

УДК 631.862.2

DOI 10.48612/vch9pru-hb7p-5mr

ВЛИЯНИЕ ЖИДКОГО ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ СЕМЯН РАПСА**С. И. Новоселов, И. В. Торуткин***Марийский государственный университет
424002, г. Йошкар-Ола, Российская Федерация*

Аннотация. В условиях дерново-подзолистой почвы методом микрополевого опыта изучено влияние доз и форм жидкого свиного навоза на формирование урожая семян рапса. Авторами установлено положительное влияние жидких органических удобрений (ЖОУ) на всхожесть семян рапса. Всходы семян рапса появлялись на 1-2 дня раньше на вариантах с внесением жидких органических удобрений. Выживаемость растений рапса с внесением в почву 30 т/га жидкого навоза повысилась на 5,1-5,7 процента и сохранность растений – на 6,7-7,7 процента. Выживаемость и сохранность растений рапса на 7,1-9,9 и 8,0-12,0 % соответственно повысились с внесением в почву 60 т/га жидкого навоза. Урожайность семян рапса, выращенного в контрольном варианте в среднем за годы исследований, составила 148 г/м². На втором варианте опыта урожайность семян данной культуры возросла на 122 г/м², а в третьем варианте – на 165 г/м². Повышение урожайности при внесении в почву 30 т/га модифицированного жидкого органического удобрения увеличилось на 146 г/м² и на 181 г/м² при внесении в почву 60 т/га. Количество стручков на растении, количество семян в стручке, масса 1000 семян увеличивалась при использовании жидких органических удобрений. Содержание масла в семенах растений рапса, выращенного на контрольном варианте опыта, составила 42,1 %. При внесении в почву 30 т/га свиного навоза содержание масла в семенах повысилось до 43,0 % и до 43,4 % при внесении 60 т/га. Содержание масла в семенах рапса при выращивании с внесением модифицированного жидкого органического удобрения от 30 до 60 т/га достигала от 43,8 % до 44,0 %.

Ключевые слова: масла, урожайность, модифицированное жидкое органическое удобрение, рапс.

Введение. Утилизация отходов животных является одной из острейших проблем в животноводстве и, особенно, в свиноводстве [2], [7], [8]. Вместе с тальми и дождевыми водами свиная жижа смывается и попадает в открытые водоемы, реки, загрязняя их [4], [5]. Наиболее экономически обоснованным способом утилизации свиной жижи является использование ее в качестве органического удобрения для внесения в почву [1], [3], [6], [9]. В настоящее время важной научной и практической задачей является поиск эффективных способов использования жидкого свиного навоза.

Цель работы – изучить влияние свиной жижи на урожайность ярового рапса.

Материалы и методы. С 2020 по 2021 гг. проведены исследования по выявлению влияния жидкого свиного навоза на урожайность семян рапса в условиях Республики Марий Эл.

Схема опыта: 1. Без удобрений (контроль). 2. Жидкий свиной навоз в дозе 30 т/га. 3. Жидкий свиной навоз в дозе 60 т/га. 4. Модифицированное жидкое органическое удобрение в дозе 30 т/га. 5. Модифицированное жидкое органическое удобрение в дозе 60 т/га.

Путем нейтрализации жидкого свиного навоза серной кислотой до достижения значения pH 5,5-5,7 получено модифицированное жидкое органическое удобрение. Сорт рапса «Ярило» использовали в качестве объекта исследования. Предшественником на данном участке выступала озимая пшеница. Площадь делянки составляла 1 м², при четырехкратной повторности.

Результаты исследования и их обсуждение. Фенологические наблюдения, проводимые в течение вегетационного периода ярового рапса при применении жидких органических удобрений, показали особенности формирования урожая семян рапса. Наблюдения показали, что положительное влияние на всхожесть семян оказали жидкие органические удобрения. Всходы появились на 13 день после посева на удобренной почве и на 1-2 дня раньше при внесении жидких органических удобрений. В вариантах с внесением жидкого свиного навоза в почву 30 т/га они появились на 12 день и на 11 день при внесении в почву 60 т/га. Действие жидких органических удобрений проявилось в продолжительности прохождения фаз развития. На контрольном варианте созревание растений проходило более ускоренно. На 30 день после всходов у растений рапса наступила фаза бутонизации. Аналогичные закономерности проявились и к началу цветения. Фаза цветения растений рапса на контроле отмечена через 24 дня после бутонизации. Цветение растений после бутонизации в посевах с внесением 30 т/га жидкого навоза в почву началось через 26 дней и через 28 дней при внесении 60 т/га. Уборочная спелость ярового рапса, выращенного без свиного навоза, наступила на 3-5 дней раньше по сравнению с удобренными вариантами. Для достижения уборочной спелости ярового рапса, выращенного без удобрений, потребовалось от посева до уборки 109 дней. В вариантах с дозами жидкого навоза 30 т/га для созревания урожая семян ярового рапса потребовалось 115-116 дней, а с дозами 60 т/га – 120 дней (табл. 1).

Таблица 1 – Продолжительность фаз развития ярового рапса, дней

Вариант	Посев – всходы	Бутонизация	Цветение	Цветение – уборочная спелость	Посев – уборка
1. Без удобрений	13	30	24	42	109
2. Жидкий свиной навоз в дозе 30 т/га	12	32	26	45	115
3. Жидкий свиной навоз в дозе 60 т/га	11	34	28	47	120
4. Модифицированное ЖОУ в дозе 30 т/га	12	32	26	46	116
5. Модифицированное ЖОУ в дозе 60 т/га	11	34	28	47	120

Применяемые удобрения влияли на выживаемость и сохранность растений ярового рапса (табл. 2).

Таблица 2 – Выживаемость и сохранность растений ярового рапса к уборке

Вариант	Всходы, шт/м ²	Полная спелость, шт/м ²	Выживаемость, %	Сохранность, от нормы высева, %
1. Без удобрений	224	148	66,1	49,3
2. Жидкий свиной навоз в дозе 30 т/га	236	168	71,2	56,0
3. Жидкий свиной навоз в дозе 60 т/га	235	172	73,2	57,3
4. Модифицированное ЖОУ в дозе 30 т/га	238	171	71,8	57,0
5. Модифицированное ЖОУ в дозе 60 т/га	242	184	76,0	61,3

На неудобренном варианте выживаемость растений рапса составила 66,1 %, а сохранность – 49,3 %. Внесение жидкого навоза в дозе 30 т/га повысило выживаемость растений рапса на 5,1-5,7 процента, а сохранность – на 6,7-7,7 процента. Применение жидкого навоза в дозе 60 т/га обеспечило возрастание выживаемости растений рапса на 7,1-9,9 процентов, а сохранность – на 8,0-12,0 процентов.

В результате учета урожая установлено положительное влияние жидкого свиного навоза на урожайность семян рапса. Эффективность его использования зависела от дозы и формы удобрения (табл. 3). В 2020 году прибавка урожая семян от внесения жидкого свиного навоза из расчета 30 т/га составила 157 г/м², а при дозе 60 т/га она возросла до 207 т/га. При применении модифицированного жидкого органического удобрения прибавка урожая семян рапса была выше и соответственно составила 182 г/м² и 214 г/м². Добавление серы повысило урожайность семян рапса соответственно на 25 г/м² и 7 г/м². В 2021 году внесение жидкого свиного навоза в дозе 30 т/га обеспечило получение прибавки урожая семян рапса на 86 г/м², а при дозе 60 т/га – на 121 г/м². Модификация жидкого навоза путем добавления серы и оптимизации рН до 5,7 положительно повлияла на урожайность семян рапса. Применение модифицированного жидкого органического удобрения в дозе 30 т/га обеспечило повышение урожайности на 146 г/м², а при дозе 60 т/га – на 181 г/м². Прибавка урожайности семян рапса соответственно составила 24 г/м² и 16 г/м².

Таблица 3 – Урожайность семян рапса, г/м²

Вариант	2020 г.	2021 г.	Среднее	Прибавка от ЖОУ	Прибавка от серы
1. Без удобрений	138	159	148	-	-
2. Жидкий свиной навоз в дозе 30 т/га	295	245	270	+122	-
3. Жидкий свиной навоз в дозе 60 т/га	345	280	313	+165	-
4. Модифицированное ЖОУ в дозе 30 т/га	320	267	294	+146	+24
5. Модифицированное ЖОУ в дозе 60 т/га	352	306	329	+181	+16
НСР ₀₅	23	18			

Анализ структуры урожая рапса показал, что использование жидких органических удобрений увеличивает все элементы структуры урожая рапса (табл. 4).

Таблица 4 – Структура урожая рапса (в среднем за два года)

Вариант	Количество семян в стручке, шт.	Масса семян в стручке, г	Масса 1000 семян, г	Количество стручков на одном растении, шт.
1. Без удобрений	16	0,04	2,6	56
2. Жидкий свиной навоз в дозе 30 т/га	21	0,06	3,3	114
3. Жидкий свиной навоз в дозе 60 т/га	23	0,07	3,5	131
4. Модифицированное ЖОУ в дозе 30 т/га	22	0,07	3,5	128
5. Модифицированное ЖОУ в дозе 60 т/га	24	0,08	3,6	138

В варианте с внесением модифицированного жидкого органического удобрения в дозе 60 т/га получены максимальные значения показателей структуры урожая рапса. Рапс, выращенный на данном варианте, имел на одном растении 138 стручков, в среднем с 24 семенами и массой 0,08 г. Масса 1000 семян рапса при этом составила 3,6 г.

Применение жидких органических удобрений положительно сказалось на содержании масла в семенах рапса (табл. 5). Улучшение питания растений рапса серой положительно сказалось на содержании масла в семенах. Выращивание рапса с внесением модифицированного жидкого органического удобрения в дозе 30 т/га позволило получить семена с содержанием жира 43,8 %, а при дозе 60 т/га – 44,0 %. Минимальный выход масла 6,24 ц/га был при выращивании рапса на контрольном варианте. На удобренных вариантах сбор масла был значительно выше. С увеличением дозы жидкого удобрения сбор масла возрастал. Максимальный выход масла 14,46 ц/га был в варианте с внесением модифицированного жидкого удобрения в дозе 60 т/га.

Таблица 5 – Содержание и выход масла (в среднем за 2 года)

Вариант	Содержание масла, %			Выход масла, ц/га		
	2020 г.	2021 г.	в среднем	2020 г.	2021 г.	в среднем
1. Без удобрений	41,9	42,2	42,1	5,78	6,71	6,24
2. Жидкий свиной навоз в дозе 30 т/га	42,5	43,5	43,0	12,54	10,65	11,59
3. Жидкий свиной навоз в дозе 60 т/га	43,1	43,8	43,4	14,87	12,26	13,56
4. Модифицированное ЖОУ в дозе 30 т/га	43,5	44,1	43,8	14,79	11,77	13,28
5. Модифицированное ЖОУ в дозе 60 т/га	43,6	44,3	44,0	15,35	13,56	14,46

Выводы.

1. На всхожесть семян рапса положительно влияли внесение в почву жидких органических удобрений.
2. Для достижения уборочной спелости ярового рапса, выращенного без удобрений, потребовалось от посева до уборки 109 дней. В вариантах с дозами жидкого навоза 30 т/га для созревания урожая семян ярового рапса потребовалось 115-116 дней, а с дозами 60 т/га – 120 дней.
3. Внесение жидкого навоза в дозе 30 т/га повысило выживаемость растений рапса на 5,1-5,7 процента, а сохранность – на 6,7-7,7 процента. Применение жидкого навоза в дозе 60 т/га обеспечило увеличение выживаемости растений рапса на 7,1-9,9 процента, а сохранность – на 8,0-12,0 процентов.
4. Урожайность семян рапса, выращенного на контрольном варианте, за два года исследований составила 148 г/м². При внесении жидкого свиного навоза в дозе 30 т/га урожайность семян рапса возросла на 122 г/м², а в дозе 60 т/га – на 165 г/м². Применение модифицированного жидкого удобрения в дозе 30 т/га обеспечило повышение урожайности на 146 г/м², а в дозе 60 т/га – на 181 г/м².
5. В среднем за два года исследований в семенах рапса, выращенного без удобрений, содержание масла составило 42,1 %. Внесение жидкого навоза в дозе 30 т/га повысило содержание жира в семенах до 43,0 %, а в

дозе 60 т/га – до 43,4 %. Улучшение питания растений рапса серой положительно сказалось на содержании масла в семенах. Выращивание рапса с внесением модифицированного жидкого органического удобрения в дозе 30 т/га позволило получить семена с содержанием жира 43,8 %, а в дозе 60 т/га – 44,0 %.

6. Минимальный выход масла 6,24 ц/га был при выращивании рапса на контрольном варианте. На удобренных вариантах сбор масла был значительно выше. С увеличением дозы жидкого органического удобрения сбор масла возрастал. Максимальный выход масла 14,46 ц/га был в варианте с внесением модифицированного жидкого органического удобрения в дозе 60 т/га.

Литература

1. Абуова, А. Б. Продуктивность и экономическая эффективность возделывания ярового рапса на зеленый корм в условиях Северного Казахстана / А. Б. Абуова. // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. — 2012. — № 1. — С. 48-52.
2. Бабенко, М. В. Влияние различных фракций и доз свиного навоза на изменение содержания гумуса и его фракционно-групповой состав в дерново-подзолистой почве / М. В. Бабенко, А. С. Васильев, И. А. Дроздов // Агробиологический вестник. — 2020. — № 1. — С. 25-31.
3. Бочкарева, Э. Б. Сорт рапса ярового Руян / Э. Б. Бочкарева, Л. А. Горлова, В. В. Сердюк // Масличные культуры. Научно – технический бюллетень Всероссийского научно – исследовательского института масличных культур. — 2016. — Вып. 1(165). — С. 129 – 130.
4. Влияние жидкого свиного навоза на урожайность пшеницы, содержание и баланс элементов питания в светло-серой лесной почве легкого гранулометрического состава / В. И. Титова, Л. Д. Варламова, Р. Н. Рыбин, Т. В. Андропова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. — 2019. — Том 20. — № 5. — С. 456-466. doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.5.456-466
5. Влияние свиного навоза на агроэкологическую характеристику светло-серой лесной почвы / В. И. Титова, Л. Д. Варламова, Р. Н. Рыбин, Т. В. Андропова // Пермский аграрный вестник. — 2019. — № 3(27). — С. 79-86.
6. Комелин, А. М. Влияние жидкого органического удобрения на основе свиного навоза в последствии на урожайность и химический состав ячменя / А. М. Комелин, И. А. Новоселов, С. И. Новоселов // Вестник Чувашского аграрного университета. — 2024. — № 3. — С. 30-35.
7. Новицкий, И. Промышленное свиноводство и окружающая среда / И. Новицкий // Свиноводство. — 2016. — № 2. — С. 7-12.
8. Новоселов, С. И. Эффективность внутрипочвенного внесения жидких органических удобрений на основе свиного навоза / С. И. Новоселов // Отходы, причины их образования и перспективы использования : сборник научных трудов по материалам Международной научной экологической конференции. — Краснодар. — 2019. — С. 550-552
9. Тарасов, С. И. Использование бесподстилочного навоза. Приоритетные направления исследований. / С. И. Тарасов, Г. Е. Мерзлая // Плодородие. — 2018. — № 6. — С. 53-56.

Сведения об авторах

1. **Новоселов Сергей Иванович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры общего земледелия, растениеводства, агрохимии и защиты растений, Марийский государственный университет, 424001, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1, Республика Марий Эл, Россия; e-mail: serg.novoselov2011@yandex.ru, тел. +7-927-680-63-22.

2. **Торуткин Иван Владимирович**, аспирант кафедры общего земледелия, растениеводства, агрохимии и защиты растений, Марийский государственный университет, 424001, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1, Республика Марий Эл, Россия.

THE EFFECT OF LIQUID ORGANIC FERTILIZER ON RAPESEED YIELD

S. I. Novoselov, I. V. Torutkin

*Mari State University
424002, Yoshkar-Ola, Russian Federation*

Abstract. *In conditions of sod-podzolic soil, the effect of doses and forms of liquid pig manure on the formation of rapeseed yield was studied by the method of micropole experiment. The authors have established the positive effect of liquid organic fertilizers on the germination of rapeseed seeds. Rapeseed seedlings appeared 1-2 days earlier in the variants with the introduction of liquid organic fertilizers. The survival rate of rapeseed plants with the introduction of 30 tons/ha of liquid manure into the soil increased by 5.1-5.7 percent and plant safety by 6.7-7.7 percent. The survival and safety of rapeseed plants increased by 7.1-9.9 and 8.0-12.0%, respectively, with the introduction of 60 t/ha of liquid manure into the soil. The yield of rapeseed grown in the control variant averaged 148 g/m² over the years of research. In the second variant of the experiment, the yield of seeds of this crop increased by 122 g/m², and in the third variant – by 165 g/m². The increase in yield when applying modified liquid organic fertilizer to the soil of 30 t/ha increased by*

146 g/m² and by 181 g/m² when applying 60 t/ha to the soil. The number of pods on the plant, the number of seeds in the pod, and the weight of 1000 seeds increased with the use of liquid organic fertilizers. The oil content in the seeds of rapeseed plants grown in the control version of the experiment was 42.1%. When applying 30 t/ha of pig manure to the soil, the oil content in the seeds increased to 43.0% and to 43.4% when applying 60 t/ha. The oil content in rapeseed seeds when grown with modified liquid organic fertilizer from 30 to 60 t/ha reached from 43.8% to 44.0%.

Keywords: oils, yield, modified liquid organic fertilizer, rapeseed.

References

1. Abuova, A. B. Produktivnost' i ehkonomicheskaya ehffektivnost' vozdeleyvaniya yarovogo rapsa na zelenyj korm v usloviyakh Severnogo Kazakhstana / A. B. Abuova. // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. – 2012. – № 1. – S. 48-52.
2. Babenko, M. V. Vliyanie razlichnykh frakcij i doz svinogo navoza na izmenenie sodержaniya gumusa i ego frakcionno-grupповoj sostav v dernovo-podzolistoj pochv / M. V. Babenko, A. S. Vasil'ev, I. A. Drozdov // Agrokhimicheskij vestnik. – 2020. – № 1. – S. 25-31.
3. Bochkareva, E. H. B. Sort rapsa yarovogo Ruyan / E. H. B. Bochkareva, L. A. Gorlova, V. V. Serdyuk // Maslichnye kul'tury. Nauchno – tekhnicheskij byulleten' Vserossijskogo nauchno – issledovatel'skogo instituta maslichnykh kul'tur. – 2016. – Vyp. 1(165). – S. 129 – 130.
4. Vliyanie zhidkogo svinogo navoza na urozhajnost' pshenicy, sodержanie i balans ehlementov pitaniya v svetlo-seroj lesnoj pochve legkogo granulometricheskogo sostava / V. I. Titova, L. D. Varlamova, R. N. Rybin, T. V. Andronova // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. – 2019. – Tom 20. – № 5. – S. 456-466. doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.5.456-466
5. Vliyanie svinogo navoza na agroehkologicheskuyu kharakteristiku svetlo-seroj lesnoj pochvy / V. I. Titova, L. D. Varlamova, R. N. Rybin, T. V. Andronova // Permskij agrarnyj vestnik. – 2019. – № 3(27). – S. 79-86.
6. Komelin, A. M. Vliyanie zhidkogo organicheskogo udobreniya na osnove svinogo navoza v posledejstvii na urozhajnost' i khimicheskij sostav yachmenya / A. M. Komelin, I. A. Novoselov, S. I. Novoselov // Vestnik Chuvashskogo agrarnogo universiteta. – 2024. – № 3. – S. 30-35.
7. Novickij, I. Promyshlennoe svinovodstvo i okruzhayushchaya sreda / I. Novickij // Svinovodstvo. – 2016. – № 2. – S. 7-12.
8. Novoselov, S. I. Ehffektivnost' vnutripochvennogo vnoseniya zhidkikh organicheskikh udobrenij na osnove svinogo navoza / S. I. Novoselov // Otkhody, prichiny ikh obrazovaniya i perspektivy ispol'zovaniya : sbornik nauchnykh trudov po materialam Mezhdunarodnoj nauchnoj ehkologicheskoy konferencii. – Krasnodar. – 2019. – S. 550-552
9. Tarasov, S. I. Ispol'zovanie bespodstilochnogo navoza. Prioritetnye napravleniya issledovanij. / S. I. Tarasov, G. E. Merzlaya // Plodorodie. – 2018. – № 6. – S. 53-56.

Information about authors

1. **Novoselov Sergey Ivanovich**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of General Agriculture, Crop Production, Agrochemistry and Plant Protection, Mari State University, 424001, Yoshkar-Ola, Lenin Square, 1, Republic of Mari El, Russia; e-mail: serg.novoselov2011@yandex.ru, tel. +7-927-680-63-22.
2. **Torutkin Ivan Vladimirovich**, postgraduate student of the Department of General Agriculture, Crop Production, Agrochemistry and Plant Protection, Mari State University, 424001, Yoshkar-Ola, Lenin Square, 1, Republic of Mari El, Russia.