

DOI

УДК 633.853.494:631.81

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ С МИКРОЭЛЕМЕНТАМИ БИОЧАР-АГРО МАРКИ ТЕХНИЧЕСКИЕ НА ЯРОВОМ РАПСЕ

С. Р. Сулейманов, Ф. Н. Сафиоллин, Р. Р. Сулейманов, И. Ф. Мотовалов

Реферат. Исследования проводили с целью изучения эффективности минерального удобрения с микроэлементами Биочар-Агро марки Технические на посевах ярового рапса на серых лесных почвах Республики Татарстан. Полевой опыт проводился в 2023 году на базе ООО «Агробiotехнопарк» (с. Нармонка Лаишевского муниципального района Республики Татарстан), лабораторные анализы – в Центре агроэкологических исследований Казанского ГАУ. По результатам исследований было установлено, что припосевное внесение удобрения Биочар-Агро марки Технические способствовало увеличению сохранности растений к уборке на 0,8% по сравнению с контрольным вариантом. Кроме того, изучаемое комплексное удобрение способствовало увеличению продолжительности вегетационного периода ярового рапса. На варианте 10,0 кг/га вегетационный период увеличивался на 6 дней. Высота растений возрастает от 116,6 см на контроле, до 123,4 см в последнем варианте опыта, что выше контроля на 6,8 сантиметра. На варианте Фон NPK + Биочар-Агро марка: Технические (припосевное внесение, 10,0 кг/га) количество сорняков на 1 м² составило 8,2 шт., что меньше контрольного варианта на 3,2 шт. или на 31,7%. Максимальное количество продуктивных ветвей (5,5 шт./растение) образовалось на варианте припосевного применения удобрения Биочар-Агро марки Технические 10,0 кг/га. Прибавка фактической урожайности ярового рапса от внесения изучаемого препарата составила от 0,23 до 0,49 т/га в зависимости от нормы внесения удобрения Биочар-Агро мар.

Ключевые слова: яровой рапс, минеральные удобрения, микроэлементы, полевая всхожесть, засоренность, ветвление, урожайность.

Для цитирования: Сулейманов С.Р., Сафиоллин Ф.Н., Сулейманов Р.Р., Мотовалов И.Ф. Исследование эффективности минерального удобрения с микроэлементами Биочар-Агро марки Технические на яровом рапсе // Агробiotехнологии и цифровое земледелие. 2024. №1 (9). С.

Введение. Яровой рапс предъявляет повышенные требования к обеспечению азотом, калием, фосфором, серой и бором [1, 2, 3]. Доза удобрений при основном внесении определяется исходя из наличия питательных веществ в почве и запланированной урожайности. Важно при этом иметь актуальные, свежие анализы почвы, при отсутствии которых необходимо ориентироваться на вынос питательных веществ с запланированным урожаем с учетом коэффициента использования их из удобрений [4, 5, 6]. Вынос азота с 1 ц урожая семян рапса в среднем составляет 4 кг, с 1 ц рапсовой соломы – 2,5 кг, фосфора – соответственно 1,8 и 0,4, калия – 1,1 и 3,3, магния – 0,6 и 0,25 и серы – 0,7 и 0,1 кг [7, 8]. Что касается микроэлементов, то их вынос при урожайности культуры 35 ц/га составляет: бора – 250-500 г с 1 га, марганца – 1300-2500, молибдена – 12-25 г/га [9, 10, 11]. Их недостаток может привести к:

- задержке роста и развития растений (B, Mn, Zn),
- нарушению синтеза хлорофилла и ускорению его разложения (Mn, Mg, Mo),
- затруднению цветения и оплодотворения (B, Mg, Mo, S),
- преждевременному созреванию (Zn),
- отмиранию точки роста (B, Ca) [12, 13, 14].

Цель исследований – повышение продуктивности ярового рапса на основе разработки технологии применения минерального удобрения с микроэлементами Биочар-Агро марки Технические в почвенно-климатических

условиях Республики Татарстан.

Условия, материалы и методы. Полевой опыт в 2023 году проводился на базе Агробiotехнопарка, а лабораторные анализы – в Центре агроэкологических исследований Казанского ГАУ. Посев полевых опытов был произведен 18 мая 2023 года. Уборка осуществлена 29 августа 2023 года. В опытах изучено действие минерального удобрения Биочар-Агро марки Технические на яровом рапсе (табл. 1). Полевой опыт проводился на типичных серых лесных почвах со следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса по Тюрину 3,0%, подвижного фосфора очень высокое (> 250 мг/кг) и обменного калия - повышенное (145 мг/кг по Кирсанову). Реакция почвенной среды была близка к нейтральной (рН_{сол.} 6,6). Под предпосевную культивацию были внесены следующие минеральные удобрения (в физическом весе):

- диамафоска – 85 кг/га;
- аммиачная селитра – 197 кг/га;
- хлористый калий – 63 кг/га.

В действующем веществе внесено: азот – 78 кг/га; фосфор – 22 кг/га; калий – 60 кг/га.

Агрометеорологические условия вегетационного периода 2023 году отличались от среднесезонных показателей. Температура воздуха в мае, июле и августе была выше среднесезонных данных (табл. 2). Что касается осадков, то в мае выпало 46,79 мм осадков, что выше среднесезонных на 23%, июнь был засушливым (6 мм осадков, что составляет 10% от нормы), в июле и августе - 53 и 37% соответственно от нормы.

АГРОНОМИЯ

Таблица 1 – Характеристика препарата Биочар-Агро марки: Технические

Наименование показателя	Технические
Азот общий (N), %	7
Фосфор (P ₂ O ₅), %	18
Калий (K ₂ O), %	25
Магний (MgO), %	0,5
Железо (Fe), %	0,2
Цинк (Zn), %	2,0
Бор (B), %	2,0
Марганец (Mn), %	0,5
Молибден (Mo), %	0,02

Примечание: данные по химическому составу испытываемого удобрения представлены производителем (ООО «ТН-Биотехнологический парк»).

Таблица 2 – Метеоданные за вегетационный период 2023 года

Месяцы	Температура, °С			Осадки		
	факт.	норма	отклонение от нормы	факт.	норма	%
Май	11,63			33,27		
	15,79			0		
	20,65			13,52		
	+16,02	+14,0	+2,02	46,79	38	123,1
Июнь	16,05			5,22		
	15,55			0,29		
	17,23			0,57		
	+16,28	+18,3	-2,02	6,08	57	10,7
Июль	23,88			0,29		
	18,91			8,12		
	21,65			24,66		
	+21,48	+20,5	+0,98	33,07	62	53,3
Август	23,35			0		
	22,72			8,4		
	14,37			12,04		
	+20,15	+18,0	+2,15	20,44	55	37,2
Сентябрь	15,40			0,84		
	13,82			0		
	15,58			0		
	+14,93	+12,3	+2,63	0,84	50	1,68
За вегетацию	17,77	16,62	+1,15	107,22	262	40,9

Но, несмотря на незначительное количество осадков в июне, урожайность ярового рапса в опытных делянках не уступала данным предыдущих лет. Это объясняется тем, что запасов влаги, накопленной при снеготаянии и в результате обильных осадков в мае, хватило для интенсивного роста и развития ярового рапса в июне. Кроме того, температура воздуха в этот месяц была ниже на 2 градуса по сравнению со среднегодовыми данными. В критический период потребления воды ярового рапса (в июле выпало 33 мм осадков, что способствовало формированию высокопродуктивного агроценоза изучаемой культуры). В то же время стоит отметить, что несмотря на незначительное количество осадков по месяцам, влажность воздуха сохранялась на уровне среднегодовых данных, данный фактор положительно сказался на росте и развитии ярового рапса.

Схема опыта:

1. Контроль. Фон НРК.

2. Фон НРК + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, расход агрохимиката – 8,0 кг/га.

3. Фон НРК + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, расход агрохимиката – 9,0 кг/га.

4. Фон НРК + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, расход агрохимиката – 10,0 кг/га.

Площадь опытных делянок – 50 м², площадь учетных делянок – 25 м². Повторность – четырехкратная.

Изучаемый препарат был внесен в почву в день посева – 18 мая 2023 года.

Результаты и обсуждение. Полевая всхожесть была определена через 12 суток после посева ярового рапса.

Полевая всхожесть ярового рапса в 2023 году из-за значительного количества запасов влаги в почве была весьма высокой и варьировала в зависимости от вариантов опыта от 80 до 82,6% (табл.3).

АГРОНОМИЯ

Таблица 3 – Полевая всхожесть и сохранность растений к уборке

Вариант опыта	Количество всходов, шт./м ²	Полевая всхожесть, %	Плотность стеблестоя перед уборкой шт./м ²	Сохранность к уборке в % к всходам
Контроль. Фон NPK	60,00	80,0	50,0	83,3
Фон NPK + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, 8,0 кг/га	61,20	81,6	50,6	82,6
Фон NPK + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, 9,0 кг/га	61,75	82,3	51,8	83,8
Фон NPK + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, 10,0 кг/га	62,00	82,6	52,2	84,1
HCP ₀₅	2,3			

Из 75 шт./м² высеванных всхожих семян по вариантам взошли от 60,0 до 62,0 шт./м², что составляет от 80 до 82,6% соответственно. Разница между вариантами опыта математически недоказуема, так как HCP₀₅ 2,3 шт./м² выше по сравнению с разницей (1,2-2 шт./м²) между вариантами опыта.

Как видно из таблицы 3, сохранность растений к уборке по отношению к всходам варьировала от 83,3 до 84,1%. Стоит отметить, что предпосевное внесение удобрения Биочар-Агро марки Технические, содержащий макро и микроэлементы способствовало увеличению сохранности растений к уборке. Так, по мере

увеличения нормы внесения изучаемого удобрения (от 8 до 10 кг/га), увеличивался и показатель сохранности растений. Максимальная сохранность растений была на варианте Фон NPK + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, 10,0 кг/га – 84,1% (больше контрольного варианта на 0,8%).

В зависимости от фона питания продолжительность вегетации ярового рапса изменяется весьма существенно и составляет от 94 (Контроль. Фон NPK) до 100 суток на варианте Фон NPK + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, 10,0 кг/га (табл. 4).

Таблица 4 – Продолжительность фенологических периодов развития ярового рапса

Вариант	Посев-всходы	Всходы-бутонизация	Бутонизация-цветение	Цветение-созревание	Продолжительность вегетационного периода
Контроль. Фон NPK	8	46	12	28	94
Фон NPK + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, 8,0 кг/га	8	47	13	30	98
Фон NPK + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, 9,0 кг/га	8	47	13	30	98
Фон NPK + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, 10,0 кг/га	8	48	13	31	100

При этом, из рассматриваемых периодов развития увеличение вегетационного периода происходит за счет фазы развития культуры «бутонизация-цветение» и «цветение-созревание».

Изучаемое комплексное удобрение способствовало увеличению продолжительности вегетационного периода ярового рапса.

На варианте 10,0 кг/га вегетационный период увеличивался на 6 дней, что, в конечном счете, отразилось на увеличении и урожайности ярового рапса на данном варианте.

По высоте растений отмечается четкая тенденция более интенсивного роста растений на вариантах с дополнительным внесением исследуемого удобрения (табл. 5).

АГРОНОМИЯ

Таблица 5 – Влияние изучаемого препарата на высоту растений ярового рапса

Вариант опыта	Высота растений, см	Увеличение высоты	
		см	%
Контроль. Фон NPK.	116,6	-	-
Фон NPK + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, 8,0 кг/га.	118,8	2,2	1,9
Фон NPK + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, 9,0 кг/га.	120,7	4,1	3,5
Фон NPK + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, 10,0 кг/га.	123,4	6,8	5,8
НСР ₀₅	2,8		

В варианте дополнительного внесения к фону питания N₂₄P₂₄K₂₄ удобрения Биочар-Агро марка Технические (10,0 кг/га) высота растений возрастает от 116,6 см на контроле, до 123,4 см в последнем варианте опыта, что выше контроля на 6,8 сантиметров. В данном варианте были самые высокие растения по сравнению с другими вариантами, что объясняется максимальной нормой внесения элементов питания, в частности азота. Данный элемент питания в первую очередь влияет на развитие и накопление вегетативной массы,

включая рост растений в высоту (табл. 4).

Положительное влияние на рост ярового рапса в высоту оказали также дозы 8 и 9 кг/га. На варианте 8,0 кг/га высота растений составила 118,8 см, а на варианте 9,0 кг/га – 120,7 см, что больше контроля на 2,2 и 4,1 см соответственно. На всех вариантах опыта внесения удобрения Биочар-Агро марка Технические из-за увеличения высоты и плотности стеблестоя происходит затенение сорных растений, и в конечном итоге снижение засоренности посевов (табл. 6).

Таблица 6 – Засоренность посевов ярового рапса на разных вариантах опыта

Вариант опыта	Количество сорняков, шт./м ²	± к контролю		Полегаемость, %
		шт./м ²	%	
Контроль. Фон NPK	12,0	-	-	15
Фон NPK + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, 8,0 кг/га.	10,0	-2,0	- 16,7	20
Фон NPK + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, 9,0 кг/га.	9,3	-2,7	- 22,5	20
Фон NPK + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, 10,0 кг/га.	8,2	-3,8	- 31,7	25

Так, на варианте Фон NPK + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, 10,0 кг/га количество сорняков на 1 м² составило 8,2 шт., что меньше контрольного варианта на 3,2 шт. или на 31,7%.

Однако, по мере увеличения норм расхода

от 8 до 10 кг/га полегаемость объекта исследований возрастает.

Среди этих условий особое место занимает способность ярового рапса к образованию боковых ветвей первого порядка, на которых образуются дополнительные стручки (табл. 7).

Таблица 7 – Влияние изучаемых удобрительных составов на интенсивность ветвления ярового рапса

Вариант опыта	Количество ветвей, шт./растение		
	продуктивных	непродуктивных	всего
Контроль. Фон NPK	4,2	1,8	6,0
Фон NPK + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, 8,0 кг/га.	4,7	2,1	6,8
Фон NPK + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, 9,0 кг/га.	5,0	2,3	7,3
Фон NPK + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, 10,0 кг/га.	5,5	2,5	8,0
НСР ₀₅	0,62	0,41	0,51

Результаты исследований показывают, что максимальное количество продуктивных ветвей (5,5 шт./растение) образуется на варианте применения удобрения Биочар-Агро марки Технические 10,0 кг/га. Вместе с тем на этом варианте опыта формируется максимальное количество (2,5 шт./растение) и

непродуктивных ветвей с мелкими стручками, которые не достигают уборочной спелости. В результате влажность масличного сырья значительно увеличивается.

Достоверное увеличение количества продуктивных ветвей отмечается и на вариантах внесения изучаемого удобрения в дозах

8,0 и 9,0 кг/га.

Самым слабым звеном в производстве рапсового масличного сырья является потеря биологического урожая в силу следующих причин:

1. Высокая склонность стручков этой культуры к растрескиванию от легкого прикосновения как механического (мотовило комбайна) или же естественного происхождения (осадки, сильные ветры и др.).

2. Семена этой культуры очень мелкие (от 4,05 до 5,26 г 1000 семян) и сыпучие. В связи с этим, у современных комбайнов имеются более 40 точек потерь урожая.

Несмотря на тщательную предуборочную герметизацию селекционного комбайна «Террион» в зависимости от вариантов опыта

потери биологического урожая составили от 0,21 до 0,34 т/га.

Анализ снижения биологической урожайности показывает четкую закономерность, которая выражается устойчивой зависимостью между двумя анализируемыми величинами: чем выше биологическая урожайность, тем больше ее потери (табл. 8). Так, на самых лучших 3-ем и 4-ом вариантах опыта с каждого гектара недобор масличного сырья составил 0,30 и 0,34 т/га (весьма существенные потери, особенно по сравнению с обычными зерновыми и зернобобовыми культурами). Тем не менее, прибавка фактической урожайности ярового рапса от внесения изучаемого препарата составила от 0,23 до 0,49 т/га (очень высокая прибавка урожая).

Таблица 8 – Величина потерь биологической урожайности ярового рапса по вариантам опыта

Вариант опыта	Биологическая урожайность, т/га	Потери биологической урожайности	
		т/га	%
Контроль. Фон NPK	1,81	0,21	10,4
Фон NPK + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, 8,0 кг/га.	2,04	0,25	11,1
Фон NPK + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, 9,0 кг/га.	2,13	0,30	12,5
Фон NPK + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, 10,0 кг/га.	2,30	0,34	12,7
НСР ₀₅	0,18		

Припосевное внесение удобрения Биочар-Агро Технические с содержанием основные макро и микроэлементы оказало существенное

влияние на содержание сырого жира в семенах ярового рапса и валовой сбор растительного масла с единицы площади.

Таблица 9 – Содержание сырого жира и валовой сбор рапсового растительного масла

Вариант	Содержание сырого жира, %	Валовой сбор растительного масла, кг/га	Прибавка	
			кг/га	%
Контроль. Фон NPK	42,93	777,0	-	-
Фон NPK + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, 8,0 кг/га.	42,46	866,1	89,1	11,4
Фон NPK + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, 9,0 кг/га.	42,48	904,8	127,8	16,4
Фон NPK + Биочар-Агро марка Технические. Припосевное внесение, 10,0 кг/га.	41,99	965,7	179,7	24,2
НСР ₀₅				

Как видно из таблицы 9, припосевное внесение удобрения Биочар-Агро марка Технические в некоторой степени привело к снижению масличности семян ярового рапса от 42,93% на контрольном варианте до 41,99% на варианте максимального внесения удобрения Биочар-Агро Технические (10 кг/га), что связано с эффектом «разбавления» (на данном варианте была максимальная урожайность и минимальная масличность семян).

Выводы. Позитивные изменения в плотности стеблестоя, продуктивном ветвлении, стручкообразовании, количестве семян в стручке и их массе, которые произошли под влиянием Биочар-Агро Технические обеспечили дополнительное получение с каждого гектара пашни от 0,23 до 0,49 т рапсового масличного сырья и от 89,1 до 179,7 кг растительного масла.

Литература

- Сафиоллин Ф. Н. Вахитов Р. К. Масличные культуры. Казань: Матбугат йорты, 2000. 272 с.
- Сафиоллин Ф. Н. Рапс в лесостепи Поволжья. Казань: Изд-во Казанского гос. ун-та, 2008. 406 с.
- Файзрахманов Д. И., Сафиоллин Ф. Н., Низамов Р. М. 62 полезных совета по технологии возделывания масличных культур. Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2013. 68 с.
- Габбасов И. И., Низамов Р. М., Сулейманов С. Р. Влияние удобрений марки Изагри на ростовые процессы и продуктивность ярового рапса // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 5. С. 34-38. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-10508>.

5. Яровой рапс – перспективная культура для развития агропромышленного комплекса Красноярского края / Е. Н. Олейникова, М. А. Янова, Н. И. Пыжикова и др. // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2019. № 1 (142). С. 74–80.
6. Нурлыгаянов Р. Б. Яровой рапс поддерживает земледельцев // Аграрная тема. 2012. № 10 (39). С. 43.
7. Цыбулько Н. Н., Пунченко С. С. Эффективность применения дифференцированных доз минеральных удобрений под яровой рапс на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах разной степени эродированности // Почвоведение и агрохимия. 2015. № 1 (54). С. 189–200.
8. Интенсификация технологии возделывания ярового рапса на маслосемена / С. В. Гольцман, Т. В. Горбачева, Н. А. Рендов и др. // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2015. № 1 (17). С. 12–14.
9. The use of biostimulants for enhancing nutrient uptake / M. Halpern, U. Yermiyahu, A. Bar-Tal etc. // Advances in Agronomy. 2015. Т. 130. S. 141–174. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2014.10.001>
10. Plant bioregulators for sustainable agriculture: integrating red signaling as a possible unifying mechanism / A. K. Srivastava, P. Suprasanna, R. Pasala etc. // Advances in Agronomy. 2016. Т. 137. S. 237–278. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2015.12.002>
11. Антистрессовые и фитогормонные препараты в технологии возделывания ярового рапса на серых лесных почвах Республики Татарстан / Д. Г. Гатауллин, Ф. Н. Сафиоллин, Г. С. Миннуллин [и др.] // Агротехнический вестник. 2021. № 2. С. 45–49. <https://doi.org/10.24412/1029-2551-2021-2-009>.
12. The influence of spring barley extracts on *Pseudomonas putida* PCL1760 / R.I. Safin, L.Z. Karimova, F.N. Safiollin etc. // E3S Web of Conferences. 2019. V. 91. S. 185–193. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199106007>
13. Modern Biological Products and Growth Stimulators in the Technology of Cultivation of Sunflower for Oilseeds / R. M. Nizamov, F. N. Safiollin, M. M. Khismatullin etc. // International journal of advanced biotechnology and research. 2019. Т. 10. № 1. S. 341–347. https://doi.org/10.12737/article_5afbffd02a32e1.51364510
14. Суханова С. Ф., Поставалов А. А., Григорьев Е. В. Продуктивность и устойчивость сортов ярового рапса к фузариозу в условиях Курганской области // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 1(49). С. 65–70. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2020-1-65-70>.
15. Старикова Д. В., Горлова Л. А. Влияние среды и генотипа на хозяйственно ценные признаки рапса ярового в условиях центральной зоны Краснодарского края // Масличные культуры. 2021. № 4(188). С. 71–77. <https://doi.org/10.25230/2412-608X-2021-4-188-71-77>.
16. Современное состояние зернового производства в Российской Федерации / Д. И. Файзрахманов, А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2021. Т. 16. № 2(62). С. 138–142. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-138-142>
17. Кормин В. П. Эффективность применения минеральных удобрений и регулятора роста "Зеребра Агро" под яровой рапс на семена в условиях лесостепи Омской области // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2023. № 1(49). С. 35–40. https://doi.org/10.48136/2222-0364_2023_1_35
18. Суркова Ю. В. Яровой рапс в условиях лесостепной зоны Зауралья // Вестник Курганской ГСХА. 2020. № 3(35). С. 68–71. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4152805>.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Финансирование работы отсутствовало.

Сведения об авторах:

Сулейманов Салават Разяпович – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой, e-mail: dusai@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9236-7525>

Сафиоллин Фаик Набиевич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, e-mail: faik1948@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3511-7378>

Сулейманов Рузаль Разяпович – аспирант, e-mail: ruzal.suleymanov@mail.ru

Мотовалов Ильнур Флюрович – аспирант, e-mail: ilnur1998motavalov@mail.ru

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия

INVESTIGATION OF THE EFFECTIVENESS OF MINERAL FERTILIZER WITH TRACE ELEMENTS OF BIOCHAR-AGRO TECHNICAL GRADE ON SPRING RAPESEED

S. R. Suleymanov, F. N. Safiollin, R. R. Suleymanov, I. F. Motovalov

Abstract. The research was carried out in order to study the effectiveness of mineral fertilizer with microelements of Biochar-Agro Technical grade on spring rape crops on gray forest soils of the Republic of Tatarstan. Field experiments were conducted in 2023 on the basis of Agrobiotechnopark LLC (Narmonka village, Laishevsky Municipal District of the Republic of Tatarstan), laboratory analyses were carried out at the Center for Agroecological Research of the Kazan State Agrarian University. According to the research results, it was found that the application of Biochar-Agro fertilizer of the Technical brand contributed to an increase in the safety of plants for harvesting by 0.8% compared with the control variant. In addition, the studied complex fertilizer contributed to an increase in the duration of the growing season of spring rapeseed. In the 10.0 kg/ha variant, the growing season was increased by 6 days. The height of the plants increases from 116.6 cm at the control, to 123.4 cm in the last version of the experiment, which is 6.8 centimeters higher than the control. In the variant Background NPK + Biochar-Agro brand: Technical (seed application, 10.0 kg /ha), the number of weeds per 1 m² was 8.2 pcs., which is less than the control variant by 3.2 w. or 31.7%. The maximum number of productive branches (5.5 pcs./plant) was formed on the variant of the near-sowing application of Biochar-Agro fertilizer of the Technical brand 10.0 kg/ha. The increase in the actual yield of spring rapeseed from the application of the studied preparation ranged from 0.23 to 0.49 t/ha, depending on the rate of application of Biochar-Agro brand fertilizers: Technical.

Key words: spring rape, mineral fertilizers, trace elements, field germination, clogging, branching, yield.

For citation: Suleymanov S.R., Safiollin F.N., Suleymanov R.R., Motovalov I.F. A study of the effectiveness of mineral fertilizers with trace elements of Biochar-Agro technical brands on spring rapeseed. *Agrobiotechnology and digital agriculture*. 2024; 1 (9):

References

1. Safiollin F. N. Vakhitov R. K. Maslichnie kulturi [Oilseeds]. Kazan: Matbugat yorty. 2000. 272.
2. Safiollin F. N. Raps v lesostepi Povoljya [Rapeseed in the forest-steppe of the Volga region]. Kazan: Izd-vo Kazanskogo gos. un-ta. 2008. 406.

3. Fajzrahmanov D. I., Safiollin F. N., Nizamov R. M. 62 poleznyh soveta po tekhnologii vozdeleyvaniya maslichnyh kul'tur [62 useful tips on oilseed cultivation technology]. Kazan': Izd-vo Kazanskogo GAU. 2013. 68.
4. Gabbasov I. I., Nizamov R. M., Sulejmanov S. R. [The effect of agri brand fertilizers on the growth processes and productivity of spring rapeseed]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2019; 33. 5: 34-38. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-10508>.
5. Olejnikova E. N., Yanova M. A., Pyzhikova N. I. [Spring rapeseed is a promising crop for the development of the agro-industrial complex of the Krasnoyarsk Territory]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2019; 1 (142): 74–80.
6. Nurlygayanov R. B. [Spring rape supports farmers]. *Agrarnaya tema*. 2012; 10 (39): 43.
7. Cybul'ko N. N., Punchedko S. S. [The effectiveness of the use of differentiated doses of mineral fertilizers for spring rapeseed on sod-podzolic light loamy soils of varying degrees of erosion]. *Pochvovedenie i agrohimiya*. 2015; 1 (54): 189–200.
8. Gol'man S. V., Gorbacheva T. V., Rendov N. A. [Intensification of the technology of cultivation of spring rapeseed for oilseeds]. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2015; 1 (17): 12–14.
9. Halpern M., Yermiyahu U., Bar-Tal A. The use of biostimulants for enhancing nutrient uptake. *Advances in Agronomy*. 2015; 130: 141–174. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2014.10.001>
10. Srivastava A. K., Suprasanna P., Pasala R. Plant bioregulators for sustainable agriculture: integrating red signaling as a possible unifying mechanism. *Advances in Agronomy*. 2016; 137: 237–278. DOI 10.1016/bs.agron.2015.12.002.
11. Gataullin D. G., Safiollin F. N., Minnullin G. S. [Anti-stress and phytohormones preparations in the technology of cultivation of spring rape on gray forest soils of the Republic of Tatarstan]. *Agrohimicheskij vestnik*. 2021; 2: 45-49. <https://doi.org/10.24412/1029-2551-2021-2-009>.
12. Safin R. I., Karimova L. Z., Safiollin F. N. The influence of spring barley extracts on *Pseudomonas putida* PCL1760. *E3S Web of Conferences*. 2019; 91: 185–193. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199106007/>
13. Nizamov R. M., Safiollin F. N., Khismatullin M. M. Modern Biological Products and Growth Stimulators in the Technology of Cultivation of Sunflower for Oilseeds. *International journal of advanced biotechnology and research*. 2019; 10. 1: 341–347. https://doi.org/10.12737/article_5afbffd02a32e1.51364510
14. Suhanova S. F., Postovalov A. A., Grigor'ev E. V. [Productivity and resistance of spring rapeseed varieties to fusarium in the conditions of the Kurgan region]. *Vestnik Ul'yanovskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*. 2020; 1(49): 65-70. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2020-1-65-70>.
15. Starikova D. V., Gorlova L. A. [The influence of the environment and genotype on economically valuable signs of spring rapeseed in the conditions of the central zone of the Krasnodar Territory]. *Maslichnye kul'tury*. 2021; 4(188): 71-77. <https://doi.org/10.25230/2412-608X-2021-4-188-71-77>.
16. Fajzrahmanov D. I., Valiev A. R., Ziganshin B. G. [The current state of grain production in the Russian Federatio]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2021; 16. 2(62): 138-142. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-138-142/>
17. Kormin V. P. [The effectiveness of the use of mineral fertilizers and the growth regulator "Silver Agro" for spring rapeseed seeds in the conditions of the forest-steppe of the Omsk region]. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2023; 1(49): 35-40. https://doi.org/10.48136/2222-0364_2023_1_35
18. Surkova Y. U. [Spring rapeseed in the conditions of the forest-steppe zone of the Trans-Urals]. *Vestnik Kurganskoj GSKHA*. 2020; 3(35): 68-71. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4152805>.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest. There was no funding for the work.

Authors:

Suleymanov Salavat Razyapovich – Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Department, e-mail: dusai@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9236-7525>

Safiollin Faik Nabievich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, e-mail: faik1948@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3511-7378>

Suleymanov Ruzal Razyapovich – postgraduate student, e-mail: ruzal.suleymanov@mail.ru

Motovalov Ilnur Flurovich – postgraduate student, e-mail: ilnur1998motavalov@mail.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.