

УДК 631.862.2

DOI 10.30914/2411-9687-2025-11-2-140-148

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

Аннотация. Введение. Многочисленными опытами доказано, что на дерново-подзолистых почвах повышение плодородия и получение высоких урожаев без применения органических удобрений невозможно. В последние годы в связи с недостаточным применением органических удобрений эта проблема еще более обострилась. Улучшить ситуацию возможно путем максимального использования жидких органических удобрений, таких как свиной навоз. **Материалы и методы.** Исследования проводили с помощью микрополевого опыта и лабораторных анализов. Микрополевой опыт проводили на опытном поле, а лабораторные исследования – на кафедре общего земледелия, растениеводства, агрохимии и защиты растений Марийского государственного университета. Модифицированное жидкое органическое удобрение получили(создали), нейтрализовав жидкий свиной навоз серной кислотой (H_2SO_4) до pH 5,5–5,7. Объектом исследования стал рапс яровой сорта «Ярило», который выращивали на семена. **Цель исследования** – изучить влияние доз и форм жидкого свиного навоза на урожайность ярового рапса. **Результаты и обсуждение.** Установлено, что жидкие органические удобрения ускоряли появление всходов рапса на 1–2 дня. Внесение 30 т/га жидкого навоза увеличивало выживаемость растений на 5,1–5,7 %, а 60 т/га – на 7,1–9,9 %. Урожайность семян на контроле составляла 160 г/м². Жидкий свиной навоз в дозах 30 и 60 т/га повышал урожайность на 70,5 и 105,5 г/м² соответственно, а модифицированное удобрение – на 85,5 и 137,5 г/м². Использование удобрений увеличило количество стручков и семян в стручке, массу семян и массу 1000 семян. Содержание масла в семенах без удобрений составляло 41,2 %. Применение жидкого свиного навоза в дозах 30 и 60 т/га повышало его концентрацию до 41,4 и 41,7 % соответственно, а модифицированное удобрение в дозе 30 т/га – до 41,7 %, в дозе 60 т/га – до 41,6 %. Максимальный выход масла, равный 12,39 ц/га, был получен в варианте с использованием модифицированного жидкого органического удобрения в дозе 60 т/га.

Ключевые слова: рапс, свиная жижа, модифицированное жидкое органическое удобрение, сера, урожайность, содержание масла

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Новоселов С. И., Торуткин И. В. Влияние жидкого органического удобрения на урожайность рапса // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2025. Т. 11. № 2. С. 140–148. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2025-11-2-140-148>

THE EFFECT OF LIQUID ORGANIC FERTILIZER ON RAPESEED YIELD**S. I. Novoselov, I. V. Torutkin***Mari State University, Yoshkar-Ola, Russian Federation*

Abstract. Introduction. Numerous experiments have proven that it is impossible to increase soil fertility and obtain high yields on sod-podzolic soils without the use of organic fertilizers. In recent years, due to the insufficient use of organic fertilizers, this problem has become even more acute. The situation can be improved by maximizing the use of liquid organic fertilizers such as pig manure. **Materials and methods.** The study was conducted using micro-field experiments and laboratory analyses. The micro-field experiments were carried out in an experimental field, and the laboratory studies were conducted at the Department of General Agriculture, Plant Growing, Agrochemistry, and Plant Protection at Mari State University. A modified liquid organic fertilizer was obtained (created) by neutralizing liquid pig manure with sulfuric acid (H_2SO_4) to pH 5.5–5.7. The object of the study was spring rapeseed of the Yarilo variety, which was grown for seeds. **The aim of the study** was to study the effect of doses and forms of liquid pig manure on the yield of spring rapeseed. **Results and discussion.** It was found that liquid organic fertilizers lead to the emergence of rape seedlings in 1–2 days. The application of 30 t/ha of liquid manure increased plant survival

by 5.1–5.7 %, and 60 t/ha by 7.1–9.9 %. The seed yield in the control was 160 g/m². Liquid pig manure at doses of 30 and 60 t/ha increased the yield by 70.5 and 105.5 g/m², respectively, and the modified fertilizer by 85.5 and 137.5 g/m². The use of fertilizers increased the number of pods and seeds in a pod, seed weight, and 1000-seed weight. The oil content in seeds without fertilizers was 41.2 %. The use of liquid pig manure at doses of 30 and 60 t/ha increased its concentration to 41.4 and 41.7 %, respectively, and modified fertilizer at a dose of 30 t/ha – to 41.7 %, at a dose of 60 t/ha – to 41.6 %. The maximum oil yield, equal to 12.39 c/ha, was obtained in the variant using modified liquid organic fertilizer at a dose of 60 t/ha.

Keywords: rapeseed, pork slurry, modified liquid organic fertilizer, sulfur, yield, oil content

The authors declare no conflict of interest.

For citation: Novoselov S. I., Torutkin I. V. The effect of liquid organic fertilizer on rapeseed yield. *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*, 2025, vol. 11, no. 2, pp. 140–148. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2025-11-2-140-148>

Введение

Особенностью дерново-подзолистых почв Нечерноземной зоны России является низкий уровень плодородия [2; 7]. Многочисленными опытами доказано, что на этих почвах повышение плодородия и получение высоких урожаев без применения органических удобрений невозможно [1; 3]. В последние годы в связи с недостаточным использованием минеральных и органических удобрений эта проблема еще более обострилась. Решение данной проблемы видится в рациональном использовании имеющихся удобрений и максимальном использовании нетрадиционных органических удобрений, таких как отходы животноводства, птицеводства и др. [5; 10]. Особенностью современного периода является учет экологического фактора, поиск эффективных и безопасных способов повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Одним из перспективных направлений является использование жидких органических удобрений, одним из которых является свиной навоз [4; 6]. По своему составу он содержит все питательные вещества, необходимые для роста и развития растений. Однако его применение ограничивается его токсическими свойствами. Свиная жижа является токсическим отходом и относится к 3-му классу опасности для окружающей природной среды. Она обладает неприятным запахом, а вместе с талыми и дождевыми водами может смываться и попадать в открытые водоемы и грунтовые воды [11; 12]. Свиная жижа содержит органические вещества и элементы питания, необходимые растениям для роста и развития. Ее использование при возделывании сельскохозяй-

ственных культур положительно влияет на условия питания растений и почвенное плодородие [8; 9]. Разработка эффективных, экологически безопасных способов использования жидкого свиного навоза является важной народнохозяйственной задачей.

Материалы и методы

Исследование проводилось с применением комплексной методологии, включающей микрополевой опыт и лабораторные анализы. Микрополевой эксперимент был организован на специально выделенном участке, что обеспечило контролируемые условия для изучения агрономических процессов. Лабораторные исследования проводили на кафедре общего земледелия, растениеводства, агрохимии и защиты растений Марийского государственного университета, где имеется необходимая материально-техническая база и высококвалифицированный персонал.

Цель исследования – комплексная оценка влияния различных доз и форм жидкого свиного навоза на продуктивность ярового рапса.

Схема опыта:

1. Без применения удобрений (контрольная группа).
2. Внесение жидкого свиного навоза в дозе 30 т/га.
3. Внесение жидкого свиного навоза в дозе 60 т/га.
4. Внесение модифицированного жидкого органического удобрения в дозе 30 т/га.
5. Внесение модифицированного жидкого органического удобрения в дозе 60 т/га.

Модифицированное жидкое органическое удобрение было получено посредством нейтрализации жидкого свиного навоза серной кислотой (H_2SO_4) до достижения оптимального значения pH в диапазоне 5,5–5,7. Это позволило скорректировать кислотно-щелочной баланс удобрения, что, как предполагается, должно повысить его биологическую активность и эффективность.

В качестве объекта исследований был выбран яровой рапс сорта «Ярило», выращиваемый на семенные цели. Площадь каждой делянки составлял 1 квадратный метр, с четырехкратной повторностью для минимизации влияния случайных факторов. Предшествующей культурой на участке, где ставился микроделяночный опыт, была озимая пшеница, что обеспечило необходимый агрохимический фон для последующего выращивания рапса.

Почвенный покров экспериментального участка представлен дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой, малогумусной почвой с нейтральной реакцией среды. Содержание калия в почве находится на среднем уровне, в то время как доступного фосфора – на высоком. Такие агрохимические показатели создают благоприятные условия для выращивания сельскохозяйственных культур, включая яровой рапс.

Агрохимические анализы почвы и растительных образцов проводили с использованием стандартных методик, рекомендованных для данной почвенно-климатической зоны.

Показатели роста и развития растений рапса включали измерение высоты стеблей, биомассы, содержания хлорофилла.

Результаты и обсуждение

Фенологические исследования ярового рапса в период вегетации показали, как жидкие органические удобрения влияют на урожай. Наблюдения за развитием растений выявили, что такие удобрения ускоряют всхожесть семян. На контрольной, необработанной почве всходы появились на 13-й день после посева, в то время как на удобренной почве – на 1–2 дня раньше. При внесении жидкого навоза в дозе 30 т/га всходы появились на 12-й день, а при дозе 60 т/га – на 11-й. Жидкие органические удобрения также повлияли на продолжительность фаз развития. На контрольной почве растения созрели быстрее. Бутонизация началась на 30-й день после всходов, а на удобренной почве – на 2–4 дня позже. Эти закономерности сохранялись и в последующие фазы. Уборочная спелость рапса без жидкого навоза наступила на 3–5 дней раньше, чем на удобренной почве. Без удобрений растения от посева до уборки росли 109 дней. При внесении жидкого навоза в дозе 30 т/га этот срок увеличился до 115–116 дней, а при дозе 60 т/га – до 120 дней (табл. 1).

Применяемые жидкие органические удобрения положительно влияли на выживаемость и сохранность рапса (табл. 2).

Таблица 1 / Table 1

Продолжительность фаз развития ярового рапса, дней /
Duration of the development phases of spring rape, days

Вариант / Variant	Первые всходы / Growing	Бутонизация / Budding	Цветение / Blossom	Уборочная спелость / Harvest ripeness	Созревание / Maturation
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 + S	12	32	26	46	116
5. Модифицированное ЖОУ в дозе 60 т/га + S	11	34	28	47	120

Таблица 2 / Table 2

**Выживаемость и сохранность растений ярового рапса к уборке /
Survival and safety of spring rape plants for harvesting**

Вариант / Variant	Всходы, шт/м ² / Seedlings, pieces/m ²	Полная спелость, шт/м ² / Full ripeness, pieces/m ²	Выживаемость, % / Survival rate, %	Сохранность, от нормы высева, % / Safety, from the seeding rate, %
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 + S	238	171	71,8	57,0
5. Модифицированное ЖОУ в дозе 60 т/га + S	242	184	76,0	61,3

В рамках проведенного исследования было установлено, что на контрольных участках с неудобряемой почвой выживаемость растений рапса составила 66,1 %, а уровень сохранности достиг 49,3 %. Внесение жидкого навоза в дозировке 30 тонн на гектар продемонстрировало значительное улучшение агрономических показателей: выживаемость увеличилась на 5,1–5,7 %, а сохранность – на 6,7–7,7 %. Дальнейшее повышение дозы до 60 тонн на гектар существенно повысило агрономическую эффективность: выживаемость растений рапса возросла на 7,1–9,9 %, а сохранность – на 8,0–12,0 %. Полученные результаты свидетельствуют о положительном влиянии органических удобрений на показатели выживаемости и сохранности растений рапса, что подтверждается статистически значимыми различиями между контрольными и экспериментальными группами.

В рамках проведенного исследования установлено, что применение жидкого свиного навоза оказывает положительное воздействие на урожайность семян рапса. Эффективность данного агротехнического приема зависит от дозировки и формы удобрения (см. табл. 3). В 2021 году внесение жидкого свиного навоза в дозе 30 тонн/га привело к увеличению урожайности семян рапса на 86 г/га, а при дозировке 60 т/га – на 121 г/га. Модификация жидкого органического удобрения с применением дополнительных компонентов обеспечила еще более высокие результаты: прибавка урожайности семян рапса составила 108 г/га и 147 г/га соответствен-

но. Введение серы в состав жидкого органического удобрения повысило урожайность семян рапса на 22 г/га и 26 г/га при указанных дозировках. В 2023 году внесение жидкого свиного навоза в дозе 30 тонн/га способствовало увеличению урожайности семян рапса на 55 г/га, а использование дозы 60 т/га обеспечило прирост урожайности на 90 г/га. Применение модифицированного жидкого удобрения продемонстрировало более высокую эффективность: при дозировке 30 т/га урожайность увеличилась на 71 г/га, а при 60 т/га – на 128 г/га. В среднем за два года исследования урожайность семян рапса на контрольном варианте составила 160 г/га. Внесение жидкого свиного навоза в дозе 30 т/га повысило урожайность до 230,5 г/га, а в дозе 60 т/га – до 265,5 г/га. Модификация жидкого навоза путем добавления серы и оптимизации pH до 5,7 оказала значительное положительное влияние на урожайность семян рапса, что свидетельствует о высокой эффективности данного агротехнического приема. Применение модифицированного жидкого органического удобрения из расчета 30 тонн на гектар привело к увеличению урожайности до 249,5 г/м² на квадратный метр, а из расчета 60 тонн на гектар – до 297,5 г/м². Прибавки урожайности семян рапса составили соответственно 19 и 32 г/м² на квадратный метр.

Исследование структуры урожая рапса продемонстрировало значительное влияние жидких органических удобрений на агрономические показатели культуры. Применение данного вида

удобрений привело к увеличению количества стручков на одном растении, что, в свою очередь, повысило их семенную продуктивность. В частности, наблюдалась положительная корре-

кция между использованием удобрений и массой семян в стручке, а также увеличением массы 1000 семян. Эти результаты подтверждены статистически и представлены в таблице 4.

Таблица 3 / Table 3

Урожайность семян рапса, г/м² /
Rapeseed yield, g/m²

Вариант / Varian	2021	2023	Среднее / Average	Прибавка от ЖОУ / Increase from LOF	Прибавка от серы / The increase from sulfur
1. Без удобрений	159	161	160,0	–	–
2. Жидкий свиной навоз в дозе 30 т/га	245	216	230,5	+70,5	–
3. Жидкий свиной навоз в дозе 60 т/га	280	251	265,5	+105,5	–
4. Модифицированное ЖОУ в дозе 30 т/га	267	232	249,5	+89,5	+19
5. Модифицированное ЖОУ в дозе 60 т/га	306	289	297,5	+137,5	+32
НСР ₀₅	18	6			

Таблица 4 / Table 4

Структура урожая рапса (в среднем за два года) /
Rapeseed crop structure (average over two years)

Вариант / Varian	Количество семян в стручке, шт. / Number of seeds in a pod, pieces/m ²	Масса семян в стручке, г. / The mass of seeds in a pod, g.	Масса 1000 семян, г. / Weight of 1000 seeds, g.	Количество стручков на одном растении, шт. / Number of pods per plant, pieces
1. Без удобрений	16	0,04	3,0	56
2. Жидкий свиной навоз в дозе 30 т/га	21	0,06	3,5	114
3. Жидкий свиной навоз в дозе 60 т/га	23	0,07	3,6	131
4. Модифицированное ЖОУ в дозе 30 т/га	22	0,07	3,7	128
5. Модифицированное ЖОУ в дозе 60 т/га	24	0,08	3,7	138

Максимальные значения показателей структуры урожая рапса были достигнуты в варианте, где применялось модифицированное жидкое органическое удобрение из расчета 60 тонн на гектар. Растение рапса, выращенное в этом варианте, имело 138 стручков с содержанием 24 семян и массой 0,08 грамма. Масса тысячи семян рапса составила 3,7 грамма.

Жидкие органические удобрения положительно повлияли на содержание масла в семенах рапса. В 2021 году оно варьировалось от 42,2 % до 44,3 %, а в 2023-м – от 40,2 % до 38,8 %. В среднем за два года без удобрений содержание масла составляло 41,2 %. Внесение жидкого сви-

ного навоза (30 тонн на гектар) повысило его до 41,4 %, а 60 тонн – до 41,7 %. Улучшение питания серой также положительно сказалось на содержании масла. Использование модифицированного жидкого органического удобрения (30 тонн на гектар) дало семена с содержанием жира 41,7 %, а 60 тонн – 41,6 %. Минимальный выход масла составил 6,71 центнера с гектара на контрольном варианте. На удобренных участках сбор был значительно выше. С увеличением дозы жидкого удобрения выход масла возрастал. Максимальный результат – 12,39 центнера с гектара – достигнут при внесении модифицированного удобрения (60 тонн на гектар).

Таблица 5 / Table 5

Содержание и выход масла (в среднем за 2 года) /
Oil content and yield (average over 2 years)

Вариант / Varian	Содержание масла, % / Oil Content, %			Выход масла, ц/га / Oil output, c/ha		
	2021	2023	В среднем / On average	2021	2023	В среднем / On average
1. Без удобрений	42,2	40,2	41,2	6,71	6,47	6,59
2. Жидкий свиной навоз в дозе 30 т/га	43,5	39,2	41,4	10,65	8,47	9,56
3. Жидкий свиной навоз в дозе 60 т/га	43,8	39,5	41,7	12,26	9,91	11,09
4. Модифицированное ЖОУ в дозе 30 т/га	44,1	39,3	41,7	11,77	9,12	10,45
5. Модифицированное ЖОУ в дозе 60 т/га	44,3	38,8	41,6	13,56	11,21	12,39

Закключение

1. Результаты применения жидких органических удобрений демонстрируют значительное положительное влияние на процесс всхожести семян рапса. На контрольной, необработанной почве, всходы появились через 13 дней после посева. В условиях внесения удобрений данный процесс ускорился на 1–2 дня. При использовании жидкого коровьего навоза в дозировке 30 тонн на гектар всходы были зафиксированы на 12-й день после посева, а при увеличении дозы до 60 тонн на гектар – на 11-й день. Таким образом, оптимизация агрохимического фона посредством жидких органических удобрений способствует улучшению агрономических характеристик культуры, что подтверждается эмпирическими данными.

2. Для достижения стадии технической спелости ярового рапса, культивируемого без применения удобрений, потребовалось 109 дней с момента посева до сбора урожая. При внесении жидкого навоза в дозах 30 тонн на гектар период созревания семян ярового рапса составил 115–116 дней, а при применении 60 тонн на гектар – 120 дней.

3. Применение жидкого навоза в дозе 30 т/га продемонстрировало существенное улучшение показателей выживаемости растений рапса на 5,1–5,7 % и их сохранности на 6,7–7,7 %. Увеличение дозы внесения до 60 т/га привело к дальнейшему росту выживаемости на 7,1–9,9 % и сохранности на 8,0–12,0 %, что свидетельствует о нелинейной зависимости между уровнем внесения удобрений и показателями агрономической эффективности. Таким образом, установлено, что оптимизация дозирования жидкого навоза спо-

собствует значительному повышению устойчивости и продуктивности агроценозов рапса, что подтверждается статистически значимыми результатами экспериментальных исследований.

4. Применение жидкого свиного навоза продемонстрировало значительное положительное влияние на урожайность семян рапса. В рамках двухлетнего эксперимента, направленного на сравнительный анализ агрономических показателей, было установлено, что урожайность семян рапса, выращенного на контрольном участке, составила в среднем 160 граммов на квадратный метр. Внесение жидкого свиного навоза в дозах 30 т/га и 60 т/га привело к существенному увеличению урожайности семян рапса до 230,5 и 265,5 граммов на квадратный метр соответственно. Дополнительно было исследовано влияние модифицированного жидкого удобрения на урожайность семян рапса при аналогичных дозах внесения. Результаты показали, что применение модифицированного жидкого удобрения в дозах 30 и 60 тонн на гектар способствовало дальнейшему повышению урожайности до 249,5 и 297,5 граммов на квадратный метр соответственно. Таким образом, данные исследования подтверждают высокую эффективность использования жидкого свиного навоза и модифицированных жидких удобрений в качестве стимуляторов роста и повышения урожайности семян рапса, что имеет важное значение для агропромышленного комплекса и устойчивого сельскохозяйственного производства.

5. Применение жидкого навоза в агротехнологиях демонстрирует значительную положительную динамику в структуре урожая рапса.

В частности, наблюдается увеличение количества стручков на единицу площади, а также повышение семенной продуктивности каждого стручка, что выражается в увеличении массы семян и индекса массы 1000 семян. Наивысшие показатели урожайности были достигнуты при использовании модифицированного жидкого удобрения в дозе 60 тонн на гектар, что свидетельствует о его высокой эффективности в контексте интенсификации сельскохозяйственного производства.

6. В рамках двухлетнего экспериментального исследования была проведена комплексная оценка влияния различных агротехнических приемов на масличность семян рапса. В результате анализа было установлено, что в контрольном варианте, где не применялись минеральные удобрения, среднее содержание масла в семенах составило 41,2 %. Внесение жидкого навоза в количестве 30 т/га способствовало незначительному увеличению масличности до 41,4 %, а при повышении дозы до 60 т/га данный показатель возрос до 41,7 %. Анализ влияния серы на питательный статус растений рапса показал положительную корреляцию с увеличением содержания масла в семенах. Применение модифицированного жидкого органического удобрения в дозе 30 т/га привело к получению семян с маслично-

стью 41,7 %, тогда как при увеличении дозы до 60 т/га наблюдалось незначительное снижение показателя до 41,6 %.

7. В ходе исследования, направленного на оптимизацию агротехнических приемов при выращивании рапса, был проведен сравнительный анализ урожайности масличной культуры на различных экспериментальных участках. Контрольный участок, не подвергавшийся внесению удобрений, показал минимальный выход масла в размере 6,71 центнера на гектар. Применение удобрений существенно повысило продуктивность культуры. В частности, использование жидкого органического удобрения продемонстрировало значительную положительную динамику в увеличении сбора масла. Дальнейшее повышение дозы данного удобрения способствовало дальнейшему росту урожайности. Наиболее высокий показатель выхода масла, составивший 12,39 центнера на гектар, был достигнут при применении модифицированного жидкого органического удобрения в дозе 60 тонн на гектар. Данный результат свидетельствует о высокой эффективности модифицированного удобрения в условиях эксперимента и подтверждает целесообразность его использования в агротехнологиях выращивания рапса.

1. Абуова А. Б. Продуктивность и экономическая эффективность возделывания ярового рапса на зеленый корм в условиях Северного Казахстана // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2012. № 1. С. 48–52. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/produktivnost-i-ekonomicheskaya-effektivnost-vozdelyvaniya-yarovogo-rapsa-na-zelenyy-korm-v-usloviyah-severnogo-kazahstana?ysclid=mcsq8hj5fs196011787> (дата обращения: 29.01.2025).

2. Бабенко М. В., Васильев А. С., Дроздов И. А. Влияние различных фракций и доз свиного навоза на изменение содержания гумуса и его фракционно-групповой состав в дерново-подзолистой почве // Агрохимический вестник. 2020. № 1. С. 25–31. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyaniye-razlichnyh-fraktsiy-i-doz-svinogo-navoza-na-izmenenie-soderzhaniya-gumusa-i-ego-fraktsionno-gruppovoy-sostav-v-derново-подзолистой-pochve?ysclid=mcsqgvuowp601628869> (дата обращения: 12.02.2025).

3. Бочкарева Э. Б., Горлова Л. А., Сердюк В. В.. Сорт рапса ярового Руян // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2016. Вып. 1 (165). С. 129–130. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sort-rapsa-yarovogo-ruyan?ysclid=mcsqntzixc933618020> (дата обращения: 12.02.2025).

4. Комелин А. М., Новоселов И. А., Новоселов С. И. Влияние жидкого органического удобрения на основе свиного навоза в последствии на урожайность и химический состав ячменя // Вестник Чувашского аграрного университета. 2024. № 3. С. 30–35. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=72704036> (дата обращения: 12.02.2025).

5. Комелин А. М., Новоселов С. И., Мерзлая Г. Е. Агроэкологическая эффективность способов внесения жидкого свиного навоза при возделывании озимой пшеницы // Плодородие. 2023. № 3 (132). С. 37–40. URL: <https://plodородие-j.ru/journal/2023/3-2023/plodородiya-23.3/2023-3-37-40.html> (дата обращения: 18.02.2025).

6. Новицкий И. Промышленное свиноводство и окружающая среда // Свиноводство. 2016. № 2. С. 7–12.

7. Новоселов С. И., Кузьминых А. Н., Еремеев Р. В. Плодородие почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур в зависимости от основной обработки и севооборота // Плодородие. 2019. № 6 (111). С. 22–25. URL: <https://www.plodородие-j.ru/journal/2019/6-2019/2019-6-22-25.html> (дата обращения: 29.01.2025).

8. Новоселов С. И. Эффективность внутрипочвенного внесения жидких органических удобрений на основе свиного навоза // Отходы, причины их образования и перспективы использования : сб. научных трудов по матер. Международной научной экологической конференции (г. Краснодар, 26–27 марта 2019 г.). Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина. 2019. С. 550–552. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37728776&ysclid=mcsuqeci7d952230628> (дата обращения: 05.02.2025).
9. Эффективность внутрипочвенного внесения органических удобрений / В. Г. Сычев, Г. Е. Мерзлая [и др.] // Плодородие. 2021. № 4 (121). С. 33–36. URL: <https://www.plodorodie-j.ru/journal/2021/4-2021/2021-4-33-36.html> (дата обращения: 05.02.2025).
10. Тарасов С. И., Мерзлая Г. Е. Использование бесподстилочного навоза. Приоритетные направления исследований. // Плодородие. 2018. № 6. С. 53–56. URL: <https://www.plodorodie-j.ru/journal/2018/6-2018/2018-6-53-56.html> (дата обращения: 05.02.2025).
11. 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 [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019. Т. 20. № 5. С. 456–466. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.5.456-466>
12. Влияние свиного навоза на агроэкологическую характеристику светло-серой лесной почвы / В. И. Титова, Л. Д. Варламова [и др.] // Пермский аграрный вестник. 2019. № 3 (27). С. 79–86. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-svinogo-navoza-na-agroekologicheskuyu-harakteristiku-svetlo-seroy-lesnoy-pochvy?ysclid=mcsvepn5mb550554589> (дата обращения: 05.02.2025).

Статья поступила в редакцию 25.02.2025 г.; одобрена после рецензирования 27.03.2025 г.; принята к публикации 08.04.2025 г.

Об авторах

Новоселов Сергей Иванович

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, кафедра общего земледелия, растениеводства, агрохимии и защиты растений, Марийский государственный университет (424000, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1), serg.novoselov2011@yandex.ru

Торуткин Иван Владимирович

аспирант кафедры общего земледелия, растениеводства, агрохимии и защиты растений, Марийский государственный университет (424000, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1), serg.novoselov2011@yandex.ru

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

1. Abuova A. B. Produktivnost' i ekonomicheskaya effektivnost' vozdeleyvaniya yarovogo rapsa na zelenyi korm v usloviyakh Severnogo Kazakhstana [Productivity and economic efficiency of spring rapeseed cultivation for green fodder in Northern Kazakhstan.]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* = Proceedings of Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education, 2012, no. 1, pp. 48–52. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/produktivnost-i-ekonomicheskaya-effektivnost-vozdelyvaniya-yarovogo-rapsa-na-zelenyy-korm-v-usloviyah-severnogo-kazakhstana?ysclid=mcsq8hj5fs196011787> (accessed 29.01.2025). (In Russ.).
2. Babenko M. V., Vasilev A. S., Drozdov I. A. Vliyanie razlichnykh fraktsii i doz svinogo navoza na izmenenie sodержaniya gumusa i ego fraktsionno-gruppovoi sostav v dernovo-podzolistoi pochve [Influence of different fractions and doses of pig manure on changes of humus content and its fractional-group composition in soddy-podzolic soil]. *Agrokhimicheskii vestnik* = Agrochemical Herald, 2020, no. 1, pp. 25–31. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-razlichnykh-fraktsiy-i-doz-svinogo-navoza-na-izmenenie-soderzhaniya-gumusa-i-ego-fraktsionno-gruppovoy-sostav-v-dernovo?ysclid=mcsqgvuowp601628869> (accessed 12.02.2025). (In Russ.).
3. Bochkareva E. B., Gorlova L. A., Serdyuk V. V. Sort rapsa yarovogo Ruyan [Spring rape variety Ruyan.]. *Maslichnye kul'tury. Nauchno – tekhnicheskii byulleten' Vserossiiskogo nauchno – issledovatel'skogo instituta maslichnykh kul'tur* = Oilseed crops. Scientific and Technical Bulletin of the All-Russian Scientific Research Institute of Oilseeds, 2016, issue 1 (165), pp. 129–130. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/sort-rapsa-yarovogo-ruyan?ysclid=mcsqntzixc933618020> (accessed 12.02.2025). (In Russ.).
4. Komelin A. M., Novoselov I. A., Novoselov S. I. Vliyanie zhidkogo organicheskogo udobreniya na osnove svinogo navoza v posledestvii na urozhainost' i khimicheskii sostav yachmenya [The effect of liquid organic fertilizer based on pig manure in the aftereffect on the yield and chemical composition of barley.]. *Vestnik Chuvashskogo agrarnogo universiteta* = Vestnik Chuvash State Agrarian University, 2024, no. 3, pp. 30–35. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=72704036> (accessed 12.02.2025). (In Russ.).
5. Komelin A. M., Novoselov S. I., Merzlaya G. E. Agroekologicheskaya effektivnost' sposobov vneseniya zhidkogo svinogo navoza pri vozdelyvanii ozimoi pshenitsy [Agroecological efficiency of winter wheat manure application methods]. *Plodorodie* = Fertility, 2023, no. 3 (132), pp. 37–40. Available at: <https://plodorodie-j.ru/journal/2023/3-2023/plodorodiya-23.3/2023-3-37-40.html> (accessed 18.02.2025). (In Russ.).

6. Noviskiy I. Promyshlennoe svinovodstvo i okruzhayushchaya sreda [Industrial pig farming and the environment.]. *Svinovodstvo* = Pig breeding, 2016, no. 2, pp. 7–12. (In Russ.).

7. Eremeyev R. V., Novoselov S. I., Kuzminykh A. N. Plodorodie pochvy i produktivnost' sel'skokhozyaistvennykh kul'tur v zavisimosti ot osnovnoi obrabotki i sevooborota [The influence of fallow types and methods of primary tillage on soil fertility and productivity crop rotation]. *Plodorodie* = Fertility, 2019, no. 6 (111), pp. 22–25. Available at: <https://www.plodorodie-j.ru/journal/2019/6-2019/2019-6-22-25.html> (accessed 29.01.2025). (In Russ.).

8. Novoselov S. I. Effektivnost' vnutripochvennogo vneseniya zhidkikh organicheskikh udobrenii na osnove svinogo navoza [The effectiveness of soil making liquid organic fertilizer based on pig manure]. *Otkhody, prichiny ikh obrazovaniya i perspektivy ispol'zovaniya : Sbornik nauchnykh trudov po materialam Mezhdunarodnoi nauchnoi ekologicheskoi konferentsii* = Waste, rationale for its formation and prospects for use: Collection of scientific papers based on the materials of the International Scientific Conference, Krasnodar, March 26–27, 2019, Krasnodar, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, 2019, pp. 550–552. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37728776&ysclid=mcsuqeci7d952230628> (accessed 05.02.2025). (In Russ.).

9. Sichev V. G., Merzlaya G. E. [et al.] Effektivnost' vnutripochvennogo vneseniya organicheskikh udobrenii [Agroecological support innovative technologies of intra-soil application of organic fertilizers to increase soil fertility, yield and quality of agricultural crops]. *Plodorodie* = Fertility, 2021, no. 4 (121), pp. 33–36. Available at: <https://www.plodorodie-j.ru/journal/2021/4-2021/2021-4-33-36.html> (accessed 05.02.2025). (In Russ.).

10. Tarasov S. I., Merzlaya G. Ye. Ispol'zovanie bespodstilochnogo navoza. Prioritetnye napravleniya issledovaniy [The application of liquid manure, the main directions of research]. *Plodorodie* = Fertility, 2018, no. 6, pp. 53–56. Available at: <https://www.plodorodie-j.ru/journal/2018/6-2018/2018-6-53-56.html> (accessed 05.02.2025). (In Russ.).

11. Titova V. I., Varlamova L. D. [et al.] Vliyanie zhidkogo svinogo navoza na urozhainost' pshenitsy, sodержание i balans elementov pitaniya v svetlo-seroi lesnoi pochve legkogo granulometricheskogo sostava [The effect of liquid pig manure on the wheat yield, content and balance of nutrients in light-gray forest soil with light particle-size composition]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East, 2019, vol. 20, no. 5, pp. 456–466. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.5.456-466>

12. Titova V. I., Varlamova L. D. [et al.] Vliyanie svinogo navoza na agroekologicheskuyu kharakteristiku svetlo-seroi lesnoi pochvy [The effect of pig manure on the agroecological characteristics of light gray forest soil.]. *Permskii agrarnyi vestnik* = Perm Agrarian Bulletin, 2019, no. 3 (27), pp. 79–86. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-svinogo-navoza-na-agroekologicheskuyu-harakteristiku-svetlo-seroy-lesnoy-pochvy?ysclid=mcsvepn5mb550554589> (accessed 05.02.2025). (In Russ.).

The article was submitted 25.02.2025; approved after reviewing 27.03.2025; accepted for publication 08.04.2025.

About authors

Sergey I. Novoselov

Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Department of General Agriculture, Crop Production, Agrochemistry and Plant Protection, Mari State University (1 Lenin Sq., Yoshkar-Ola 424000, Russian Federation), serg.novoselov2011@yandex.ru

Ivan V. Torutkin

Postgraduate Student at the Department of General Agriculture, Crop Production, Agrochemistry and Plant Protection, Mari State University (424001, Republic of Mari El, Yoshkar-Ola, Lenin Square, 1), serg.novoselov2011@yandex.ru

All authors have read and approved the final manuscript.