

**Влияние способов обработки почвы и биологических удобрений
на урожайность ярового рапса и озимой пшеницы в условиях лесостепи**

Дмитрий Валериевич Виноградов^{1,2}, Татьяна Владимировна Зубкова³

¹ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», г. Москва, Россия

²ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», г. Рязань, Россия

³ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина», Липецкая область, г. Елец, Россия
e-mail: vdv-rz@rambler.ru

Аннотация. Изучены следующие варианты обработки почвы: вспашка (плуг «Квернеланд PN/RN», базовая модель «Квернеланд»), культивация (культиватор «Русич» КПП-12 с двухрядной пружинно-катковой приставкой), чизелевание (чизельный культиватор для сплошной обработки почвы, КЧ 5.1). В опыте использовали удобрения Ора старт, Азотовит, Фосфатовит, Экорост. По результатам исследований установлено, что максимальную прибавку урожайности получали на вариантах с чизельной обработкой почвы. На посевах пшеницы высокие показатели урожайности зафиксированы при использовании препаратов Ора старт, 1,5 л/т, Азотовит, 0,5 л/га + Фосфатовит, 0,5 л/га (+25,1 %), Ора старт, 1,5 л/т, Экорост, 0,5 л/га (+22,9 %). Высокая урожайность ярового рапса выявлена на варианте с чизелеванием, и совместным действием Ора старт, 1,5 л/т, Азотовит, 0,5 л/га + Фосфатовит, 0,5 л/га (2,53 т/га).

Ключевые слова: пшеница озимая; рапс; удобрения; обработка почвы; урожайность.

Для цитирования: Виноградов Д. В., Зубкова Т. В. Влияние способов обработки почвы и биологических удобрений на урожайность ярового рапса и озимой пшеницы в условиях лесостепи // Аграрный научный журнал. 2023. № 11. С. 21–28. [http: 10.28983/asj.y2023i11pp21-28](http://10.28983/asj.y2023i11pp21-28).

AGRONOMY

Original article

**Influence of tillage methods and biological fertilizers on the yield of spring rapeseed
and winter wheat in forest-steppe conditions**

Dmitry V. Vinogradov^{1,2}, Tatiana V. Zubkova³

¹Moscow State University named after M.V. Lomonosov, Moscow, Russia

²Ryazan State Agrotechnological University Named after P. A. Kostychev, Ryazan, Russia

³Yelets State University named I.A. Bunin, Lipetsk region, Yelets, Russia

e-mail: vdv-rz@rambler.ru

Annotation. The following tillage options have been studied: plowing (Kverneland PN/RN plow, Kverneland base model), cultivation (Rusich KPP-12 cultivator with a two-row spring-roller attachment), chiseling (chisel cultivator for continuous tillage, KCH 5.1). Fertilizers Ora start, Azotovite, Phosphatovite, Ecorost were used in the experiment. According to the research results, it was found that the maximum increase was obtained on variants with chisel tillage. On wheat crops, high yields were recorded, where the preparations Ora start, 1,5 l/t, Azotovite, 0,5 l/ha + Phosphatovite, 0,5 l/ha (+25,1 %), Ora start, 1,5 l/t, Ecorost, 0,5 l/ha (+22,9 %) were used. High yield of spring rapeseed was revealed on the variant with chiseling, and the joint action of Ora start, 1,5 l/t, Azotovite, 0,5 l/ha + Phosphatovite, 0,5 l/ha (2,53 t/ha).

Keywords: winter wheat; rapeseed; fertilizers; tillage; yield.

For citation: Vinogradov D. V., Zubkova T. V. Influence of tillage methods and biological fertilizers on the yield of spring rapeseed and winter wheat in forest-steppe conditions. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = The Agrarian Scientific Journal. 2023; (11): 21–28. (In Russ.). [http: 10.28983/asj.y2023i11pp21-28](http://10.28983/asj.y2023i11pp21-28).

Введение. В настоящее время наблюдается положительная динамика прироста посевов сельскохозяйственных культур в России. Так, по данным Росстата, в 2021 г. посевная площадь в целом составила 79,9 млн га, что на 0,3 % больше, чем в 2019 г. В последние годы посевные





площади и урожай таких культур, как яровой рапс и озимая пшеница имеют тенденцию только к увеличению. Урожай озимой пшеницы в 2022 г. составил 73,99 млн т, годом ранее – 50,1 млн т. В 2022 г. площади возделывания рапса достигли 2 339,1 тыс. га, что на 38,9 % больше, чем в 2021 г. Валовой сбор ярового рапса составил в 2022 г. 2,9 млн т, что на 27,6 % выше, чем в 2021 г. [2, 7].

Обработка почвы и использование удобрений являются важными элементами в технологии возделывания сельскохозяйственных культур, которые оказывают прямое влияние на их урожайность [4, 9, 10]. В последние годы во многих странах именно биоудобрения становятся все более популярными. В их состав могут входить как активные, так и скрытые штаммы микроорганизмов, либо сами по себе бактерии, либо в сочетании с водорослями или грибами [5, 8, 12]. Считается, что биоудобрения являются экологически чистой альтернативой химическим веществам, которые широко используются в сельском хозяйстве [11].

При обработке почвы фермеры органического земледелия больше используют безотвалыные чизельные и дисковые орудия, существенно снижающие потери почвы от эрозии [2, 3, 6, 14].

Таким образом, разработка технологий возделывания сельскохозяйственных культур, обеспечивающих получение высоких и устойчивых урожаев, исключающих внесение повышенных доз минеральных удобрений, а также с минимальным отрицательным воздействием на почву является актуальной задачей, имеющей важное теоретическое и практическое значение.

Цель исследований – определить эффективность биологических удобрений и их влияние на урожайность озимой пшеницы и ярового рапса на различных фонах почвенной обработки в условиях Рязанской области.

Методика исследований. Экспериментальную работу проводили в условиях Александровского района Рязанской области. Было проведено два полевых опыта, с озимой пшеницей в 2021–2022 гг. и с яровым рапсом в 2019–2022 гг.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный, содержание гумуса (по Тюрину) – 5,0–5,3 %, подвижного фосфора (по Кирсанову) – 184–188 мг/кг, калия – 146–150 мг/кг. Гидротермический коэффициент годов исследований: ГТК 2019 – 1,90, ГТК 2020 – 1,19, ГТК 2021 – 0,89, ГТК 2022 – 1,05.

Опыт 1 – с озимой пшеницей, проведен по двухфакторной схеме (3×5). Фактор А – варианты обработки почвы: 1) вспашка (плуг «Квернеланд PN/RN», базовая модель «Квернеланд»; 2) культивация (культиватор «Русич» КПП-12 с двухрядной пружинно-катковой приставкой); 3) чизелевание (чизельный культиватор для сплошной обработки почвы, КЧ 5.1). Фактор В – варианты с биологической обработкой семян и растений: 1) контроль (без обработки); 2) Ора старт, 1,5 л/т, Азотовит, 0,5 л/га + Фосфатовит, 0,5 л/га; 3) Ора старт, 1,5 л/т, Экорост, 0,5 л/га; 4) Азотовит, 2 л/т + Фосфатовит, 2 л/т, Азотовит, 0,5 л/га + Фосфатовит, 0,5 л/га; 5) Азотовит, 2 л/т + Фосфатовит, 2 л/т, Экорост, 0,5 л/га.

Общая площадь делянки 60 м², учетная – 50 м², повторность трехкратная, расположение делянок рендомизированное.

Опыт 2 – с яровым рапсом, проведен по двухфакторной схеме (2×3). Осенью проводили по всем вариантам вспашку плугом «Квернеланд PN/RN» на 20–22 см. Ранневесеннее боронование (МТЗ-1221+БЗТС-1,0) с последующими вариантами по фактору А – культивация (культиватор «Русич» КПП-12), чизелевание (КЧ 5.1) – проводили весной перед посевом рапса. По фактору В применялась биологическая обработка: 1) контроль (без обработки); 2) Ора старт, 1,5 л/т, Азотовит, 0,5 л/га + Фосфатовит, 0,5 л/га; 3) Ора старт, 1,5 л/т, Экорост, 0,5 л/га.

Общая площадь делянки 50 м², учетная – 40 м², повторность четырехкратная, расположение делянок рендомизированное. Опыты проведены в соответствии с методическими указаниями Б.А. Доспехова [1].

В исследованиях использовалось звено севооборота: кукуруза на силос – озимая пшеница – яровой рапс. В опыте 1 (пшеница) предшественником озимой пшеницы была кукуруза на силос; в опыте 2 (рапс) – озимая пшеница.

Объект исследований – сорт озимой пшеницы Льговская 4, сорт ярового рапса – Риф.

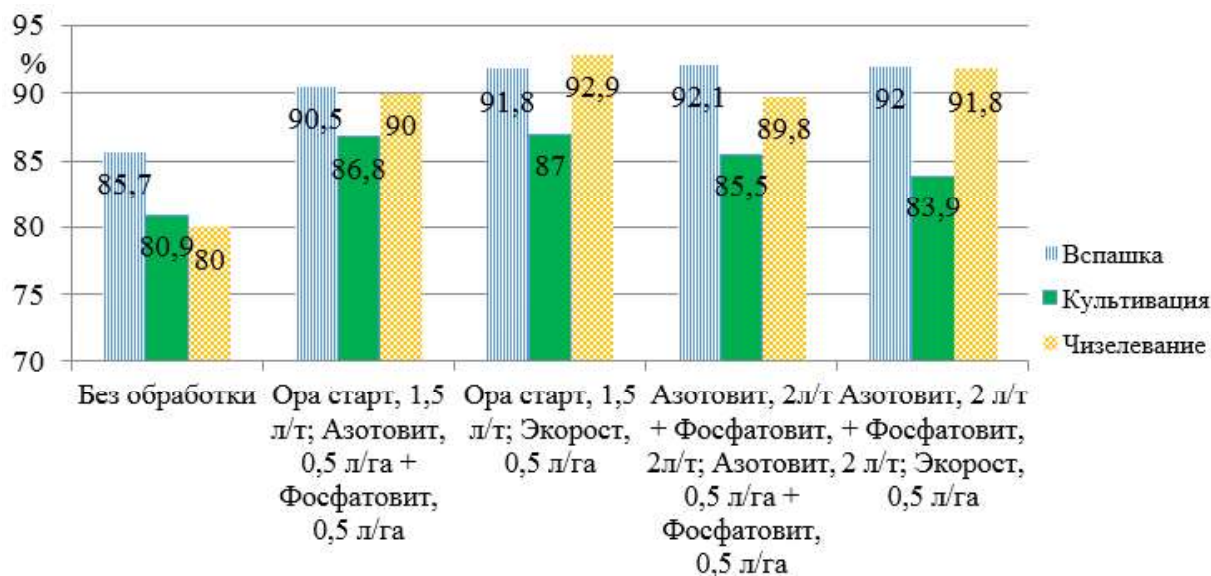


В качестве фона использовали органические удобрения – навоз 40 т/га после уборки кукурузы на силос под последующие культуры. В опыте с озимой пшеницей вносили минеральные удобрения в дозе $N_{120}P_{45}K_{25}$ из расчета планируемой урожайности в 3,5 т/га и применительно к почвенным условиям; в опыте с рапсом яровым – в дозе $N_{120}P_{35}K_{35}$, к планируемой урожайности в 3,0 т/га. Из минеральных удобрений применяли аммиачную селитру, простой суперфосфат, сульфатный калий в пересчете на действующее вещество. Фосфорно-калийные удобрения вносили под предпосевную культивацию, азотные – в виде подкормки весной в фазы кущения, выхода в трубку (озимая пшеница); и в фазу начала бутонизации (яровой рапс).

Посев озимой пшеницы: протравливание семян Баритон Супер, 1 л/т. Расход рабочей жидкости – 10 л/т. Посев ежегодно проводили 5 сентября, норма высева – 5,1 млн шт./га, глубина заделки семян – 3–4 см. В процессе роста озимой пшеницы проводили обработки пестицидами: гербицидами Пума Супер 100, 0,75 л/га + Велосити, 0,75 л/га в фазу кущения; фунгицидом Прозаро, КЭ, 1 л/га, инсектицидом Децис эксперт, КЭ, 0,125 л/га.

Посев ярового рапса: протравливание семян Круйзер, рапс, 15 л/т. Посев проводили 5–8 мая, норма высева – 2,5 млн шт./га, глубина заделки семян – 2–3 см. По вегетации осуществляли обработку посевов рапса инсектицидом Фастак, 0,15 л/га. Посев сельскохозяйственных культур проводили посевным комплексом KVERNELAND DG II. Уборку осуществляли прямым комбайнированием, поделочно.

Результаты исследований. В опыте 1 (с озимой пшеницей), анализируя развитие культуры, отмечали, что в среднем вегетационный период составлял 230–238 дней. Период вегетации не зависел от вариантов почвенной обработки, но на вариантах с обработкой Азотовит + Фосфатовит по фазам данный показатель увеличивался на 4–6 дней. Так, на варианте комплексного действия Азотовит, 2 л/т + Фосфатовит, 2 л/т, Азотовит, 0,5 л/га + Фосфатовит, 0,5 л/га и на варианте Ора старт, 1,5 л/т, Азотовит, 0,5 л/га + Фосфатовит, 0,5 л/га вегетационный период озимой пшеницы составил 238 и 236 дней соответственно, что на +8 и +6 дней выше контрольного варианта (без обработки). Полевая всхожесть озимой пшеницы также зависела от варианта опыта (см. рисунок).



Полевая всхожесть озимой пшеницы в зависимости от варианта обработки, %

Все варианты с используемыми агрохимикатами по обработке семян пшеницы Ора старт, Азотовит + Фосфатовит повышали показатели всхожести по сравнению с контролем на 5,6–11,8 %. В среднем максимальная полевая всхожесть выявлена на варианте Ора старт, 1,5 л/т, Экорост, 0,5 л/га на фоне чизельной обработки почвы (92,9 %).

В среднем максимальная густота перед уборкой была выявлена на вариантах с вспашкой плугом «Квернеланд PN/RN» на глубину 20–22 см, по вариантам обработки агрохимикатами: Азотовит, 2 л/т + Фосфатовит, 2 л/т, Экорост, 0,5 л/га (414,8 шт./м²); Ора старт, 1,5 л/т, Экорост,



0,5 л/га (416,2 шт./м²). Также высокую густоту растений формировал вариант Ора старт, 1,5 л/т, Экорост, 0,5 л/га на фоне чизелевания, 10–14 см (407,9 шт./м²).

Более низкая сохранность пшеницы озимой (полные всходы – уборка) выявлена на вариантах с культивацией «Русич» КПП-12, где данный показатель на 8,1–8,6 % ниже аналогичных вариантов по вспашке, и на 1,4–5,3 % ниже по вариантам с чизелем. Максимальная сохранность растений выявлена при обработке семян агрохимикатом Ора старт, 1,5 л/т, на фоне вспашки; по варианту обработки по вегетации Азотовит, 0,5 л/га + Фосфатовит, 0,5 л/га сохранность составила 88,7 %, а с применением Экорост, 0,5 л/га – 88,9 %.

Высокую сохранность озимой пшеницы отмечали в 2020/2021 г. (69,6–87,0 %) и 2021/2022 г. (77,6–92,2 %) благодаря высокой перезимовке культуры. Густота растений озимой пшеницы в зависимости от изучаемых факторов способствовала формированию структуры урожая (табл. 1).

В среднем максимальный показатель числа зерен в колосе был установлен на вариантах вспашки, с обработкой семян Ора старт, 1,5 л/т и по вегетации – Азотовит, 0,5 л/га + Фосфатовит, 0,5 л/га (25,8 шт.) и Ора старт, 1,5 л/т, Экорост, 0,5 л/га (25,9 шт.). Максимальная средняя продуктивность колоса – на варианте Ора старт, 1,5 л/т, Азотовит, 0,5 л/га + Фосфатовит, 0,5 л/га (1,202 г) по вспашке.

Таблица 1

**Структура урожая озимой пшеницы и сохранность растений
в зависимости от обработок почвы и биопрепаратов, среднее 2021–2022 гг.**

Обработка почвы	Вариант обработки биопрепаратами	Сохранность (полные всходы – уборка), %	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Продуктивность колоса, г
Вспашка, 20–22 см	Контроль	82,2	23,8	40,1	0,954
	Ора старт, 1,5 л/т, Азотовит, 0,5 л/га + Фосфатовит, 0,5 л/га	88,7	25,8	46,6	1,202
	Ора старт, 1,5 л/т, Экорост, 0,5 л/га	88,9	25,9	45,9	1,190
	Азотовит, 2 л/т + Фосфатовит, 2 л/т, Азотовит, 0,5 л/га + Фосфатовит, 0,5 л/га	85,6	24,7	43,0	1,065
	Азотовит, 2 л/т + Фосфатовит, 2 л/т, Экорост, 0,5 л/га	88,3	25,1	43,4	1,092
Культивация, 10–14 см	Без обработки	73,6	23,2	36,0	0,838
	Ора старт, 1,5 л/т, Азотовит, 0,5 л/га + Фосфатовит, 0,5 л/га	85,3	25,7	38,6	0,993
	Ора старт, 1,5 л/т, Экорост, 0,5 л/га	87,2	25,6	39,0	0,998
	Азотовит, 2 л/т + Фосфатовит, 2 л/т, Азотовит, 0,5 л/га + Фосфатовит, 0,5 л/га	77,0	24,7	36,3	0,898
	Азотовит, 2 л/т + Фосфатовит, 2 л/т, Экорост, 0,5 л/га	80,2	25,5	38,5	0,982
Чизелевание, 10–14 см	Без обработки	75,0	23,9	37,4	0,896
	Ора старт, 1,5 л/т, Азотовит, 0,5 л/га + Фосфатовит, 0,5 л/га	81,5	25,3	38,6	0,977
	Ора старт, 1,5 л/т, Экорост, 0,5 л/га	86,5	25,4	39,7	1,008
	Азотовит, 2 л/т + Фосфатовит, 2 л/т, Азотовит, 0,5 л/га + Фосфатовит, 0,5 л/га	87,1	24,8	38,7	0,961
	Азотовит, 2 л/т + Фосфатовит, 2 л/т, Экорост, 0,5 л/га	85,5	25,1	40,1	1,009



Показатели засоренности и сырой массы озимой пшеницы в фазу начала цветения представлены в табл. 2, после обработки баковой смесью гербицидов Пума Супер 100, 0,75 л/га + Велосити, 0,75 л/га.

Преобладающими видами из двудольных однолетних сорняков в условиях опыта являлись марь, ромашки, василек, горцы и редька дикая; из злаковых – просо куриное, овсюг, щетинники. В среднем по обследованным опытным участкам на вариантах со вспашкой засоренность являлась минимальной – 46,6–38,7 шт./м², что ниже вариантов с чизелеванием на 2,4–14,0 шт./м² или культивацией – на 16,3–20,2 шт./м². При этом выявлено большое снижение показателя массы 1 сорняка и в целом снижение сырой массы с 1 м² на вариантах со вспашкой.

Применение гербицидов – важный элемент агротехнологии в общей системе мероприятий по борьбе с сорной растительностью, поэтому применение их должно разумно сочетаться с агротехническими приемами возделывания сельскохозяйственных культур.

Урожайность за два года эксперимента была выше средних значений по региону (табл. 3). Высокие показатели урожайности озимой пшеницы выявлены на вариантах со вспашкой, более низкие – при культивации, как по годам исследований, так и в среднем за два года.

В среднем максимальные показатели отмечали на вариантах обработки биопрепаратами Ора старт, 1,5 л/т, Экорост, 0,5 л/га + вспашка (4,47 т/га), Ора старт, 1,5 л/т, Азотовит, 0,5 л/га + + Фосфатовит, 0,5 л/га + вспашка (4,41 т/га); Ора старт, 1,5 л/т, Экорост, 0,5 л/га + культивация (4,10 т/га); Ора старт, 1,5 л/т, Экорост, 0,5 л/га + чизелевание (4,10 т/га). Так, на фонах со

Таблица 2

Засоренность озимой пшеницы в зависимости от обработок почвы и биопрепаратов, среднее за 2021–2022 гг.

Обработка почвы	Вариант обработки биопрепаратами	Засоренность, шт./м ²		Сырая масса, г/м ²
		всего	в т.ч. многолетних	
Вспашка, 20–22 см	Контроль	46,6	2,3	75,4
	Ора старт, 1,5 л/т, Азотовит, 0,5 л/га + + Фосфатовит, 0,5 л/га	33,0	1,6	46,8
	Ора старт, 1,5 л/т, Экорост, 0,5 л/га	35,5	1,6	49,3
	Азотовит, 2 л/т + Фосфатовит, 2 л/т, Азотовит, 0,5 л/га + Фосфатовит, 0,5 л/га	39,1	1,7	57,8
	Азотовит, 2 л/т + Фосфатовит, 2 л/т, Экорост, 0,5 л/га	38,7	1,7	54,1
Культивация, 10–14 см	Без обработки	66,8	5,2	235,8
	Ора старт, 1,5 л/т, Азотовит, 0,5 л/га + + Фосфатовит, 0,5 л/га	56,6	4,0	173,7
	Ора старт, 1,5 л/т, Экорост, 0,5 л/га	51,4	3,9	166,0
	Азотовит, 2 л/т + Фосфатовит, 2 л/т, Азотовит, 0,5 л/га + Фосфатовит, 0,5 л/га	58,8	4,2	193,4
	Азотовит, 2 л/т + Фосфатовит, 2 л/т, Экорост, 0,5 л/га	55,0	4,3	165,5
Чизелевание, 10–14 см	Без обработки	60,6	3,0	150,2
	Ора старт, 1,5 л/т, Азотовит, 0,5 л/га + + Фосфатовит, 0,5 л/га	46,0	2,7	108,1
	Ора старт, 1,5 л/т, Экорост, 0,5 л/га	48,1	2,5	106,7
	Азотовит, 2 л/т + Фосфатовит, 2 л/т, Азотовит, 0,5 л/га + Фосфатовит, 0,5 л/га	55,0	2,4	129,2
	Азотовит, 2 л/т + Фосфатовит, 2 л/т, Экорост, 0,5 л/га	41,1	2,6	96,9

Урожайность озимой пшеницы в зависимости от вариантов обработки почвы и биопрепаратов, т/га

Обработка почвы (фактор А)	Вариант обработки биопрепаратами (фактор В)	Урожайность, т/га		
		2021 г.	2022 г.	среднее
Вспашка, 20–22 см	Контроль	3,72	3,89	3,80
	Ора старт, 1,5 л/т, Азотовит, 0,5 л/га + + Фосфатовит, 0,5 л/га	4,12	4,71	4,41
	Ора старт, 1,5 л/т, Экорост, 0,5 л/га	4,28	4,66	4,47
	Азотовит, 2 л/т + Фосфатовит, 2 л/т, Азотовит, 0,5 л/га + Фосфатовит, 0,5 л/га	3,97	4,35	4,16
	Азотовит, 2 л/т + Фосфатовит, 2 л/т, Экорост, 0,5 л/га	3,96	4,56	4,26
Культивация, 10–14 см	Без обработки	3,35	3,67	3,51
	Ора старт, 1,5 л/т, Азотовит, 0,5 л/га + + Фосфатовит, 0,5 л/га	3,87	4,28	4,07
	Ора старт, 1,5 л/т, Экорост, 0,5 л/га	4,02	4,19	4,10
	Азотовит, 2 л/т + Фосфатовит, 2 л/т, Азотовит, 0,5 л/га + Фосфатовит, 0,5 л/га	3,46	4,11	3,78
	Азотовит, 2 л/т + Фосфатовит, 2 л/т, Экорост, 0,5 л/га	3,71	4,26	3,98
Чизелевание, 10–14 см	Без обработки	3,45	3,80	3,62
	Ора старт, 1,5 л/т, Азотовит, 0,5 л/га + + Фосфатовит, 0,5 л/га	3,68	4,14	3,91
	Ора старт, 1,5 л/т, Экорост, 0,5 л/га	4,14	4,06	4,10
	Азотовит, 2 л/т + Фосфатовит, 2 л/т, Азотовит, 0,5 л/га + Фосфатовит, 0,5 л/га	3,84	4,00	3,92
	Азотовит, 2 л/т + Фосфатовит, 2 л/т, Экорост, 0,5 л/га	3,94	4,25	4,09
	НСП ₀₅ , т/га, АВ	0,47	0,59	0,53
	А	0,21	0,26	0,23
	В	0,27	0,34	0,30

вспашкой урожайность лучшего варианта была выше контроля (без обработки биопрепаратами) на +0,67 т/га, или +17,6 %, что свидетельствует о высокой эффективности агрохимикатов Ора старт и Экорост. Отметим также высокую прибавку по варианту Ора старт, 1,5 л/т, Азотовит, 0,5 л/га + Фосфатовит, 0,5 л/га +0,61 т/га (16,1 %).

В опыте 2 (с яровым рапсом) подтверждены закономерности увеличения продуктивности от действия биопрепаратов, что и в опыте с озимой пшеницей (табл. 4).

Таблица 4

Урожайность ярового рапса в зависимости от обработки почвы и биопрепаратов, т/га

Обработка почвы	Вариант обработки биопрепаратами	Урожайность, т/га					Прибавка	
		2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	среднее	т/га	%
Культивация, 10–14 см	Без обработки	1,88	1,94	1,84	1,68	1,83	–	–
	Ора старт, 1,5 л/т, Азотовит, 0,5 л/га + + Фосфатовит, 0,5 л/га	2,12	2,24	2,15	1,93	2,11	+0,28	+15,3
	Ора старт, 1,5 л/т, Экорост, 0,5 л/га	2,07	2,03	2,15	1,88	2,03	+0,20	+10,9



Обработка почвы	Вариант обработки биопрепаратами	Урожайность, т/га					Прибавка	
		2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	среднее	т/га	%
Чизелевание, 10–14 см	Без обработки	1,98	2,10	1,78	1,73	1,89	+0,06	+3,2
	Ора старт, 1,5 л/т, Азотовит, 0,5 л/га + Фосфатовит, 0,5 л/га	2,33	2,53	2,40	1,92	2,29	+0,46	+25,1
	Ора старт, 1,5 л/т, Экорост, 0,5 л/га	2,41	2,35	2,25	2,01	2,25	+0,42	+22,9
	НСП ₀₅ , т/га, АВ	0,60	0,88	1,13	0,29	0,72		
	А	0,15	0,20	0,36	0,06	0,19		
	В	0,29	0,42	1,02	0,17	0,47		

Данные табл. 4 показывают существенную прибавку урожайности семян ярового рапса по вариантам с обработкой биопрепаратами Ора старт, 1,5 л/т, Азотовит, 0,5 л/га + Фосфатовит, 0,5 л/га и Ора старт, 1,5 л/т, Экорост, 0,5 л/га. В среднем максимальную прибавку отмечали на вариантах с чизельной обработкой почвы: Ора старт, 1,5 л/т, Азотовит, 0,5 л/га + Фосфатовит, 0,5 л/га (+25,1 %), Ора старт, 1,5 л/т, Экорост, 0,5 л/га (+22,9 %). Максимальная урожайность по годам выявлена в 2020 г. при чизелевании и совместном действии Ора старт, 1,5 л/т, Азотовит, 0,5 л/га + Фосфатовит, 0,5 л/га (2,53 т/га).

Отметим достаточно высокую экономическую эффективность вариантов технологий выращивания сельскохозяйственных культур, рентабельность которых составила 91,8–131,9 % (озимая пшеница) и 92,5–124,5 % (яровой рапс). В среднем высокая рентабельность в технологии ярового рапса выявлена по чизельной обработке на вариантах Ора старт, 1,5 л/т, Азотовит, 0,5 л/га + Фосфатовит, 0,5 л/га (124,5 %) и Ора старт, 1,5 л/т, Экорост, 0,5 л/га (107,8 %).

Заключение. По результатам исследований с озимой пшеницей в условиях лесостепи Рязанской области, на черноземах выщелоченных, рекомендуем обработку биологическими удобрениями Ора старт, 1,5 л/т, Экорост, 0,5 л/га на фоне вспашки, так как этот вариант обеспечивает максимальную прибавку семян культуры (4,47 т/га). Максимальная средняя урожайность ярового рапса выявлена на варианте с чизелеванием и совместным действием Ора старт, 1,5 л/т, Азотовит, 0,5 л/га + Фосфатовит, 0,5 л/га (2,29 т/га).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования). М.: Альянс, 2011. 351 с.
2. Дубровина О. А., Захаров В. Л. Влияние органоминеральных удобрений на накопление Cu и Zn в растениях ярового рапса // Вестник КрасГАУ. 2021. № 9 (174). С. 10–15.
3. Зубкова Т. В., Виноградов Д. В. Свойства органоминерального удобрения на основе куриного помета и применение его в технологии ярового рапса на семена // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 1(53). С. 46–54.
4. Зубкова Т. В., Мотылева С. М., Виноградов Д. В. Исследование влияния органических и минеральных удобрений на урожайность рапса и зольный состав его маслосемян // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 1(57). С. 77–84.
5. Плещачёв Ю. Н., Кошечев И. А., Кандыбин С. С. Влияние способов основной обработки почвы на урожайность зерновых культур // Вестник АГАУ. 2013. № 1(99). С. 23–25.
6. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy.
7. Mirpers T., Ganjali H. R., Damare M. The effect of biofertilizers on the yield and yield of sunflower oil and nut seed components // International Journal of Agriculture and Biological Sciences. 2016. No. 5(1). 46–49.
8. Byshov N. V., Simdyankin A. A., Uspensky I. A. Pukov R.V. Accounting for the time of ultrasonic fuel processing in the surface tension coefficient // ARPN J. Eng. Appl. Sci. 2019. No. 14. 3753–3756.





9. Leśny J., Kuchar L., Panfil M., Dragańska E. Characteristic Decrease in the Value of Rapeseed Evapotranspiration after Its Ripening // *Agronomy*. 2021. No. 11. 2523.
10. Sharma S., Gupta R., Duga G., Srivastava A. K. The effect of the use of biofertilizers on the soil structure and the structure and functions of the resident microbial community // *Bacteria in Agrobiolgy: Plant Probiotics*. 2012. P. 65–77.
11. Vinogradov D. V., Vasileva V. M., Makarova M. P. Agroecological effect of sewage sludge and its mixtures with zeolite on the agrocenoses of oilseeds // *Theor. Appl. Ecol.* 2019. No. 3. 122–128.
12. Vinogradov D. V., Zubkova T. V. Ways to increase the productivity of crop rotation in the forest-steppe conditions of the European part of Russia // *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2022. No. 979. 012060.
13. Zubkova T. V., Vinogradov D. V., Dubrovina O. A. Effect of zeolite on the micromorphological and biochemical features of the spring rapeseed (*Brassica napus* L.) // *SABRAO J. Breed. Genet.* 2022. No. 54(1): 153–164.
14. Zubkova T. V., Vinogradov D. V., Zakharov V. L. Microelement composition of spring rape plants depending on the specified experimental conditions // *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 2022. No. 979. 012094.

REFERENCES

1. Dospekhov B. A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results). Moscow: Alliance; 2011. 351p. (In Russ.).
2. Dubrovina O. A., Zakharov V. L. The effect of organomineral fertilizers on the accumulation of U and Zn in spring rape plants. *Bulletin of KrasGAU*. 2021;9 (174):10–15. (In Russ.).
3. Zubkova T. V., Vinogradov D. V. Properties of organomineral fertilizer based on chicken manure and its application in the technology of spring rape for seeds. *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2021;1(53):46–54. (In Russ.).
4. Zubkova T. V., Motyleva S. M., Vinogradov D. V. Investigation of the effect of organic and mineral fertilizers on the yield of rapeseed and the ash composition of its oilseeds. *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2022;1(57):77–84. (In Russ.).
5. Pleskachev Yu. N., Kosheev I. A., Kandybin S. S. The influence of methods of basic tillage on the yield of grain crops. *Bulletin of ASAU*. 2013;1(99):23–25. (In Russ.).
6. Federal State Statistics Service [Electronic resource]. Access mode: https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy. (In Russ.).
7. Mirpers T., Ganjali H. R., Damare M. The effect of biofertilizers on the yield and yield of sunflower oil and nut seed components. *International Journal of Agriculture and Biological Sciences*. 2016;5(1):46–49.
8. Byshov N. V., Simdyankin A. A., Uspensky I. A., Pukov R. V. Accounting for the time of ultrasonic fuel processing in the surface tension coefficient. *ARNP J. Eng. Appl. Sci.* 2019;(14):3753–3756.
9. Leśny J., Kuchar L., Panfil M., Dragańska E. Characteristic Decrease in the Value of Rapeseed Evapotranspiration after Its Ripening. *Agronomy*. 2021;(11): 2523.
10. Sharma S., Gupta R., Duga G., Srivastava A. K. The effect of the use of biofertilizers on the soil structure and the structure and functions of the resident microbial community. *Bacteria in Agrobiolgy: Plant Probiotics*. 2012. P. 65–77.
11. Vasileva V. M., Makarova M. P., Kochurov B. I., Lupova E. I. Agroecological effect of sewage sludge and its mixtures with zeolite on the agrocenoses of oilseeds. *Theor. Appl. Ecol.* 2019;(3):122–128.
12. Vinogradov D. V., Zubkova T. V. Ways to increase the productivity of crop rotation in the forest-steppe conditions of the European part of Russia. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2022;(979):012060.
13. Zubkova T. V., Vinogradov D. V., Dubrovina O. A. Effect of zeolite on the micromorphological and biochemical features of the spring rapeseed (*Brassica napus* L.). *SABRAO J. Breed. Genet.* 2022;54(1):153–164.
14. Zubkova T. V., Vinogradov D. V., Zakharov V. L. Microelement composition of spring rape plants depending on the specified experimental conditions. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 2022;(979):012094.

Статья поступила в редакцию 24.02.2023; одобрена после рецензирования 19.03.2023; принята к публикации 29.03.2023.
The article was 24.02.2023; approved after reviewing рецензирования 19.03.2023; accepted for publication 29.03.2023.