


doi:10.18286/1816-4501-2023-4-6-12


УДК 631.51:633.34

Влияние способов основной, предпосевной и послепосевных агротехнических мер на формирование урожая сои

М. М. Нафиков¹,  доктор сельскохозяйственных наук, профессор

С. Г. Смирнов², кандидат, сельскохозяйственных наук, доцент

¹ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»

420008, г. Казань, Кремлевская 18, nafikov_makarim@mail.ru.

² ФГБОУ ДПО «Татарский институт переподготовки кадров агробизнеса» Казань


420059, г. Казань, ул. Оренбургский тракт, 8


Резюме. Исследования проведены с целью разработки эффективных методов проведения основной, предпосевной и послепосевных работ в технологии возделывания сои. Почва под опытами – выщелоченный чернозем. Содержалось: гумуса по Тюрину – 5,7...6,0 %, щелочно-гидролизуемого азота по Корнфилду – 84...91 мг/кг, подвижного фосфора – 160...163, обменного калия (по Чирикову) – 182...190 мг/кг почвы, рН сол. – 5,6...5,8. Делянки располагались систематически на фоне минерального питания N₄₀ P₆₀ K₆₀ в трехкратной повторности. Общая площадь делянки – 120 м², учетная – 100 м². Предшественник – однолетние травы (вика + овёс) на сенаж. Исследования показали эффективность основной обработки – вспашка на глубину 25...27 см. Учёт сорных растений в начале вегетации показал, что минимальная засоренность при проведении основной обработки – вспашки на глубину 25...27 см. на 6 варианте – 20 шт./м². На варианте безотвальной обработки в начале вегетации оптимальное количество сорняков – 58,7 шт./м², наблюдается на 1 варианте, а наименьшая на 5...41,3 шт./м². По вспашке наибольшая сырая масса наблюдается в начале вегетации 73,6 г/м² на первом варианте, а наименьшая 53,2 г/м² – на шестом варианте. При проведении безотвальной обработки почвы наибольшая сырая масса сорняков в начале вегетации сои наблюдается на первом варианте 94,6 г/м², наименьшая на 81,5 г/м² – на втором варианте. К уборке наибольшая их масса была на первом варианте 50,6 г/м², а наименьшая 29,4 г/м² – на шестом варианте. Наибольшая урожайность получена на шестом варианте – 2,2 т/га, что выше от контроля на 0,9 т/га. При безотвальной обработке наибольшая урожайность получена на шестом варианте – 1,82 т/га, что выше от контроля на 0,7 т/га.

Ключевые слова: соя, обработка почвы, сорт, сорные растения, биомасса, урожайность.

Для цитирования: Нафиков М. М., Смирнов С. Г. Влияние способов основной, предпосевной и послепосевных агротехнических мер на формирование урожая сои // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 4 (64). 6-12 С. doi:10.18286/1816-4501-2023-4-6-12

The influence of basic, pre-sowing and post-sowing agrotechnical measures on formation of soybean yield

M. M. Nafikov¹, **S. G. Smirnov**²

¹ Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Kazan (Volga Region) Federal University" 420008, Kazan, Kremlevskaya 18, nafikov_makarim@mail.ru.

²FSBEI APE "Tatar Institute of Agribusiness Personnel Retraining"

420059 Kazan, str. Orenburg tract, 8

Abstract. Research was carried out with the aim of developing effective methods for carrying out basic, pre-sowing and post-sowing work in soybean cultivation technology. The soil for the experiments was leached black soil. It contained: humus according to Tyurin - 5.7-6.0%, alkali-hydrolyzable nitrogen according to Cornfield - 84-91 mg/kg, mobile phosphorus - 160-163, exchangeable potassium (according to Chirikov) – 182-190 mg/kg soil, pH salt. – 5.6-5.8. The plots were located systematically against the background of mineral nutrition N₄₀P₆₀K₆₀ in triple repetition. The total area of the plot is 120 m², the record area is 100 m². The forecrops are annual grasses (vetch + oats) for haylage. Research showed the effectiveness of the main treatment - plowing to a depth of 25-27 cm. Records of the weeds at the beginning of the growing season showed that the minimum weed infestation was during primary treatment - plowing to a depth of 25-27 cm in variant 6 - 20 pcs./m². The optimal number of weeds was 58.7 pcs./m² in the variant of non-moldboard tillage at the beginning of the growing season, observed in variant 1, and the smallest was in variant 5 - 41.3 pcs./m². As far as plowing is concerned, the highest wet weight was observed at the beginning of the growing season - 73.6 g/m² in

the first variant, and the lowest - 53.2 g/m² in the sixth variant. When carrying out non-moldboard tillage, the highest wet weight of weeds at the beginning of the soybean growing season was observed in the first variant - 94.6 g/m², the smallest - 81.5 g/m² - in the second variant. By the harvesting time, their greatest weight was in the first variant, 50.6 g/m², and the smallest - 29.4 g/m² was in the sixth variant. The highest yield was obtained in the sixth variant - 2.2 t/ha, which is 0.9 t/ha higher than the control. In case of non-moldboard tillage, the highest yield was obtained in the sixth variant - 1.82 t/ha, which is 0.7 t/ha higher than the control.

Keywords: soybean, tillage, variety, weeds, biomass, yield.

For citation: Nafikov M. M., Smirnov S. G. The influence of basic, pre-sowing and post-sowing agrotechnical measures on formation of soybean yield // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2023;4(64): 6 - 12

Введение

Соя в настоящее время является широко востребованной зернобобовой культурой в различных отраслях народного хозяйства. Зеленую массу сои используют для нужд животноводства. Из семян сои производят высокобелковые продукты питания. Семена сои содержат от 37 до 45 % белка, более 28 % жира, около 30 % углеводов и т.д. [1, 2, 3]. В Российской Федерации особо важное значение она имеет в восполнении дефицита белка, который в последние годы составляет около 1,80 млн. тон, поэтому первоначальной задачей сельхозтоваропроизводителей является увеличение урожайности, а также продвижение посевов сои в новые регионы, одним из которых является Республика Татарстан [4, 5, 6].

Опытным путем учеными и практиками выявлены лучшие предшественники для сои, которыми являются озимые и яровые колосовые культуры, хорошими предшественниками считаются кукуруза на силос, картофель ранний и сахарная свекла [7, 8, 9]. Данные культуры очищают почву от патогенов, запасов семян сорных растений, тем самым они обеспечивают хорошие условия для роста и развития сои [10, 11, 12].

Важными вопросами в технологии возделывания сои являются основная и предпосевная обработка почвы, от которых зависят агрофизические и агрохимические ее свойства, а также засоренность посевов, заселенность вредителями и болезнями в период вегетации [13, 14, 15]. Соя является культурой короткого светового дня, хотя выведенные в Российской Федерации сорта менее чувствительны к длине светлой части суток [16]. В то же время из-за своей особенности медленного роста и развития в начальные периоды вегетации она угнетается сорными растениями, которые затеняют её, отнимают влагу и элементы питания, что в дальнейшем ведёт к снижению урожая [17, 18, 19].

Материалы и методы

С 2019 по 2021 год проведены полевые опыты и лабораторные исследования с целью выявления эффективных методов проведения основной, предпосевной и послепосевной работ в посевах сои.

Почва опытного поля – выщелоченный чернозем. В пахотном слое в разные годы содержалось: гумуса по Тюрину – 5,7...6,0 %, щелочно-гидролизующего азота по Корнфилду – 84...91 мг/кг, подвижного фосфора – 160...163, обменного калия (по Чирикову) – 182...190 мг/кг почвы, рН сол. – 5,6...5,8.

Схема опыта: Фактор (А) – способы основной обработки почвы:

1. Вспашка на глубину 25...27 см.
2. Безотвальная обработка на глубину 25...27 см.

Фактор (В) – способы предпосевной и послепосевной работ:

1. Боронование в 2 следа (контроль).
2. Боронование + культивация.
3. Боронование + культивация + каткование до посевов.
4. Боронование + культивация + каткование по посевам.
5. Боронование + культивация + 1 междурядная обработка.
6. Боронование + культивация + 2 междурядные обработки.

Фон минерального питания: N₄₀ P₆₀ K₆₀.

Расположение делянок систематическое. Повторность опыта трехкратная. Общая площадь делянки – 120 м², учетная – 100 м². В опытах использовали районированный сорт сои СИБНИК-315. Предшественник – однолетние травы (вика + овёс) на сенаж.

Математическую обработку результатов исследований проводили по Б. А. Доспехову [20].

В опыте за исключением изучаемых агротехнических приемов соблюдали общепринятую технологию. Посев проводили на глубину 6...7 см.

Анализ метеорологических условий в годы исследований показал, что из факторов жизни растений в условиях Республики Татарстан первостепенное значение имеет накопление и сохранение влаги в почве, так как в зоне проведения опытов осадки выпадают неравномерно и часто бывают засухи, особенно в конце мая и июне, т. е. в самые критические фазы роста и развития изучаемой культуры.

Климат в Западном Закамье (зона проведения опытов) умеренно-континентальной с продолжительной умеренно-холодной зимой, теплым, временами жарким и засушливым летом, что предопределяет нахождение в зоне рискованного земледелия. Три года из пяти повторяются засухи различной интенсивности.

Результаты

Метеорологические условия в годы проведения опытов складывались не одинаково. Наименее благоприятными условиями для формирования урожайности сои складывался 2021 год. Более благоприятными они были в 2019 и средними – в 2020 году (рис. 1).

4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки)

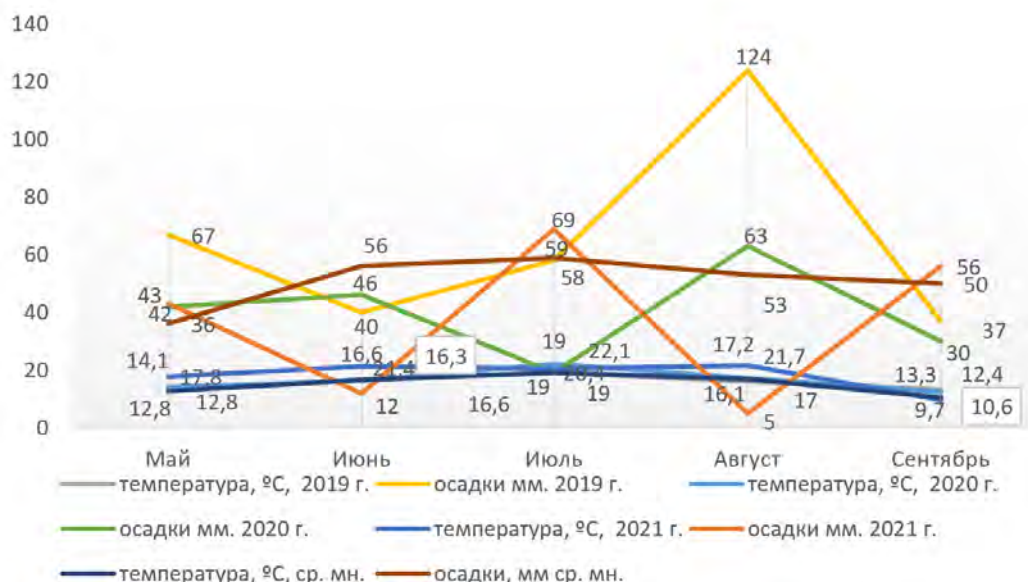


Рис. 1. Метеорологические условия вегетационного периода за 2019 – 2021 года (по данным метеостанции Чистополь)

Таблица 1. Засоренность посевов сои при проведении основной обработки почвы, шт./м²

Обработка почвы после уборки предшественника (А)	Обработка почвы до посева и в период вегетации (Б)	2019 г		2020 г		2021 г		Средняя	
		Начало вегетац.	Уборочная спелая	Начало вегетац.	Уборочная спелая	Начало вегетац.	Уборочная спелая	Начало вегетац.	Уборочная спелая
Вспашка на глубину 25-27 см.	1. Боронование в 2 следа	39	21	27	17	31	22	32,3	20
	2. Боронование + культивация	21	18	19	15	25	12	21,7	15
	3. Боронование + культивация + каткование до посевов	36	24	26	19	33	24	31,7	22,3
	4. Боронование + культивация + каткование по посевам	33	26	23	17	30	16	28,6	19,7
	5. Боронование + культивация + 1 междурядная обработка	24	15	20	10	20	11	21,3	12
	6. Боронование + культивация + 2 междурядные обработки	20	11	18	7	22	8	20	8,7
Безотвальная обработка на глубину 25-27 см.	1. Боронование в 2 следа	61	35	55	35	60	43	58,7	37,6
	2. Боронование + культивация	48	27	37	29	49	32	44,6	29,3
	3. Боронование + культивация + каткование до посевов	63	38	52	40	55	45	56,7	41
	4. Боронование + культивация + каткование по посевам	55	31	46	36	57	46	52,6	37,6
	5. Боронование + культивация + 1 междурядная обработка	44	20	35	21	45	25	41,3	22
	6. Боронование + культивация + 2 междурядные обработки	47	14	39	12	48	13	44,7	13

Начало вегетации: $HCP_{05}^{AB} = 8,2$ шт/м², $HCP_{05}^A = 3,6$ шт/м², $HCP_{05}^B = 16,3$ шт/м².

Уборочная спелость: $HCP_{05}^{AB} = 6,4$ шт/м², $HCP_{05}^A = 3,3$ шт/м², $HCP_{05}^B = 4,5$ шт/м².

Сорные растения составляют жёсткую конкуренцию растениям сои за водные ресурсы, питательные вещества и солнечную энергию. Необходимо учитывать и то обстоятельство, что корневая

система некоторых сорных растений выделяет в почву и вредные вещества. Уровень засорённости

Таблица 2. Сырая масса сорных растений на посевах сои, при проведении основной обработки почвы, г/м²

Обработка почвы после уборки предшественника (А)	Обработка почвы до посева и в период вегетации (Б)	2019 г		2020 г		2021 г		Средняя	
		Начало вегетации	Уборочная спелость	Начало вегетации	Уборочная спелость	Начало вегетации	Уборочная спелость	Начало вегетации	Уборочная спелость
Вспашка на глубину 25-27 см.	1. Боронование в 2 следа	77,8	38	70	38	73	36	73,6	37,3
	2. Боронование + культивация	62	40	55,5	33	64,2	39	60,5	37,4
	3. Боронование + культивация + каткование до посевов	77,5	41	67	35	70	38	71,5	38
	4. Боронование + культивация + каткование по посевам	76	42	65	33	71	39	70,6	38
	5. Боронование + культивация + 1 междурядная обработка	59,7	35	63	34	61,2	33,7	61,3	34,2
	6. Боронование + культивация + 2 междурядные обработки	47	30,6	48	32	64,6	30,4	53,2	31
Безотвальная обработка на глубину 25-27 см.	1. Боронование в 2 следа	98	53	94	52	92	47	94,6	50,6
	2. Боронование + культивация	80,7	44	79,8	33,4	84	38,3	81,5	38,5
	3. Боронование + культивация + каткование до посевов	97,5	51	93	48	91,5	46	94	48,3
	4. Боронование + культивация + каткование по посевам	97	48	93,3	45	84	42,4	91,4	45,1
	5. Боронование + культивация + 1 междурядная обработка	97,2	42	92,8	29	86	33,9	92	34,9
	6. Боронование + культивация + 2 междурядные обработки	96,6	35	92,5	23,5	85,7	29,7	91,6	29,4

Начало вегетации: так как при взаимодействии фактора (А) на фактор (Б) $F_{\phi} < F_{\text{крит}}$, взаимодействие фактора (А) и фактора (Б) не значима в 5 %-ном уровне значимости., $HCP_{05}^A = 3,6 \text{ г/м}^2$, $HCP_{05}^B = 16,3 \text{ г/м}^2$.

Уборочная спелость: $HCP_{05}^{AB} = 6,5 \text{ г/м}^2$, $HCP_{05}^A = 2,63 \text{ г/м}^2$, $HCP_{05}^B = 4,5 \text{ г/м}^2$.

соевого поля делится на три варианта: слабая, средняя и высокая. Чем выше засорённость, тем больше наблюдается угнетения культурных растений.

Отмечается, что в целом борьба с сорными растениями является сложной и многовариантной задачей. В связи с высоким спросом на рынке экологически чистой, безвредной продукции, производители зерновой продукции стараются применять безгербицидные технологии.

В наших опытах при проведении учёта сорных растений в начале вегетации видно, что минимальная засорённость при проведении основной обработки – вспашки на глубину 25...27 см. на 6 варианте – 20 шт./м², а наибольшая на первом варианте – 32,3 шт/м². В фазе уборочной спелости наименьшая засорённость также на 6 варианте – 8,7 шт/м², а наибольшая на 3 варианте – 22,3 шт/м². (табл. 1). При проведении безотвальной обработки на глубину 25...27 см. в начале вегетации оптимальное

количество сорных растений 58,7 шт./м² наблюдается на 1 варианте, а наименьшая – на 5 варианте 41,3 шт./м². При подсчете сорных растений в фазе наступления уборочной спелости наибольшее количество сорных растений 37,6 шт./м² сохранилось на первом и четвертом вариантах, а наименьшее количество 13,0 шт./м² – на шестом варианте.

Также в опытах определяли сырую массу сорных растений в начале вегетации и при наступлении уборочной спелости. Они показали, что при проведении основной обработки вспашки наибольшая сырая масса наблюдается в начале вегетации 73,6 г/м² на первом варианте, а наименьшая 53,2 г/м² – на шестом варианте. Такая же тенденция наблюдается практически до конца вегетации (табл. 2).

При проведении безотвальной обработки наибольшая сырая масса сорняков в начале вегетации сои наблюдается на первом варианте 94,6 г/м², наименьшая на 81,5 г/м² – на втором варианте.

4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки)

Взвешивание сырой биомассы сорняков к уборке показали, что наибольшая их масса наблюдалась на первом варианте 50,6 г/м², а наименьшая 29,4 г/м² – на шестом варианте.

В технологии возделывания сои одним из затратных элементов является основная обработка почвы, поэтому различные способы основной обработки почвы при возделывании культуры сои оказывают большое влияние на свойства почвы, питательный режим, обеспечение влагой в различные фазы вегетации, прохождение фенологических фаз, которые в совокупности определяют урожайность.

На рис. 2 представлены результаты урожайности сои при проведении основной обработки почвы, вспашке. На варианте 1 (боронование в 2 следа), взятом за контроль, во все годы проведения опытов наблюдалась наименьшая урожайность 1,3 т/га.

Для получения стабильно высоких урожаев заданного параметра проводился поиск оптимальных способов и систем основной и предпосевной обработок почвы с культурой соя, которые в дальнейшем позволят создать все необходимые условия в период вегетации, что в высокой степени будет соответствовать ее биологическим особенностям, росту и развитию, а также формированию запланированных урожаев с высоким качеством выращенного урожая.

На фоне безотвальной обработки почвы наибольшая урожайность сформировалась на шестом варианте (боронование + культивация + 2 междурядные обработки) 1,82 т/га, что выше от контроля на 0,7 т/га. Чуть ниже урожайность на пятом варианте (боронование + культивация + 1 междурядная обработка) 1,74 т/га и на четвертом варианте (боронование + культивация + каткование по посевам) 1,73 т/га.

Заключение

В условиях Западного Закамья Республики Татарстан соя наиболее отзывается на вспашку, при проведении которой она формирует наибольшую урожайность 2,19 т/га на пятом варианте, который включает в себя боронование+культивация+1 междурядная обработка.

Литература

1. Гладышева, О. В., Свирина В. А., Черногаев В. Г. Длительное воздействие минеральных удобрений на питательный режим почвы и урожайность сои // Плодородие. 2022. № 6. С. 70-72.
2. Влияние минимизации основной обработки почвы на влагообеспеченность и засорённость посевов зернобобовых культур / Д. В. Дубовик, Е. В. Морозов, Е. В. Дубовик и др. // Международный сельскохозяйственный журнал. 2021. № 3. С. 49-52.
3. Дозоров, А. В. Возделывание сои в Ульяновской области // Зерновое хозяйство. 1999. № 2. С. 30-31.
4. Нафиков, М. М. Урожайность сои в зависимости от приёмов возделывания в лесостепи Поволжья / М. М. Нафиков, С. Г. Смирнов, В. Н. Фомин // Кормопроизводство. 2013. № 6. С. 18-19.

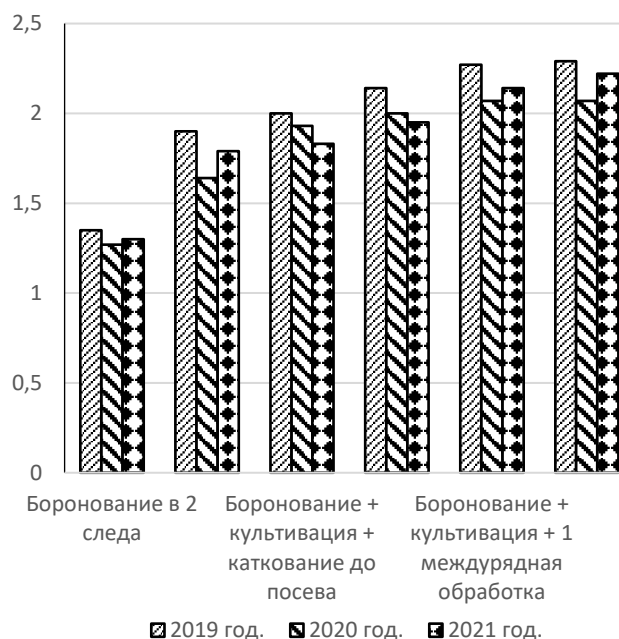


Рис. 2. Формирование урожая сои при проведении основной обработки почвы (вспашка на глубину 25-27 см)

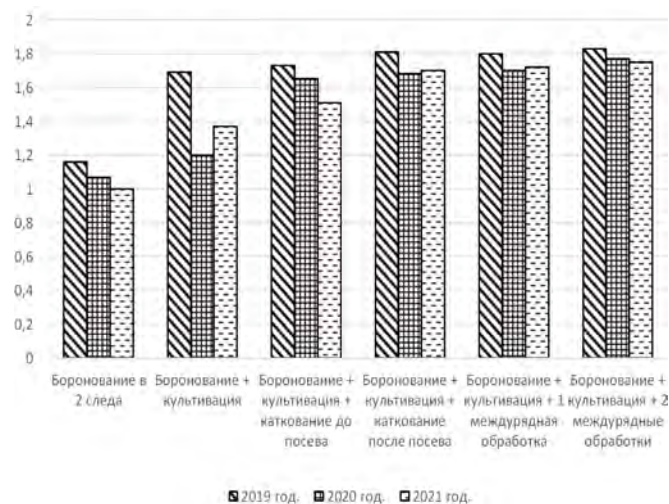


Рис. 3. Формирование урожая сои при проведении основной обработки почвы (безотвальная обработка на глубину 25...27 см)

5. Смирнов С. Г., Нафиков М. М., Фомин В. Н. Влияние способа основной обработки почвы и удобрений на агрофизические свойства почвы, урожайность и качество зерна сои // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 1. С. 384.

6. Применение микроудобрительных смесей и биопрепаратов при возделывании сои / В. Г. Васин, Р. Н. Саниев, А. В. Васин и др. // Агрохимический вестник. 2019. № 2. С. 47-52. doi: 10.24411/0235-2516-2019-10027.

7. Формирование агрофитоценоза и продуктивность кукурузы в условиях лесостепи Среднего Поволжья / О. П. Кожевникова, В. Г. Васин, А. В. Васин и др. // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. - 2022. № 4. С. 33–41. doi: 10.55471/19973225_2022_7_4_33

8. Влияние применения микроудобрительных смесей на структуру урожая и продуктивность сои в условиях лесостепи среднего Поволжья / А. В. Васин, А. Н. Бурунов, В. Г. Васин и др. // Зернобобовые и крупяные культуры. 2021. № 4 (40). С. 32-38. doi: 10.24412/2309-348X-2021-4-32-38. – EDN QPPHCB.

9. Бобовые предшественники, обработка почвы и защита растений в агротехнологиях яровой пшеницы Среднего Поволжья / А. Л. Тойгильдин, М. И. Подсевалов, И. А. Тойгильдин и др. // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2021. № 5. С. 77-88. URL: <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2021-5-77-88>

10. Патент № 2781971 С1 Российская Федерация, МПК А01С 1/02. Устройство для обеззараживания семян холодной атмосферной воздушной плазмой и способ его работы : № 2022105160: заявл. 26.02.2022 : опубл. 21.10.2022 / Кашапов Н. Ф., Нафиков М. М., Смирнов С. Г., Нафиков М. М. ; заявитель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Казанский.

11. Тойгильдин, А. Л. Научно-практическое обоснование биологизации земледелия и воспроизводства плодородия чернозёма выщелоченного лесостепи Поволжья: спец. 06.01.01: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Тойгильдин Александр Леонидович; Самарская государственная сельскохозяйственная академия. Ульяновск, 2018. 40 с.

12. Оценка фитосанитарного состояния при возделывании зерновых бобовых культур в условиях лесостепной зоны Поволжья / А. Л. Тойгильдин, М. И. Подсевалов, И. А. Тойгильдина и др. // Нива Поволжья. 2021. № 2 (59). С. 19-27.

13. Эколого-мелиоративные приемы повышения продуктивности чернозема солонцеватого в условиях Самарской области / Н. М. Троц, А. А. Соловьев, Н. В. Боровкова и др. // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 4. С. 9–15. doi: 10.55471/19973225_2022_7_4_9

14. Формирование урожая и продуктивность сортов озимой пшеницы при выращивании на планируемую урожайность / В. Г. Васин, А. О. Стрижаков, Е. С. Фадеева и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2023. Т. 17. № 3(71). С. 20-25. doi: 10.12737/2073-0462-2023-20-25

15. Накопление пожнивных и корневых остатков в севооборотах при применении технологии No-till в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья / Н. М. Троц, С. В. Орлов, Е. С. Герасимов и др. // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 1. С. 25–31. doi: 10.55170/19973225_2023_8_1_25

16. Давлетов, Ф. А., Гайнуллина К. П. Результаты изучения коллекции гороха в условиях южной лесостепи республики Башкортостан // Достижения науки и техники АПК. 2022. № 36 (6). С. 31-35.

17. Структура урожая и продуктивность сортов озимой пшеницы при выращивании на планируемую урожайность / В. Г. Васин, А. В. Васин, С. В. Фадеев, и др. // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 4. С. 3–8. doi: 10.55471/19973225_2022_7_4_3

18. Кошеляев, В. В., Кошеляева И. П., Шабышев Н. В. Оценка сортов гороха при различных уровнях минерального питания // Нива Поволжья. 2021. № 1 (58). С. 52-58.

19. Кошеляев, В. В., Кошеляева И. П. Симбиотическая деятельность у различных сортов гороха // Нива Поволжья. 2021. № 2 (59). С. 75-82.

20. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): 5-е изд., перераб. и доп. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.

References

1. Gladysheva O. V., Svirina V. A., Chernogaev V. G. Long-term impact of mineral fertilizers on nutritional regime of soil and soybean yield // Soil Fertility. 2022. № 6. P. 70-72.

2. The influence of main tillage minimizing on moisture supply and weediness of leguminous crops / D. V. Dubovik, E. V. Morozov, E. V. Dubovik, et al. // International Agricultural Journal. 2021. № 3. P. 49-52.

3. Dozorov, A.V. Soybean cultivation in Ulyanovsk region // Grain farming. 1999. № 2. P. 30-31.

4. Nafikov M. M., Smirnov S. G., Fomin V. N. Soybean yield depending on cultivation methods in the forest-steppe of the Volga region // Feed production. 2013. № 6. P. 18-19.

5. Smirnov S. G., Nafikov M. M., Fomin V. N. Influence of the method of primary soil tillage and fertilizers on agrophysical properties of the soil, yield and quality of soybean grain // Modern problems of science and education. 2014. № 1. P. 384.

6. Application of microfertilizer mixtures and biological products in soybean cultivation / V. G. Vasin, R. N. Saniev, A. V. Vasin [et al.] // Agrochemical Vestnik. 2019. № 2. P. 47-52. doi: 10.24411/0235-2516-2019-10027.

4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки)

7. Formation of agrophytocenosis and corn productivity in the forest-steppe conditions of the Middle Volga region / O. P. Kozhevnikova, V. G. Vasin, A. V. Vasin, et al. // *Izvestiya of Samara State Agricultural Academy*. 2022. № 4. P. 33–41. doi: 10.55471/19973225_2022_7_4_33

8. The influence of application of microfertilizer mixtures on harvest structure and productivity of soybeans in the forest-steppe conditions of the middle Volga region / A. V. Vasin, A. N. Burunov, V. G. Vasin, et al. // *Grain legumes and cereal crops*. – 2021. – № 4(40). – P. 32-38. – DOI: 10.24412/2309-348X-2021-4-32-38. – EDN QPPHCB.

9. Legume forecrops, soil cultivation and plant protection in agricultural technologies of spring wheat in the Middle Volga region / A. L. Toygildin, M. I. Podsevalov, I. A. Toygildina, et al. // *Izvestia Timiryazevskaya Agricultural Academy*. – 2021. - № 5. – P. 77-88. – URL: <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2021-5-77-88>

10. Patent № 2781971 C1 Russian Federation, IPC A01C 1/02. Device for disinfection of seeds with cold atmospheric air plasma and its operation method: № 2022105160: appl. 26.02.2022: publ. 21.10.2022 / Kashapov N. F., Nafikov M. M., Smirnov S. G., Nafikov M. M.; applicant Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Kazansky.

11. Toygildin, A. L. Scientific and practical justification for biologization of agriculture and reproduction of soil fertility of leached black soil of the Volga forest-steppe: special. 06.01.01: abstract of the dissertation for the degree of Doctor of Agricultural Sciences / Toygildin Alexander Leonidovich; Samara State Agricultural Academy. - Ulyanovsk, 2018. 40 p.

12. Assessment of the phytosanitary condition in cultivation of grain legumes in the forest-steppe zone of the Volga region / A. L. Toygildin, M. I. Podsevalov, I. A. Toygildina, et al. // *Volga Region Farmland*. 2021. № 2(59). P. 19-27.

13. Ecological and reclamation methods for increasing the productivity of solonchic black soil in Samara region / N. M. Trots, A. A. Soloviov, N. V. Borovkova, A. A. Bokova // *Izvestiya of Samara State Agricultural Academy*. 2022. № 4. P. 9–15. doi: 10.55471/19973225_2022_7_4_9

14. Harvest formation and productivity of winter wheat varieties when cultivated according to planned yield / V. G. Vasin, A. O. Strizhakov, E. S. Fadeeva, S. V. Fadeev // *Vestnik of Kazan State Agrarian University*. 2023. V. 17, № 3(71). P. 20-25. – doi: 10.12737/2073-0462-2023-20-25

15. Accumulation of crop and root residues in crop rotations when using No-till technology in the forest-steppe zone of the Middle Volga region / N. M. Trots, S. V. Orlov, E. S. Gerasimov, A. A. Bokova // *Izvestiya of Samara State Agricultural Academy*. 2023. № 1. P. 25–31. doi: 10.55170/19973225_2023_8_1_25

16. Davletov F. A., Gainullina K. P. Results of studying pea collection in the conditions of the southern forest-steppe of the Republic of Bashkortostan // *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. 2022. № 36(6). P. 31-35.

17. Harvest structure and productivity of winter wheat varieties when when cultivated according to planned yield / V. G. Vasin, A. V. Vasin, S. V. Fadeev, et al. // *Izvestiya of Samara State Agricultural Academy*. 2022. № 4. P. 3–8. doi: 10.55471/19973225_2022_7_4_3

18. Koshelyaev V.V., Koshelyaeva I. P., Shabyshev N. V. Evaluation of pea varieties at different levels of mineral nutrition // *Volga Region Farmland*. 2021. № 1(58). P. 52-58.

19. Koshelyaev V.V., Koshelyaeva I. P. Symbiotic activity in various varieties of peas // *Volga Region Farmland*. 2021. № 2(59). P. 75-82.

20. Dosphehov, B. A. Method of field experiment (with the basics of statistical processing of research results) 5th ed., revised and add. Moscow: Agropromizdat, 1985. – 351 p.