с 16 по 22 августа) с последующим прикатыванием, что обеспечивало появление дружных всходов, предотвращая изреженность посевов.

Жидкую фракцию свиного навоза вносили внутрпочвенно, с помощью прицепного инжектора. Инжектор представляет собой дисковые бороны, предназначенные для внутрпочвенного внесения

Таблица 1 – Схема опыта
Table 1 – Experiment scheme

Вариант	Гибрид	Использование удобрений
I	Мерседес	контроль, без внесения органических удобрений
II	Мерседес	с внесением жидкой фракции свиного навоза в дозе 25 т/га
III	Висби	контроль, без внесения органических удобрений
IV	Висби	с внесением жидкой фракции свиного навоза в дозе 25 т/га

жидких органических удобрений, а также поверхностной обработки почвы, уничтожения сорняков и измельчения пожнивных остатков. Жидкое органическое удобрение к инжектору подается в шланговых системах из лагун. За счет равномерного перемешивания земли с растительными остатками происходит заделка удобрения на глубину 15–20 см. Предпосевную культивацию проводили за два дня до посева озимого рапса.

В период исследований вели наблюдения за показателями температуры, распределением осадков и неблагоприятными условиями в период роста и развития культур, влияющими на продуктивность растений озимого рапса. Распределение температуры и осадков с 2018 по 2022 гг. приведено в таблице 2.

По данным приведенной таблицы можно отметить, что в период исследований зимние месяцы были теплыми с незначительными отрицательными температурами. Летние месяцы соответствовали средним многолетним показателям температуры. С учетом среднегодовых показателей температуры, наименьшие ее значения отмечали в 2021 г., наивысшие – в 2020 г. В период исследований наиболее влажным стал 2019 г. (783 мм), с максимальным количеством осадков в сентябре (133 мм); наиболее сухим оказался 2022 г. (606 мм).

Следует отметить, что в Калининградской области в поздний осенний, зимний и ранний весенний периоды отмечаются дни со значительным повышением скорости ветра (выше 15–20 м/с), что может привести к повреждению растений озимого рапса.

Определение общего состояния растений и посевов в общем помогает более точно определить влияние органических удобрений на урожайность озимого рапса. Сроком прекращения осенней вегетации

озимых культур является дата перехода среднесуточной температуры воздуха для озимого рапса через 4 °С. При этом следует пользоваться данными ближайшей к району исследований метеостанции. Возобновление вегетации озимых культур весной приходится на время, когда начинают отрастать листья, срезанные сразу после таяния снега.

Общее состояние посевов оценивали визуально в основные стадии развития выращиваемых культур. Также оценку посевов проводили после различных стихийных явлений – резкого снижения температуры воздуха, града, ливня и др.

Для оценки влияния органических удобрений на продуктивность озимого рапса определяли густоту стояния растений до и после перезимовки. Проводили измерения высоты растений, определяли количество побегов и количество стручков на растениях. Выполняли подсчет количества семян в стручке и вычисляли массу семян на одно растение.

Статистическую обработку результатов исследований проводили с помощью табличного процессора Microsoft Excel.

Результаты исследований и их обсуждение. Погодные условия, наблюдаемые в вегетационные периоды в течении всего времени исследований, обеспечили дружные всходы.

Ежегодно, в течение каждого вегетационного периода, исследования сопровождали наблюдениями роста и развития растений озимого рапса по стадиям развития (по классификации ВВСН). Данные представлены в таблице 3.

По данным таблицы видно, что посев на всех вариантах проводили в оптимальные сроки для Калининградской области (16–22 августа); наиболее ранний срок посева провели в 2020 г. – 16 августа; наиболее поздний – в 2021 г. – 22 августа.

**Таблица 2 – Распределение температуры и осадков в течении периода наблюдений
Table 2 – Distribution of temperature and precipitation during the observation period**

Месяц	Годы наблюдений											
	2018		2019		2020		2021		2022			
	температура, °C	кол-во осадков, мм	температура, °C	кол-во осадков, мм	температура, °C	кол-во осадков, мм	температура, °C	кол-во осадков, мм	температура, °C	кол-во осадков, мм	температура, °C	кол-во осадков, мм
Январь	-0,1	79	-1,8	84	3,9	79	-2,1	63	1,3	93		
Февраль	-4,2	22	2,7	37	3,9	79	-3,5	11	2,7	82		
Март	-0,7	19	4,6	56	4,6	48	2,7	46	2,5	0,4		
Апрель	10,8	44	9,2	4	8,1	9	6,0	24	6,5	23		
Май	16,4	35	12,1	58	10,8	86	11,4	123	11,3	61		
Июнь	17,5	34	20,5	65	18,2	94	18,7	27	17,0	93		
Июль	20,4	95	17,6	79	17,3	66	21,3	84	17,6	51		
Август	19,5	67	18,7	68	18,6	46	16,4	118	20,7	39		
Сентябрь	15,1	43	13,8	133	14,9	34	12,7	25	11,3	39		
Октябрь	9,7	62	10,3	93	10,3	95	8,8	51	11,0	33		
Ноябрь	4,2	30	5,7	51	6,2	49	5,1	71	4,1	16		
Декабрь	1,4	85	3,6	55	1,6	46	-1,7	43	-1,0	77		
Средняя температура (сумма осадков)	9,2	616	9,8	783	9,9	730	8,0	684	8,8	606		

Таблица 3 – Наблюдения наступления стадий роста и развития растений озимого рапса по вегетационным периодам в период исследований (2018–2022 гг.)

Table 3 – Observations of growth stages and development of winter rapeseed plants by growing season during the study period (2018–2022)

Код	Стадии	Даты наступления по годам исследований			
		2018–2019	2019–2020	2020–2021	2021–2022
<i>Макростадия 0: прорастание</i>					
00	Сухое семя	17.08.2018	19.08.2019	16.08.2020	22.08.2021
01	Начало набухания семени	19.08.2018	21.08.2019	19.08.2020	23.08.2021
03	Конец набухания семени	21.08.2018	23.08.2019	21.08.2020	26.08.2021
05	Выход зародышевого корешка из семени	22.08.2018	25.08.2019	23.08.2020	30.08.2021
07	Гипокотиль и семядоли пробили семенную оболочку	25.08.2018	28.08.2019	26.08.2020	03.08.2021
08	Гипокотиль и семядоли растут на поверхности почвы	27.08.2018	30.08.2019	28.08.2020	05.08.2021
09	Лестницы: семядоли появляются над поверхностью почвы	30.08.2018	02.09.2019	30.08.2020	10.09.2021
<i>Макростадия 1: развитие листков (главный побег)</i>					
10	Семядоли полностью распутившиеся	05.09.2018	08.09.2019	05.09.2020	15.09.2021
11	Первый настоящий лист распустился	19.09.2018	15.09.2019	11.09.2020	19.09.2021
12	Второй настоящий лист распустился	22.09.2018	17.09.2019	15.09.2020	24.09.2021
13	Третий настоящий листок распустился	27.09.2018	21.09.2019	17.09.2020	30.09.2021
1...	Стадии продолжают до распускания	19.10.2018	07.10.2019	15.10.2020	15.10.2021
19	Девять и более настоящих листьев (междоузлия еще не растянуты)	25.10.2018	19.10.2019	23.10.2020	24.10.2021
<i>Макростадия 2: развитие побочных побегов</i>					
20	Боковые побеги отсутствуют	31.10.2018	28.10.2019	30.10.2020	30.10.2021
21	Начало развития боковых побегов, видно первый побочный побег	06.11.2018	05.11.2019	05.11.2020	03.11.2021
22	Второй боковой побег видно	10.11.2018	11.11.2019	08.11.2020	06.11.2021
23	Третий боковой побег видно	15.11.2018	15.11.2019	12.11.2020	10.11.2021
2...	Стадии продолжают до боковых побегов	25.11.2018	26.11.2019	19.11.2020	20.11.2021
29	Девять или больше побегов видно	13.12.2018	10.12.2019	29.11.2020	26.11.2021
<i>Макростадия 3: рост в длину (главный побег)</i>					
30	Начало роста в длину	18.02.2019	30.01.2020	23.02.2021	25.02.2022
31	Видно первое растянутое междоузлие	23.03.2019	05.02.2020	27.02.2021	28.02.2022
32	Видно второе растянутое междоузлие	26.03.2019	10.02.2020	30.02.2021	02.03.2020
33	Видно третье растянутое междоузлие	01.04.2019	12.02.2020	03.03.2021	04.03.2022
3...	Стадии продолжают до...	05.04.2019	20.02.2020	06.03.2021	08.03.2022
<i>Макростадии 4–5: развитие закладывания цветков (главный побег)</i>					
50	Появляется первичный цветонос, который еще плотно закрыт верхними листьями	08.04.2019	10.03.2020	24.04.2021	02.05.2022
51	Первичный цветонос видно среди верхних листьев сверху	10.04.2019	15.03.2020	27.04.2021	03.05.2022
52	Цветонос главного побега свободный, в равном положении с верхними листьями	13.04.2019	17.03.2020	02.05.2021	04.05.2022
53	Цветонос над верхними листьями	17.04.2019	20.03.2020	07.05.2021	05.05.2022

Продолжение таблицы 3

Код	Стадии	Даты наступления по годам исследований			
		2018–2019	2019–2020	2020–2021	2021–2022
55	Цветки первичного цветоноса видно (закрытые)	20.04.2019	25.03.2020	08.05.2021	06.05.2022
57	Цветки вторичных цветоносов видно (закрытые)	22.04.2019	30.03.2020	11.05.2021	07.05.2022
59	Первые лепестки видно, цветки еще закрыты	26.04.2019	07.04.2020	13.05.2021	08.05.2022
<i>Макростадия 6: цветения (главный побег)</i>					
60	Первые открытые цветки	02.05.2019	17.04.2020	17.05.2021	10.05.2022
61	Десять процентов открытых цветков на главном побеге, цветонос удлинненный	05.05.2019	19.04.2020	18.05.2021	14.05.2022
62	Двадцать процентов цветков на главном побеге	06.05.2019	22.04.2020	19.05.2021	18.05.2022
63	Тридцать процентов цветков на главном побеге	08.05.2019	25.04.2020	20.05.2021	20.05.2022
64	Сорок процентов цветков на главном побеге	10.05.2019	26.04.2020	23.05.2021	21.05.2022
65	Полное цветение	14.05.2019	03.05.2020	25.05.2021	25.05.2022
68	Цветение заканчивается	18.05.2019	12.05.2020	29.05.2021	30.05.2022
69	Конец цветения	20.05.2019	15.05.2020	01.06.2021	02.06.2022
<i>Макростадия 7: развитие плода</i>					
71	Десять процентов стручков	22.05.2019	21.05.2020	03.06.2021	05.06.2022
72	Двадцать процентов стручков	25.05.2019	23.05.2020	05.06.2021	07.06.2022
73	Тридцать процентов стручков	29.05.2019	25.05.2020	06.06.2021	08.06.2022
74	Сорок процентов стручков	07.06.2019	28.05.2020	07.06.2021	11.06.2022
75	Пятьдесят процентов стручков	11.06.2019	01.06.2020	08.06.2021	12.06.2022
76	Шестьдесят процентов стручков	15.06.2019	07.06.2020	09.06.2021	13.06.2022
77	Семьдесят процентов стручков	19.06.2019	11.06.2020	10.06.2021	14.06.2022
78	Восемьдесят процентов стручков	22.06.2019	14.06.2020	12.06.2021	15.06.2022
79	Почти все стручки достигли сортотиповости	25.06.2019	18.06.2020	13.06.2021	16.06.2022
<i>Макростадия 8: созревание</i>					
80	Начало созревания – семена зеленые	25.06.2019	24.06.2020	16.06.2021	18.06.2022
81	Десять процентов стручков созрели	29.06.2019	27.06.2020	25.06.2021	19.06.2022
82	Двадцать процентов стручков созрели	02.07.2019	01.07.2020	28.06.2021	21.06.2022
83	Тридцать процентов стручков созрели	05.07.2019	05.07.2020	30.06.2021	23.06.2022
84	Сорок процентов стручков созрели	08.07.2019	10.07.2020	05.06.2021	25.06.2022
85	Пятьдесят процентов стручков созрели	10.07.2019	11.07.2020	07.07.2021	27.06.2022
86	Шестьдесят процентов стручков созрели	11.07.2019	13.07.2020	10.07.2021	29.06.2022
87	Семьдесят процентов стручков созрели	13.07.2019	15.07.2020	13.07.2021	05.07.2022
88	Восемьдесят процентов стручков созрели	14.07.2019	17.07.2020	15.07.2021	09.07.2022
89	Полная спелость	19.07.2019	19.07.2020	18.07.2021	14.07.2022
<i>Макростадия 9: отмирание</i>					
97	Растение отмерло	22.07.2019	21.07.2020	20.07.2021	21.07.2022
99	Сбор урожая	27.07.2019	22.07.2020	25.07.2021	27.07.2022

Это связано с погодными условиями года и сроком уборки предшественника.

Разница в наступлении тех или иных стадий развития в течении периода роста составляла до 10 дней по годам. При этом сбор урожая осуществляли примерно в одинаковые сроки (22–27 июля). Следует отметить, что разницы по вариантам в наступлении стадий развития растений не наблюдали.

В период исследований проводили наблюдения за перезимовкой растений озимого рапса и выполняли подсчет ко-

личества растений на одном квадратном метре перед наступлением зимнего периода и в ранний весенний период (после начала отрастания растений); определяли процент перезимовавших растений. Результаты представлены в таблицах 4–7. Все значения приводятся по вариантам по средним показателям всех повторений.

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что усредненное количество растений озимого рапса на квадратный метр составляет 24–43 шт. В 2018–2019 гг. в контрольных вариантах

Таблица 4 – Морфобиологические показатели озимого рапса (среднее значение), 2018–2019 гг.

Table 4 – Morphobiological indicators of winter rapeseed (average value), 2018–2019

Вариант	Количество растений на 1 м ² , шт.		Процент перезимовавших растений, % (03.03.2019)
	17.11.2018	03.03.2019	
Мерседес, контроль	33	31	93,9
Мерседес, органическое удобрение	36	35	97,2
Висби, контроль	40	37	92,5
Висби, органическое удобрение	38	38	100,0

Таблица 5 – Морфобиологические показатели озимого рапса (среднее значение), 2019–2020 гг.

Table 5 – Morphobiological indicators of winter rapeseed (average value), 2019–2020

Вариант	Количество растений на 1 м ² , шт.		Процент перезимовавших растений, % (29.02.2020)
	20.11.2019	29.02.2020	
Мерседес, контроль	41	40	97,5
Мерседес, органическое удобрение	39	38	97,4
Висби, контроль	37	37	100,0
Висби, органическое удобрение	42	39	92,8

Таблица 6 – Морфобиологические показатели озимого рапса (среднее значение), 2020–2021 гг.

Table 6 – Morphobiological indicators of winter rapeseed (average value), 2020–2021

Вариант	Количество растений на 1 м ² , шт.		Процент перезимовавших растений, % (27.02.2021)
	30.11.2020	27.02.2021	
Мерседес, контроль	28	27	96,4
Мерседес, органическое удобрение	33	31	93,9
Висби, контроль	29	24	82,8
Висби, органическое удобрение	32	30	93,8

Таблица 7 – Морфобиологические показатели озимого рапса (среднее значение), 2021–2022 гг.

Table 7 – Morphobiological indicators of winter rapeseed (average value), 2021–2022

Вариант	Количество растений на 1 м ² , шт.		Перезимовавшие растения, % (25.02.2022)
	25.11.2021	25.02.2022	
Мерседес, контроль	31	29	93,5
Мерседес, органическое удобрение	43	41	95,3
Висби, контроль	30	25	83,3
Висби, органическое удобрение	39	33	84,6

перезимовало 93 % растений, при этом в вариантах с применением органических удобрений процент выживаемости после зимнего периода составил 97 и 100 %.

В 2019–2020 гг. процент перезимовавших растений гибрида Мерседес в контроле составил более 97 % (как и в варианте с применением жидкой фракции свиного навоза). В вариантах с гибридом Висби процент перезимовавших растений в контрольном варианте (100 %), что более чем на 7 % выше по сравнению вариантом с внесением органических удобрений (92,8 %).

В период 2020–2021 гг. у гибрида Мерседес наблюдали более высокий процент перезимовавших растений в контрольном варианте (96,4 %). У гибрида Висби в варианте с внесением жидкой фракции свиного навоза на 11 % перезимовавших растений больше по сравнению с контролем (82,3 %).

Зима в 2021–2022 гг. была более теплой предыдущих в период исследований, что способствовало более раннему возобновлению вегетации. Следует отметить, что лучше перезимовали растения озимо-

го рапса гибрида Мерседес по сравнению с гибридом Висби, как в контрольных вариантах, так и при внесении органических удобрений. Разница составила около 10 %.

Для определения влияния внесения жидкого навоза свиней (органических удобрений) на формирование продуктивных стеблей, нами проведен подсчет количества продуктивных стеблей на одном растении в исследуемый период (табл. 8). Данный показатель позволяет отследить динамику формирования продуктивного стеблестоя, так как большее количество стеблей предположительно в дальнейшем положительно повлияет на увеличение урожайности.

Оценка данных приведенной таблицы показала увеличение количества продуктивных стеблей растений озимого рапса в вариантах с внесением жидкой фракции свиного навоза по сравнению с контролем на обоих гибридах.

Увеличение в период 2019–2020 гг. и 2020–2021 гг. составило 2–3 стебля (почти в 2 раза по сравнению с контролем). В 2018–2019 гг. и 2021–2022 гг. разница в количестве продуктивных стеблей между

Таблица 8 – Количество продуктивных побегов растений озимого рапса, 2018–2022 гг.

Table 8 – Number of productive shoots of winter rapeseed plants, 2018–2022

В штуках (in pieces)

Вариант	Количество продуктивных побегов растений			
	2018–2019 гг.	2019–2020 гг.	2020–2021 гг.	2021–2022 гг.
Мерседес, контроль	7±1,6	4±1,9	5±1,3	3±1,5
Мерседес, органическое удобрение	8±1,8	6±1,8	6±1,6	4±1,3
Висби, контроль	6±1,7	3±1,3	5±1,3	3±1,2
Висби, органическое удобрение	7±1,4	6±1,5	7±1,4	4±1,0

вариантом с внесением навоза свиней и контролем составила один стебель.

В таблице 9 рассмотрено влияние внесения свиного навоза жидкой фракции на массу семян на одном растении в течение периода исследований.

Таким образом, можем увидеть, что масса семян, собранных с одного растения, достоверно больше в вариантах с внесением жидкой фракции навоза свиней на протяжении всего периода.

Следует отметить, что минимальные значения были получены в 2020–2021 гг. по обоим гибридам, что связано с выпадением меньшего количества осадков по сравнению с другими периодами исследования.

Наименьшие значения массы семян с одного растения у гибрида Мерседес были получены в контрольном варианте (18,8 г) в 2021–2022 гг., а наибольшие (48,5 г) – в 2018–2019 гг. У растений озимого рапса гибрида Висби наименьшие значения массы семян с одного растения (20,6 г) также получили в 2021–2022 гг., тогда как наибольшие (56,3 г) – в 2018–2019 гг.

По данным таблицы 10 можно отметить, что в контрольных вариантах урожайность значительно ниже по

сравнению с вариантами, где в качестве удобрения использовалась жидкая фракция навоза свиней. При этом в периоды исследований 2018–2019; 2019–2020 и 2020–2021 гг. в вариантах с внесением навоза свиней урожайность гибрида Мерседес была на 3–5 % ниже по сравнению с данными по гибриду Висби, в то время как в 2021–2022 гг. гибрид Мерседес показал урожайность почти на 7 % выше по сравнению с гибридом Висби.

В контрольных вариантах гибрид Мерседес лидировал по показателям урожайности в 2019–2020 гг. (разница 21,4 %) и в 2021–2022 гг. (10 %); в остальные периоды исследования более высокие данные показал гибрид Висби.

Заключение. Исследования, проведенные в период с 2018 по 2022 гг., показали, что внесение жидкой фракции свиного навоза оказывает положительное действие на развитие растений озимого рапса и их продуктивность. За весь период исследований в вариантах с внесением навоза свиней показатели всех исследуемых элементов продуктивности изучаемых гибридов Мерседес и Висби увеличены по сравнению с контролем. Также отмечено увеличение показателей урожайности по обоим гибридам.

Таблица 9 – Влияние внесения навоза свиней жидкой фракции на массу семян
Table 9 – Effect of applying liquid pig manure on seed weight

В граммах на растение (in g/plant)

Вариант	Масса семян			
	2018–2019 гг.	2019–2020 гг.	2020–2021 гг.	2021–2022 гг.
Мерседес, контроль	25,9±4,80	24,7±3,03	20±1,00	18,8±2,30
Мерседес, органическое удобрение	48,5±6,65	48,3±3,82	25±1,50	34,1±4,50
Висби, контроль	31,0±3,43	29,1±2,89	21±1,40	20,6±3,10
Висби, органическое удобрение	56,3±9,10	50,0±3,47	25±1,70	39,8±3,10

Таблица 10 – Урожайность гибридов озимого рапса в период исследований, 2018–2022 гг.
Table 10 – Productivity of winter rapeseed hybrids during the research period, 2018–2022

В т/га (in t/ha)

Вариант	Урожайность			
	2018–2019 гг.	2019–2020 гг.	2020–2021 гг.	2021–2022 гг.
Мерседес, контроль	2,36	2,85	2,60	2,35
Мерседес, органическое удобрение	3,77	3,90	3,93	4,20
Висби, контроль	2,73	2,24	2,68	2,13
Висби, органическое удобрение	3,91	4,01	4,15	3,92

Список источников

1. Воловик В. Т., Шпаков А. С. Производство рапса в Центральной России: состояние и перспективы // Кормопроизводство. 2020. № 10. С. 3–8. EDN OZQUTR.
2. Beres J., Becka D., Tomasek J., Vasak J. Effect of autumn nitrogen fertilization on winter oilseed rape growth and yield parameters // Plant, Soil and Environment. 2019. Vol. 65. No. 9. P. 435–441. doi:10.17221/444/2019-PSE.
3. Кураченко Н. Л., Халипский А. Н., Казанов В. В. Влияние микробиологического удобрения «Азофит» на агрофизическое состояние чернозема и продуктивность рапса, возделываемого на маслосемена // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2019. № 3 (144). С. 22–28. EDN ZABDBR.
4. Бюллетени о состоянии сельского хозяйства (электронные версии) // Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277> (дата обращения: 31.01.2024).
5. Картамышева Е. В., Горбаченко Ф. И., Лучкина Т. Н., Реутин А. В., Кондаурова В. Е. Новый сорт рапса озимого Приз // Зерновое хозяйство России. 2018. № 6 (60). С. 49–52. doi: 10.31367/2079-8725-2018-60-6-49-52. EDN PKXKME.
6. Коломейченко В. В. Полевые и огородные культуры России. Зернобобовые и масличные : монография. СПб. : Лань, 2022. 520 с.
7. Панасин В. И., Рымаренко Д. А., Вихман М. И., Чечулин Д. С. Действие йодных микроудобрений на урожай и качество озимого рапса // Агротехнический вестник. 2019. № 2. С. 39–41. doi: 10.24411/0235-2516-2019-10025. EDN ZFALSX.
8. Терещенко С. А., Мудрова Л. Д. Зависимость урожайности озимого рапса (*Brassica napus* L.) от системы удобрений в условиях Калининградской области // Балтийский морской форум : материалы X междунар. Балтийского морского форума. Калининград : Калининградский государственный технический университет, 2022. Т. 1. С. 108–113. EDN STSJEF.
9. Meier U. Growth stages of mono- and dicotyledonous plants. BBCH Monograph. Edition, 2001. 158 p.

References

1. Volovik V. T., Shpakov A. S. Rapeseed production in Central Russia: state and perspectives. *Kormoproizvodstvo*, 2020;10:3–8. EDN OZQUTR (in Russ.).
2. Beres J., Becka D., Tomasek J., Vasak J. Effect of autumn nitrogen fertilization on winter oilseed rape growth and yield parameters. *Plant, Soil and Environment*, 2019;65;9:435–441. doi:10.17221/444/2019-PSE.
3. Kurachenko N. L., Khalipskiy A. N., Kazanov V. V. The influence of microbiological fertilizer of Azophyte on agrophysical condition of chernozem and productivity of rapeseeds cultivated for oil seeds. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2019;3(144):22–28. EDN ZABDBR (in Russ.).
4. Byulleteni o sostoyanii sel'skogo khozyaystva [Agricultural bulletins]. *Rosstat.gov.ru* Retrieved from <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277> (Accessed 31 January 2024) (in Russ.).
5. Kartamysheva E. V., Gorbachenko F. I., Luchkina T. N., Reutina A. V., Kondaurova V. E. The new winter rapeseed variety "Priz". *Zernovoe khozyaystvo Rossii*, 2018;6(60):49–52. doi: 10.31367/2079-8725-2018-60-6-49-52. EDN PKXKME (in Russ.).
6. Kolomeychenko V. V. *Field and vegetable crops of Russia. Grain legumes and oilseeds: monograph*, Saint-Petersburg, Lan', 2022, 520 p. (in Russ.).
7. Panasin V. I., Rymarenko D. A., Vikhman M. I., Chechulin D. S. Effect of iodine microfertilizers on yield and quality of winter rape. *Agrokhimicheskij vestnik*, 2019;2:39–41. doi: 10.24411/0235-2516-2019-10025. EDN ZFALSX (in Russ.).

8. Tereshchenko S. A., Mudrova L. D. Winter rape yield dependence (*Brassica napus* L.) from the fertilizer system in the conditions of the Kaliningrad region. Proceedings from The Baltic Sea Forum: Baltiyskiy morskoy forum: *X Mezhdunarodnyi Baltiiskii morskoi forum – X International Baltic Sea Forum*. (PP. 108–113), Kaliningrad, Kaliningradskiy gosudarstvennyy tekhnicheskiy universitet. 2022. EDN STSJEF (in Russ.).

9. Meier U. Growth stages of mono- and dicotyledonous plants. BBCH Monograph, Edition, 2001, 158 p.

© Терещенко С. А., Мудрова Л. Д., 2024

Статья поступила в редакцию 11.02.2024; одобрена после рецензирования 14.03.2024; принята к публикации 15.03.2024.

The article was submitted 11.02.2024; approved after reviewing 14.03.2024; accepted for publication 15.03.2024.

Информация об авторах

Терещенко Светлана Анатольевна, кандидат биологических наук, доцент, Калининградский государственный технический университет, svetlana.tereschenko@klgtu.ru;

Мудрова Лилия Дмитриевна, студент магистратуры, Калининградский государственный технический университет, mudrova1996@inbox.ru

Information about the authors

Svetlana A. Tereshchenko, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Kaliningrad State Technical University, svetlana.tereschenko@klgtu.ru;

Lilia D. Mudrova, Master's Degree Student, Kaliningrad State Technical University, mudrova1996@inbox.ru

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.