Р Е Ф Е Р А Т

ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНОЕ УДОБРЕНИЕ, СОЛЮТ.СЕМЕНА, СОЛЮТ 1, СОЛЮТ 2, СОЛЮТ 3, ООО «БИОТЕХ», ПШЕНИЦА, ГОРОХ, РАПС, ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН, БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ, ПРОРОСТКИ, АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ, АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ

Объекты исследования – семена яровой пшеницы; разные виды органо-минеральных удобрений (ОМУ) производства ООО «Биотех»: «Солют.Семена», «Солют 1», «Солют 2», «Солют 3».

Цель работы – изучить действие ОМУ производства ООО «Биотех» на посевные качества семян и биометрические показатели проростков яровой пшеницы, а также продуктивность растений и показатели плодородия агрочернозема.

Исследования проведены в двух лабораторных опытах. В первом опыте изучалось влияние удобрений: «Солют» на посевные качества семян и биометрические показатели проростков яровой пшеницы, гороха посевного и рапса ярового. Показано, что максимальную лабораторную всхожесть у яровой пшеницы обеспечивает обработка семян ОМУ «Солют.Семена» (98 %), у гороха посевного - «Солют.Семена» (92-91 %), у рапса ярового – «Солют.Семена» (89%). Максимальную длину ростка и корней обеспечивает предпосевная обработка семян «Солют.Семена» в дозе 0,2 л/т. Во втором опыте изучалось влияние «Солют.Семена» 2% и «Солют 1» 1% на продуктивность яровой пшеницы, влияние «Солют.Семена» 2%, «Солют 1» 1%, «Солют 2» 1% (0,5%), «Солют 3» 0,5% на продуктивность гороха посевного и рапса ярового, а также на агрофизические и агрохимические свойства чернозема выщелоченного. Наибольшую эффективность по продуктивности яровой пшеницы показали варианты опыта, где химический протравитель семян Скарлет сочетался с ОМУ «Солют.Семена», а также совмещение обработки семян Скарлет + ОМУ «Солют.Семена» и опрыскивания 1% раствором ОМУ «Солют 1» в фазу начала кущения. На этих

вариантах опыта фитомасса культуры достигает максимальной величины (3,8-4,0 г/сосуд), обеспечивается максимальный структурообразующий эффект по содержанию АЦФ в агрочерноземе (78-79 %). Максимальный структурообразующий эффект в посевах гороха, достигающий 62-67 % содержания АЦФ одновременно с существенным улучшением всех биометрических показателей зеленой массы гороха (7,4-7,6 г/сосуд) установлен на варианте опыта с обработкой семян ОМУ «Солют.Семена» 2% и двукратным опрыскиванием растений ОМУ «Солют 1» 1%, «Солют 2» 0,5%, «Солют 3» 0,5% в фазу начала ветвления и в фазу начала цветения. В посевах рапса отличная оструктуренность почвы (АЦФ до 79 %) установлена на варианте опыта с применением протравителя Скарлет и двукратным опрыскиванием вегетирующих растений ОМУ «Солют 1» 1%, «Солют 2» 0,5% и «Солют 3» 0,5%. Максимальный запас фитомассы рапса (6,8 г/сосуд) обеспечивает вариант с обработкой семян ярового рапса ОМУ «Солют.Семена» 2% и двукратное опрыскивание растений ОМУ «Солют 1» 1%, «Солют 2» 0,5% и «Солют 3» 0,5%. Содержание подвижного фосфора и калия в опытах оставалось в пределах очень высокой обеспеченности, нитратного и аммонийного азота в пределах низкой и средней обеспеченности, pH оставалась нейтральной или слабокислой независимо от варианта опыта. Применение ОМУ «Солют» для обработки семян и для листовой подкормки растений способствовало расширению отношение Сгк/Сфк до 1,2-1,3 в новообразованном гумусе.

Ведение

Цель работы – изучить действие ОМУ производства ООО «Биотех» на посевные качества семян яровой пшеницы, гороха посевного и ярового рапса, продуктивность культур и показатели плодородия агрочернозема. В рамках настоящей работы решаются следующие **задачи**:

1. Оценить действие ОМУ производства ООО «Биотех» на энергию и всхожесть семян яровой пшеницы, гороха посевного и ярового рапса.
2. Исследовать особенности корнеообразования и начала ростовых процессов у растений при обработке семян различными видами органо-минерального удобрения.
3. Установить действие различных видов ОМУ и их сочетаний, применяемых для протравливания семян и обработки вегетирующих посевов, на ростовые процессы и продуктивность растений.
4. Оценить влияние ОМУ на агрофизические, физико-химические, агрохимические свойства агрочернозема и его гумусное состояние.
5. Определить наиболее эффективную технологию применения ОМУ на посевах яровой пшеницы, гороха посевного и рапса ярового с целью повышения их продуктивности и сохранения плодородия почвы.

1 Условия и методика проведения исследований

1.1 Методы исследований

В опытах использованы семена категории РСт – семена для производства товарной продукции. Энергия прорастания и всхожесть семян яровой пшеницы определена по ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. После определения всхожести провели учет биометрических показателей проростков. Энергию прорастания и всхожесть определяли в 4-х кратной повторности. Посевные качества семян пшеницы оценивали в рулонах из фильтровальной бумаги на свету при постоянной температуре плюс 20°С. Посевные качества семян ярового рапса определяли на фильтровальной бумаге в чашках Петри, гороха – на песке. Энергию прорастания семян пшеницы и рапса оценивали на 3 сутки, всхожесть – на 7 сутки, гороха – на 4 и 8 сутки.

Таблица 1.1 - Схема лабораторного опыта для определения влияния ОМУ на посевные качества семян и биометрические показатели проростков

№ п/п	Вариант
1	Контроль. Протравленные семена (Скарлет 0,3 л/т семян)*
2	Протравленные семена (Скарлет 0,3 л/т семян)+ Обработка семян ОМУ «Солют.Семена» (2% или 0,2 л/т семян)

* - для ярового рапса на всех вариантах опыта доза фунгицидного протравителя Скарлет была 0,4 л/т, рекомендованная для этой культуры производителем.

Модельный лабораторный опыт № 2 проведен на посевах яровой пшеницы, ярового рапса и гороха посевного с целью определения эффективности различных видов ОМУ и технологий их применения на свойства агрочернозема и продуктивность культур. Схема опыта включала варианты, представленные в табл. 1.2, 1.3, 1.4.

Таблица 1.2 - Схема лабораторного опыта для определения влияния ОМУ на продуктивность яровой пшеницы и плодородие почвы

№ п/п	Вариант
Обработка семян	
1	Контроль 1 Протравленные семена (Скарлет 0,3 л/т семян)
2	Протравленные семена (Скарлет 0,3 л/т семян) + Обработка семян ОМУ «Солют.Семена.» (0,2 л/т семян)
Опрыскивание растений в фазу начала кущения	
3	Протравленные семена (Скарлет 0,3 л/т семян) + опрыскивание ОМУ «Солют 1» 1%
Совмещение обработки семян и опрыскивания растений в фазу начала кущения	
4	Протравленные семена (Скарлет 0,3 л/т семян) + Обработка семян ОМУ «Солют.Семена» (0,2 л/т семян) + опрыскивание ОМУ «Солют 1» 1%

Таблица 1.3 - Схема лабораторного опыта для определения влияния ОМУ на продуктивность гороха посевного и плодородие почвы

№ п/п	Вариант
Обработка семян	
1	Контроль 1 Протравленные семена (Скарлет 0,3 л/т семян)
2	Протравленные семена (Скарлет 0,3 л/т семян) + Обработка семян ОМУ «Солют.Семена» (0,2 л/т семян)
Двукратное опрыскивание растений в фазу начала ветвления и в фазу начала цветения	
3	Протравленные семена (Скарлет 0,3 л/т семян) + опрыскивание ОМУ «Солют 1» 1% + ОМУ «Солют 2» 1 %
4	Протравленные семена (Скарлет 0,3 л/т семян) + опрыскивание ОМУ «Солют 1» 1% + ОМУ «Солют 2» 0,5 % + ОМУ «Солют 3» 0,5 %
Совмещение обработки семян и двукратного опрыскивания растений в фазу начала ветвления и в фазу начала цветения	
5	Протравленные семена (Скарлет 0,3 л/т семян)+ Обработка семян ОМУ «Солют.Семена» (0,2 л/т)+опрыскивание ОМУ «Солют 1» 1% + ОМУ «Солют 2» 1 %
6	Протравленные семена (Скарлет 0,3 л/т семян)+ Обработка семян ОМУ «Солют.Семена» (0,2 л/т)+опрыскивание ОМУ «Солют 1» 1% + ОМУ «Солют 2» 0,5 % + ОМУ «Солют 3» 0,5 %

Таблица 1.4 - Схема лабораторного опыта для определения влияния ОМУ на продуктивность ярового рапса и плодородие почвы

№ п/п	Вариант
Обработка семян	
1	Контроль 1 Протравленные семена (Скарлет 0,4 л/т семян)
2	Протравленные семена (Скарлет 0,4 л/т семян) + Обработка семян ОМУ «Солют.Семена» (0,2 л/т семян)
Двукратное опрыскивание растений в фазу начала ветвления и в фазу начала цветения	
3	Протравленные семена (Скарлет 0,4 л/т семян) + опрыскивание ОМУ «Солют 1» 1% + ОМУ «Солют 2» 1 %
4	Протравленные семена (Скарлет 0,4 л/т семян) + опрыскивание ОМУ «Солют 1» 1% + ОМУ «Солют 2» 0,5 % + ОМУ «Солют 3» 0,5 %
Совмещение обработки семян и двукратного опрыскивания растений в фазу начала ветвления и в фазу начала цветения	
5	Протравленные семена (Скарлет 0,4 л/т семян)+ Обработка семян ОМУ «Солют.Семена» (0,2 л/т)+опрыскивание ОМУ «Солют 1» 1% + ОМУ «Солют 2» 1 %
6	Протравленные семена (Скарлет 0,4 л/т семян)+ Обработка семян ОМУ «Солют.Семена» (0,2 л/т)+опрыскивание ОМУ «Солют 1» 1% + ОМУ «Солют 2» 0,5 % + ОМУ «Солют 3» 0,5 %

У пшеницы опрыскивание растений проводили однократно в фазу полных всходов-начала кущения ОМУ «Солют 1» 1%.

У гороха посевного и рапса ярового проводили опрыскивание два раза в течение эксперимента. Первое опрыскивание – в фазу 2-3 настоящих листьев у гороха и у рапса ОМУ «Солют 1» 1%. Второе опрыскивание – в фазу розетки листьев 3-5 шт. у рапса и в фазу бутонизации у гороха ОМУ «Солют 1» 1% + ОМУ «Солют 2» 1% или ОМУ «Солют 1» 1% + ОМУ «Солют 2» 0,5% + ОМУ «Солют 3» 0,5%, в зависимости от варианта опыта.

2 Влияние ОМУ «Солют.Семена» на посевные качества семян и ростовые процессы яровой пшеницы, гороха посевного и рапса ярового

Роль гуминовых препаратов усиливается в связи с тем, что при протравливании семян химическими протравителями часто возникает снижение посевных качеств вследствие токсикациимеристемных клеток [Zavalin, 2001].В связи с этим мобилизация биологических факторов приобретает всё большую актуальность и, являясь одним из основных звеньев экологизации сельскохозяйственного производства, позволяет получать высокие урожаи, обеспечивая при этом воспроизводство почвенного плодородия [Харченко, 2011].

Обработка семян препаратами, содержащими гумусовые кислоты решает ключевые задачи для формирования урожая сельскохозяйственных культур. Во-первых, повышение посевных качеств семян: энергии прорастания, всхожести, жизнеспособности. Во-вторых, формирование мощной корневой системы.

Яровая пшеница. Анализ лабораторных экспериментов показал, что обработка семян ОМУ «Солют.Семена» определила достоверное повышение энергии прорастания семян до 91 % (табл. 2.1). Относительное изменение энергии прорастания по отношению к контрольному варианту составили 14 %.

При определении лабораторной всхожести на седьмые сутки и учете нормально проросших семян с корешком не менее длины семени и ростком не менее половины длины семени установлено, что все экспериментальные ОМУ достоверно повышали показатель. На вариантах опыта с применением «Солют.Семена» лабораторная всхожесть достигала 86-98 %, что относительно превышало контрольный вариант с химическим протравителем на 6-22 %.

Таблица 2.1 –Посевные качества семян яровой пшеницы

Вариант	Энергия прорастания, %	Изменения к контролю, +/-	Лабораторная всхожесть, %	Изменения к контролю, +/-
Контроль (Скарлет фон)	80,3	-	81,3	-
Солют.Семена	90,7*	+ 13,8	98,0*	+ 22,4

*- достоверные значения

Интенсивное течение начальных ростовых процессов в семенах имеет большое значение в дальнейшем отногенезе растений. Активное образование зародышевых корешков сказывается на продуктивности растений, способности обеспечивать растения элементами питания.

Оценка биометрических показателей проростков яровой пшеницы после снятия лабораторного опыта показала, что экспериментальные удобрения оказали существенное влияние на ростовые процессы (табл. 2.2, Приложение, фото 3).

Таблица 2.2 - Биометрическая характеристика проростков яровой пшеницы (на 7 сутки), n = 30

Вариант	Количество корней, шт.	Длина ростка, см	Длина корней, см
Контроль (Скарлет фон)	4,4	6,5	10,9
Солют.Семена	**4,6***	**7,7***	**11,8***

Так, количество зародышевых корней у растений контрольного варианта в среднем 4,4 шт. Обработка семян органоминеральным удобрением стимулировало корнеобразование до 4,6 шт.

Отмечено достоверное увеличение длины ростка на 1,2 см по сравнению с контролем. ОМУ «Солют.Семена» при обработке семян способствовали увеличению длины корней на 0,9 см.

Таким образом, обработка семян ОМУ «Солют.Семена» способствует улучшению энергии прорастания семян, лабораторной всхожести и благоприятно действует на начальные ростовые процессы у проростков семян пшеницы. ОМУ «Солют.Семена» для обработки семян пшеницы обеспечивает лабораторную всхожесть на уровне 98 %, усиливает корнеобразование, за счет максимальной длины корней, а также наибольшего количества зародышевых корней у яровой пшеницы, что наиболее важно в начальные фазы роста растений.

Горох посевной. Определение энергии прорастания и лабораторной всхожести показало положительную роль ОМУ «Солют.Семена» в формировании посевных качеств семян гороха (табл. 2.2).

Таблица 2.2 -Посевные качества семян гороха

Вариант	Энергия прорастания, %	Изменения к контролю, +/-	Лабораторная всхожесть, %	Изменения к контролю, +/-
Контроль (Скарлет фон)	78,0	-	80,0	-
Солют.Семена	**87,7***	+ 12,4	**91,1***	+ 13,9

*- достоверные значения

На этих вариантах опыта по сравнению с химическим препаратом Скарлет математически доказано относительное повышение энергии прорастания на 12-13 % и лабораторной всхожести семян на 14 % (Приложение, фото 7, 8).

Проростки гороха, выращенные при применении ОМУ «Солют.Семена», отличались стабильным повышением биометрических показателей (табл. 2.3).

Таблица 2.3 - Биометрическая характеристика проростков гороха (на 8 сутки), n = 30

Вариант	Длина ростка, см	Длина корней, см	Биомасса ростков, гр.	Биомасса корней, гр.
Контроль (Скарлет фон)	5,9	10,8	1,8	1,9
Солют.Семена	**10,5***	**15,5***	**3,4***	**3,1***

На варианте опыта («Солют.Семена») достоверно установлено повышение по сравнению с контролем длины ростка и длины корней на 5 см. Здесь же выявлено увеличение биомассы ростков и корней на 1-2 грамма.

Рапс яровой. Исследованиями установлено, что энергия прорастания семян ярового рапса на вариантах опыта оценивалась близкой величиной и составила 68-73 %. Дальнейшее проращивание семян способствовало

увеличению лабораторной всхожести до 75-89 % (табл. 2.4; Приложение, фото 12). Максимальная лабораторная всхожесть семян ярового рапса, достигающая 89 %, установлена на варианте с применением ОМУ «Солют.Семена», что достоверно превышает контроль.

Таблица 2.4 - Посевные качества семян ярового рапса

Вариант	Энергия прорастания, %	Изменения к контролю, +/-	Лабораторная всхожесть, %	Изменения к контролю, +/-
Контроль (Скарлет фон)	73,2	-	83,0	-
Солют.Семена	69,2	- 5,8	**89,0***	+ 7,2

При оценке биометрических показателей проростков ярового рапса установлено положительное действие ОМУ «Солют.Семена» (табл. 2.5).

Таблица 2.5 - Биометрическая характеристика проростков ярового рапса (на 7 сутки), n = 30

Вариант	Длина ростка, см	Длина корней, см
Контроль (Скарлет фон)	3,4	6,5
Солют.Семена	3,6	**7,6***

На этом варианте опыта отмечена тенденция повышения длины ростка на 0,2 см (Fф<Fт) и установлено достоверное увеличение длины корней на 1 см, что подтверждает максимальный ростостимулирующий эффект этого препарата.

3 Влияние ОМУ «Солют» на свойства агрочернозема и продуктивность яровой пшеницы

3.1 Структурное состояние агрочернозема

Анализ отдельных фракций структурного состава агрочернозема показал, что в почве лабораторного опыта после его снятия преобладают глыбистые отдельности >10 мм (рис. 3.1). На их долю по вариантам опыта приходится от 17 до 25 %. Среди агрономически ценных фракций преобладают зернистые и комковатые отдельности размером 2-1 мм (19-31 %). Количество пылеватых агрегатов < 0,25 мм составляет 2-7 %. Исследованиями установлено, что применяемые в лабораторном опыте удобрения для протравливания семян и обработки вегетирующих растений, отразились на распределении структурных агрегатов в почвенной массе.

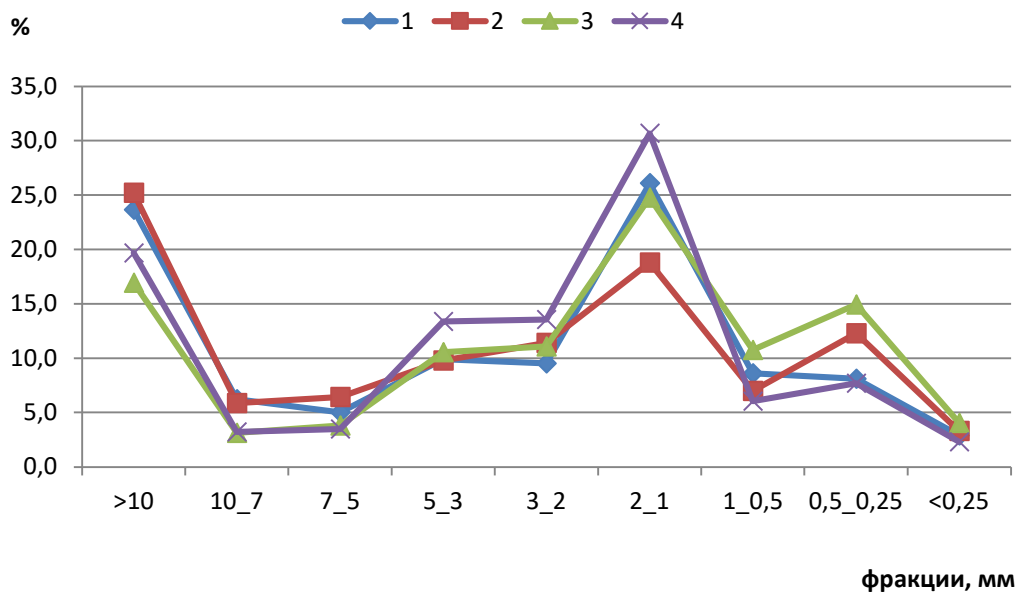

Рисунок 3.1 – Фракционный состав структуры агрочернозема (%) по вариантам опыта: 1 – Скарлет 0,3 л/т (контроль); 2 – Скарлет + ОМУ 0,2 л/т «Солют.Семена»; 3 – Скарлет + ОМУ 1 % «Солют 1»; 4 – Скарлет + ОМУ 0,2 л/т «Солют.Семена» + ОМУ 1 % «Солют 1»

Так, сочетание химического протравителя семян Скарлет с опрыскиванием растений 1 % раствором ОМУ «Солют 1», а также совместное применение ОМУ на семенах и вегетирующих растениях способствует снижению глыбистости почвы на 4-7 % по сравнению с контролем.

Особенности фракционного состава структуры агрочернозема отразились в целом на структурном состоянии почвы, оцениваемом по содержанию агрономически ценных фракций размером 10-0,25 мм (АЦФ).

Агрочернозем в условиях лабораторного опыта характеризуется отличным структурным состоянием (рис. 3.2).

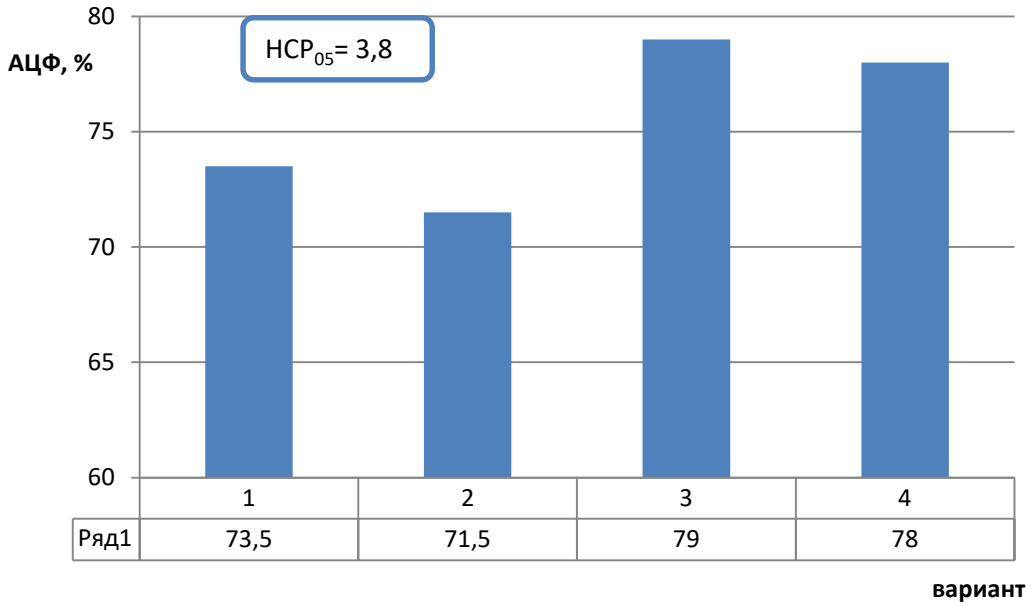

Рисунок 3.2 – Содержание агрономически ценных фракций в агрочерноземе (%) по вариантам опыта: 1 – Скарлет 0,3 л/т (контроль); 2 – Скарлет + ОМУ 0,2 л/т «Солют.Семена»; 3 – Скарлет + ОМУ 1 % «Солют 1»; 4 – Скарлет + ОМУ 0,2 л/т «Солют.Семена» + ОМУ 1 % «Солют 1»

Установлено, что протравливанием семян фунгицидом Скарлет и сочетание этого приёма с протравливанием семян ОМУ «Солют.Семена» формирует близкий уровень оструктуренности почвы (74-72 %). Наибольший структурообразующий эффект от применяемых технологий достигается в случае дополнительного опрыскивания вегетирующих растений ОМУ «Солют 1». На этих вариантах опыта выявлено максимальное содержание агрономически ценных агрегатов (78-79 %).

3.2 Агрохимическое состояние агрочернозема

Почва контрольного варианта имела реакцию почвенного раствора pH_{H2O} 7,0 и pHсол. 6,0. Совмещение обработки семян ОМУ «Солют.Семена» и опрыскивания вегетирующих растений ОМУ «Солют 1» привело к

достоверному снижению pH_{H2O} до 6,8 на варианте 4, то есть произошло снижение реакции водной вытяжки на 0,2 ед. по отношению к контролю.

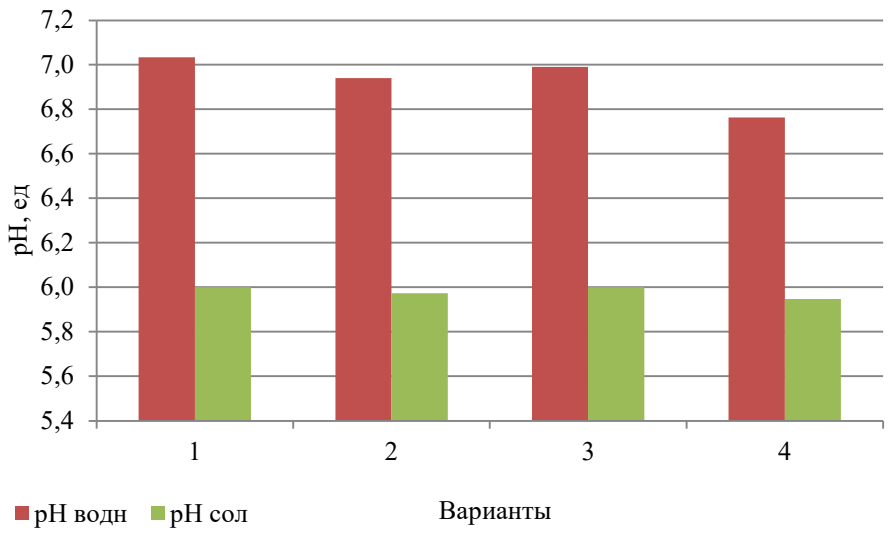

Рисунок 3.3 – Значения актуальной (pH вод) и потенциальной (pH сол) реакции среды агрочернозема по вариантам опыта: 1 – Скарлет 0,3 л/т (контроль); 2 – Скарлет + ОМУ 0,2л/т «СолютСемена»; 3 – Скарлет + ОМУ 1 % «Солют 1»; 4 – Скарлет + ОМУ 0,2л/т «Солют.Семена» + ОМУ 1% «Солют 1»

Это свидетельствует о незначительном сдвиге актуальной pH почвы в кислую сторону с сохранением нейтральной реакции среды.

3.3 Гумусное состояние агрочернозема

Гумусное состояние почв – это совокупность морфологических признаков, общих запасов, свойств органического вещества и процессов его создания, трансформации и миграции в почвенном профиля.

Таблица 3.2 – Статистические параметры содержания углерода гумуса и подвижных гумусовых веществ в агрочерноземе по вариантам опыта:

1 - Скарлет 0,3 л/т (контроль); 2 – Скарлет + ОМУ 1 % «Солют лист 1» + ОМУ 1% «Солют лист 2»; 3 – Скарлет + ОМУ 1 % «Солют лист 1» + ОМУ 0,5 % «Солют лист 2» + ОМУ 0,5 % «Солют лист 3»; 4 - Скарлет + ОМУ 0,2 л/т «Солют семена 1»+ ОМУ 1 % «Солют лист 1» + ОМУ 0,5 % «Солют лист 2» + ОМУ 0,5 % «Солют лист 3», мг/100 г

Статистические показатели	Варианты				$НСР_{0,5}$
	1	2	3	4	
С гумуса					
X	4957,27	5010,20	4949,48	5049,00	129,6
Sx	21,94	86,39	65,71	81,78	
Cv,%	0,4	1,7	1,3	1,6	
С водорастворимый					
X	17,77	**21,01***	19,06	18,80	3,08
Sx	0,77	3,10	2,36	1,18	
Cv,%	4,3	14,8	12,4	6,3	
С щелочегидролизуемый					
X	680,00	687,24	678,96	687,24	43,00
Sx	24,25	12,93	18,97	31,26	
Cv,%	4	2	3	5	
С гуминовых кислот					
X	345,90	337,41	331,20	368,46	73,60
Sx	49,50	37,43	18,97	43,62	
Cv,%	14	11	6	12	
С фульвокислот					
X	334,09	349,83	344,43	318,78	60,90
Sx	55,39	25,85	15,28	14,34	
Cv,%	17	7	4	4	

Содержание водорастворимого углерода гумуса по вариантам опыта изменялось в диапазоне от 17,8 до 21,0 мг/100 г почвы (рис. 3.7). Достоверное увеличение содержания C_{H2O} на 3,2 мг/100 г по отношению к контролю произошло на варианте 2, где применяли предпосевную обработку семян ОМУ «Солют семена 1». На этом же варианте обнаружен максимальный прирост биомассы растений в сосудах (см. далее табл. 4.1), следовательно, и корней, что объясняет повышенное образование водорастворимых органических соединений в почве.

Таким образом, применение ОМУ «Солют.Семена» и ОМУ «Солют 1» как совместно, так и по отдельности, увеличивают содержание углерода водорастворимого органического вещества в почве за счет стимуляции корнеобразования у проростков пшеницы.

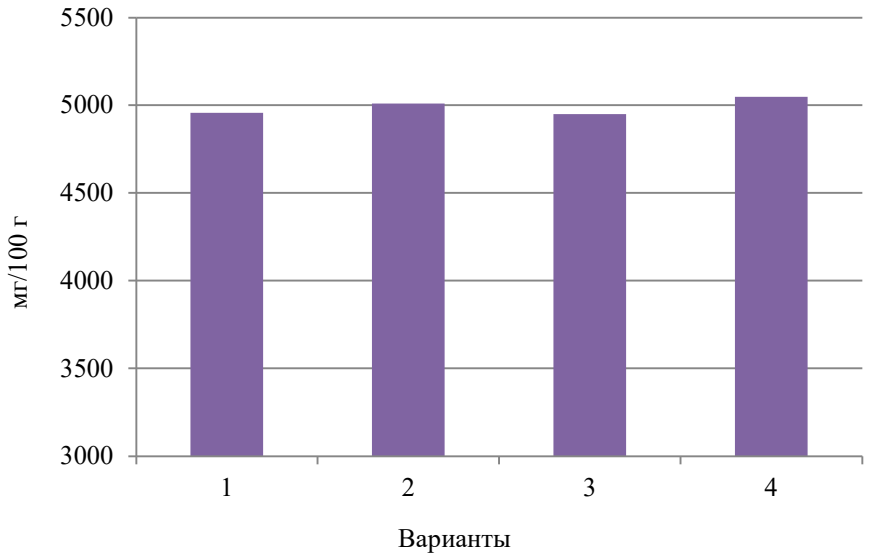

Рисунок 3.4 – Содержание углерода гумуса по вариантам опыта, мг/100 г 1 – Скарлет 0,3 л/т (контроль); 2 – Скарлет + ОМУ 0,2 л/т «Солют.Семена»; 3 – Скарлет + ОМУ 1 % «Солют 1»; 4 – Скарлет + ОМУ 0,2 л/т «Солют.Семена» + ОМУ 1 % «Солют 1»

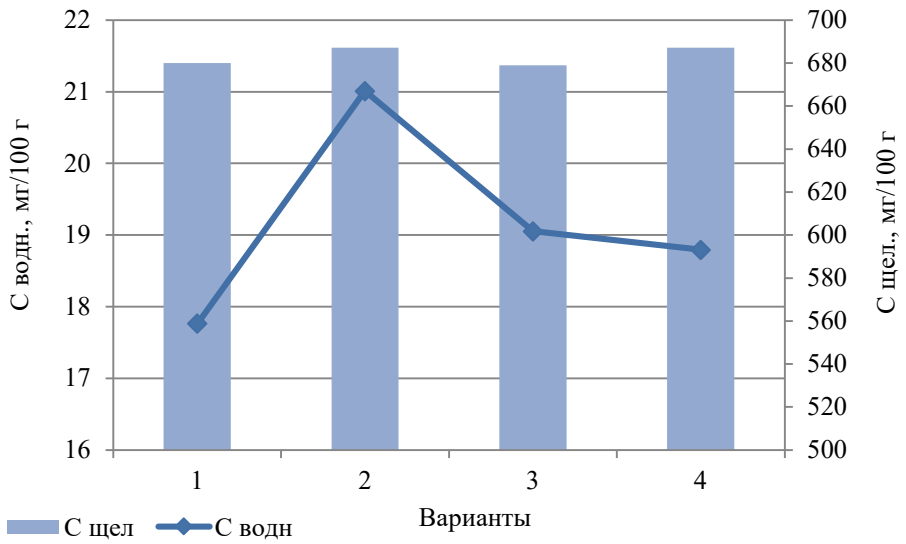

Рисунок 3.5 – Содержание углерода водорастворимого (Свод) и щелочегидролизуемого (Сщел) гумуса по вариантам опыта, мг/100 г 1 – Скарлет 0,3 л/т (контроль); 2 – Скарлет + ОМУ 0,2 л/т «Солют.Семена»; 3 – Скарлет + ОМУ 1 % «Солют 1»; 4 – Скарлет + ОМУ 0,2 л/т «Солют.Семена» + ОМУ 1 % «Солют 1»

Содержание щелочегидролизуемого углерода гумуса по вариантам опыта колебалось в довольно узком диапазоне от 679 до 687 мг/100 г, при этом $НСР_{05}$ для вариантов было равно 43 мг/100 г (см. табл. 3.2 и рис. 3.7).

Следовательно, существенного влияния на содержание щелочегидролизуемого углерода гумуса, применяемые в опыте препараты не оказали.

3.4 Продуктивность и биометрические показатели яровой пшеницы в лабораторном опыте

Органо-минеральное удобрение «Солют 1» при различных способах его применения оказало положительное влияние на биометрические показатели растений яровой пшеницы в период начала кущения (табл. 3.3, Приложение, фото 5).

Таблица 3.3 - Биометрические показатели растений яровой пшеницы в период начала кущения (n = 15)

Вариант	Длина растений, см	Количество листьев, шт./растение	Фитомасса, г/сосуд
контроль	41,0	4,7	2,34
опыт	**43,3***	4,9	**3,80***

* - достоверные значения

В опыте установлен ростостимулирующий эффект ОМУ «Солют 1». Он выразился в увеличении длины растений и общей фитомассы. Между изучаемыми показателями в опыте установлена сильная корреляционная зависисмость (r = 0,86). Применение органо-минерального удобрения «Солют.Семена» и «Солют 1» способствует увеличению длины растений яровой пшеницы на 2-3 см по сравнению с контрольным вариантом, где семена протравливались только химическим фунгицидом. Наибольшую эффективность по продуктивности яровой пшеницы показали варианты опыта, где химический протравитель Скарлет сочетался с ОМУ «Солют.Семена». На этих вариантах опыта фитомасса культуры достигает максимальной величины и оценивается на уровне 3,8 г/сосуд. Эта закономерность подтверждает тот факт, что опрыскивание вегетирующих

растений пшеницы без дополнительной обработки семян является менее эффективным приёмом.

4 Влияние ОМУ Солют на свойства агрочернозема и продуктивность гороха посевного

4.1 Структурное состояние агрочернозема

Исследованиями установлено, что в структурном составе агрочернозема посевов гороха, возделываемого в лабораторном опыте, доминирующими являются глыбистые отдельности размером > 10 мм (рис. 4.1).

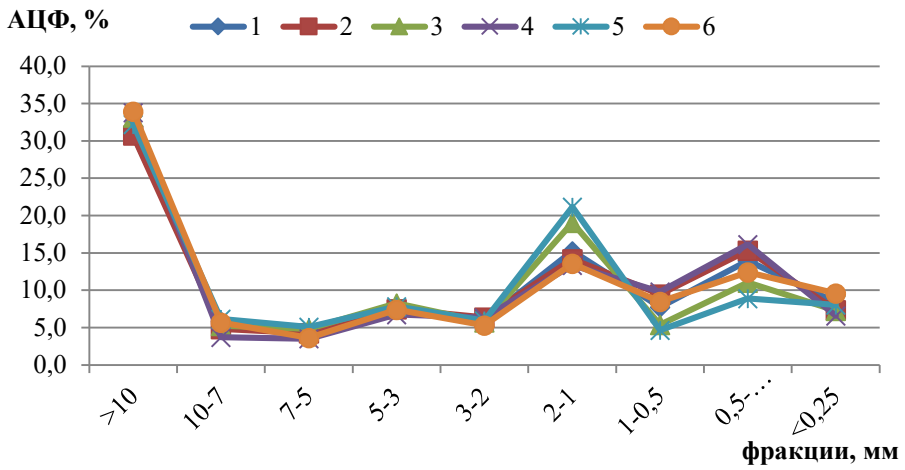

Рисунок 4.1 – Фракционный состав структуры агрочернозема (%) по вариантам опыта: 1 – Скарлет 0,3 л/т (контроль); 2 – Скарлет + ОМУ 0,2 л/т «Солют.Семена»; 3 – Скарлет + ОМУ 1 % «Солют 1» + ОМУ 1 % «Солют 2»; 4 – Скарлет + ОМУ 1 % «Солют 1» + ОМУ 0,5 % «Солют 2» + ОМУ 0,5 % «Солют 3»; 5 - Скарлет + ОМУ 0,2 л/т «Солют.Семена»+ ОМУ 1 % «Солют 1» + ОМУ 1 % «Солют 2»; 6 - Скарлет + ОМУ 0,2 л/т «Солют.Семена»+ ОМУ 1 % «Солют 1» + ОМУ 0,5 % «Солют 2» + ОМУ 0,5 % «Солют 3»

Анализ отдельных фракций структурного состава показал, что технология применения органо-минерального удобрения «Солют» существенным образом сказалась на содержании структурных отдельностей

< 2 мм. С применением ОМУ для обработки семян и опрыскивания растений достоверно превышает контроль и соответствует хорошей оструктуренности.

4.2 Агрохимическое состояние агрочернозема

Исследованиями установлено, что почва на всех вариантах опыта имела слабокислую реакцию почвенного раствора pH_{H2O} 6,41 - 6,54 и pHсол. 5,36 – 5,41. Двукратное опрыскивание ОМУ «Солют 1» 1% + ОМУ «Солют 2» 0,5 % + ОМУ «Солют 3» 0,5 % на фоне обработки семян фунгицидным протравителем Скарлет (вариант 4) привело к достоверному повышению pH водной вытяжки до 6,54 ед. с сохранением слабокислой реакции (табл. 4.4).

Таблица 4.4 - Статистические параметры агрохимических свойств агрочернозема по вариантам опыта на горохе посевном

Статистические показатели	**Варианты**				**$НСР_{0,5}$**
	1	**2**	**3**	**4**	
pH водная					
X	6,41	6,45	**6,54***	6,43	0,08
Sx	0,05	0,04	0,02	0,03	
Cv,%	0,8	0,6	0,3	0,5	
pH солевая					
X	5,36	5,40	5,41	5,38	0,06
Sx	0,05	0,03	0,01	0,03	
Cv,%	1,0	0,5	0,2	0,5	
$N\text{-}NO_3$, мг/кг					
X	2,78	2,99	**4,00***	3,30	0,84
Sx	0,19	0,29	0,57	0,44	
Cv,%	7	10	14	13	
$N\text{-}NH_4$, мг/кг					
X	8,72	7,42	6,78	7,89	3,43
Sx	1,47	2,31	1,17	1,35	
Cv,%	17	31	17	17	
P_2O_5, мг/кг					
X	217,67	215,17	217,00	**201,33***	12,60
Sx	5,39	2,36	13,94	3,25	
Cv,%	2	1	6	2	
K_2O, мг/кг					
X	205,00	208,33	204,30	199,07	14,69

Sx	3,66	4,80	12,08	4,72	
Cv,%	2	2	6	2	

4.3 Продуктивность и биометрические показатели гороха посевного в лабораторном опыте

Учет продуктивности зеленой массы гороха перед началом его цветения показал, что совмещение протравливания семян с химическим фунгицидом (вариант 2), двукратное опрыскивание растений в фазу начала ветвления и начала цветения (вариант 3 и 4) определяет максимальную длину растений до 52-56 см и наибольшее количество междоузлий у растений (11 шт./растение) (табл. 4.3).

Таблица 4.3 - Биометрические показатели растений ярового рапса в период начала цветения (n = 15)

Вариант	Длина растений, см	Количество междоузлий, шт./растение	Фитомасса, г/сосуд
1	46,7	9,4	5,5
2	**52,2***	**10,6***	5,9
3	**56,3***	**11,1***	**7,4***
4	**53,8***	**10,9***	**7,6***
$НСР_{05}$	4,3	1,2	1,6

* - достоверные значения

Совмещение обработки семян ОМУ с химическим протравителем и двукратное опрыскивание растений в такой же степени не определяет ростостимулирующий эффект, но положительно влияет на число междоузлий у растений и запасы фитомассы.

5 Влияние ОМУ Солют на свойства агрочернозема и продуктивность ярового рапса

5.1 Структурное состояние агрочернозема

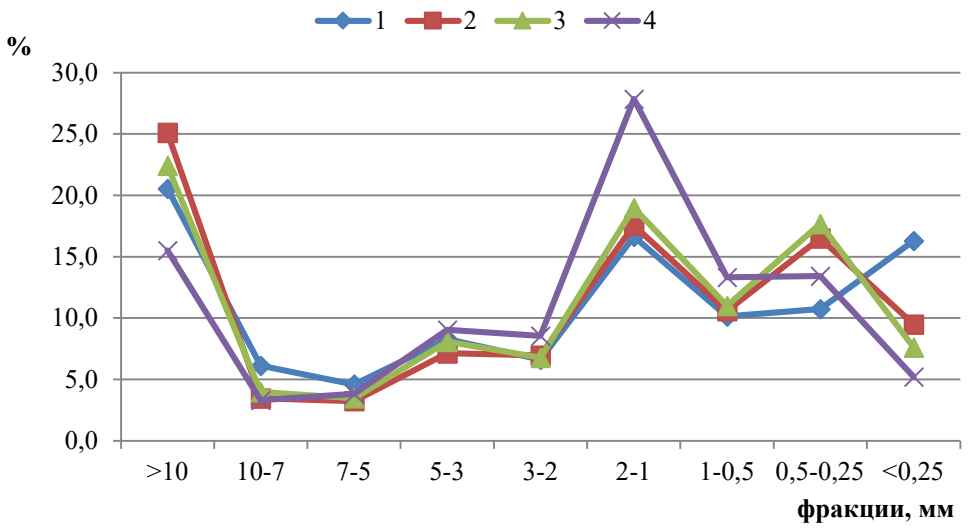

Рисунок 5.1 – Фракционный состав структуры агрочернозема (%) по вариантам опыта: 1 – Скарлет 0,4 л/т (контроль); 2 – Скарлет + ОМУ 0,2 л/т «Солют.Семена»; 3 – Скарлет + ОМУ 1 % «Солют 1» + ОМУ 1 % «Солют 2»; 4 – Скарлет + ОМУ 1 % «Солют 1» + ОМУ 0,5 % «Солют 2» + ОМУ 0,5 % «Солют 3»

Существенное перераспределение фракций структурного состава, характеризующееся снижением глыбистости до 16-17 % и увеличением доли ценных агрегатов 2-1 мм до 26-28 %, выявлено на варианте опыта 4, где осуществлялось двукратное опрыскивание растений ОМУ «Солют 1», «Солют 2» и «Солют 3». Совмещение обработки семян и двукратного опрыскивания растений в фазу начала ветвления и в фазу начала цветения даёт такой же эффект.

Оценка структурного состояния агрочернозема по содержанию агрономическим ценных фракций размером 10-0,25 мм показала, что почва в опыте характеризуется хорошим и отличным структурным состоянием, что

обусловлено деятельностью корневой системы рапса и применяемых органо-минеральных удобрений (рис. 5.2.).

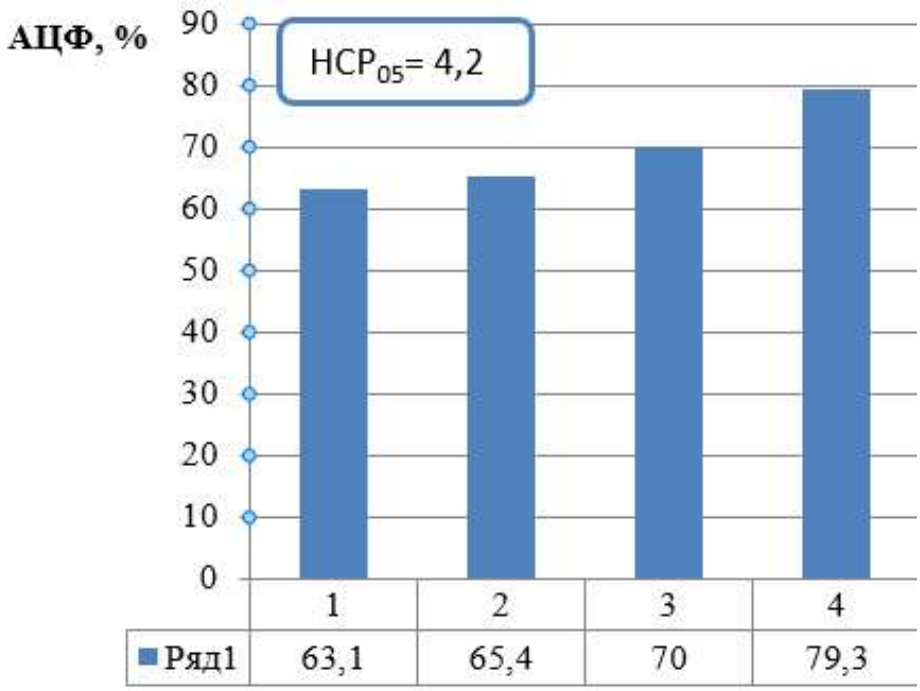

Рисунок 5.2 – Содержание агрономически ценных фракций в агрочерноземе (%) по вариантам опыта: 1 – Скарлет 0,4 л/т (контроль); 2 – Скарлет + ОМУ 0,2 л/т «Солют.Семена»; 3 – Скарлет + ОМУ 1 % «Солют 1» + ОМУ 1 % «Солют 2»; 4 – Скарлет + ОМУ 1 % «Солют 1» + ОМУ 0,5 % «Солют 2» + ОМУ 0,5 % «Солют 3»

Исследования показывают, что опрыскивание растений ОМУ по листу является эффективным приёмом, влияющим положительно на формирование почвенной структуры. Это подтверждается тем, что на варианте опыта 2 с протравливанием семян препаратом Скарлет и ОМУ «Солют.Семена» содержание АЦФ оценивается на уровне контрольного варианта (65 %). На остальных вариантах опыта содержание агрономически ценных агрегатов достоверно превышает контроль на 5-16 %, что обусловлено снижением содержания глыб и пыли в почвенной массе. Отличная оструктуренность почвы, достигающая АЦФ до 70-79 % установлена на вариантах опыта 3, 4, что подтверждает роль опрыскивания растений по листу. Максимальный структурообразующий эффект под рапсом выявлен на 4 варианте с

применением протравителя Скарлет и опрыскиванием вегетирующих растений удобрениями «Солют 1», «Солют 2» и «Солют 3».

5.2 Агрохимическое состояние агрочернозема

Разные виды и технологии применения ОМУ «Солют» при возделывании рапса не оказали существенного влияния на агрохимические свойства почв (табл. 5.2). Результаты дисперсионного анализа и расчет наименьшей существенной разницы показывает отсутствие значимых изменений по вариантам опыта.

Таблица 5.2 - Статистические параметры агрохимических свойств агрочернозема по вариантам опыта

Статистические показатели	**Варианты**			
	1	**2**	**3**	**4**
pH водная				
X	6,44	**6,18***	6,50	6,46
Sx	0,06	0,21	0,08	0,07
Cv,%	0,9	3,4	1,3	1,1
pH солевая				
X	5,41	5,41	5,41	5,40
Sx	0,01	0,02	0,01	0,02
Cv,%	0,1	0,4	0,1	0,3
$N\text{-}NO_3$, мг/кг				
X	3,42	4,30	3,91	5,15
Sx	0,80	1,39	1,29	1,28
Cv,%	23	32	33	25
$N\text{-}NH_4$, мг/кг				
X	7,81	8,53	7,31	9,03
Sx	1,15	1,04	1,44	3,21
Cv,%	15	12	20	36
P_2O_5, мг/кг				
X	216,50	219,67	218,00	221,17
Sx	6,50	4,93	2,60	2,52
Cv,%	3	2	1	1
K_2O, мг/кг				
X	205,90	218,23	205,20	218,03
Sx	7,51	12,50	2,77	8,33
Cv,%	4	6	1	4

5.2 Продуктивность и биометрические показатели ярового рапса в лабораторном опыте

Учет биологической продуктивности ярового рапса в лабораторном опыте показал, что достоверное увеличение длины растений до 21 см, выявлено на вариантах опыта с применением двукратного опрыскивания растений «Солют 1», «Солют 2» и «Солют 3» (вариант 4) и при совмещении этого варианта с протравливанием семян «Солют.Семена» (вариант 2) (табл. 5.3). Это больше по сравнению с контролем на 2-3 см. Наиболее высокая требовательность к уровню калийного питания отмечается на ранних этапах развития и в период максимального нарастания биомассы. Исследованиями, проведенными в посевах ярового рапса в условиях Канской лесостепи, показано, что интенсивное поглощение калия происходит от всходов до фазы розетки [Кураченко и др., 2022]. Данные по химическому составу ярового рапса свидетельствуют, что в сухой надземной фитомассе ярового рапса больше всего накапливается азота и калия. Кроме того, в посевах масличных культур калий улучшает усвоение азота и фосфора.

Таблица 5.3 - Биометрические показатели растений ярового рапса в период начала ветвления (n = 15)

Вариант	Длина растений, см	Количество листьев, шт./растение	Фитомасса, г/сосуд
1	18,7	4,6	5,7
2	**20,9***	4,8	**6,8***
3	19,1	4,3	5,9
4	**21,2***	4,7	**6,3***
$НСР_{05}$	1,9	0,4	0,5

* - достоверные значения

Длина растений ярового рапса достоверно не влияла на облиственность (r = - 0,23). При этом длина растений в сильной степени повлияла на запасы фитомассы культуры (r = 0,86). На вариантах опыта с максимальной длиной растений была установлена наибольшая продуктивность зеленой фитомассы рапса (6,3-6,8 г/сосуд).

Выводы

Яровая пшеница.

1. Обработка семян яровой пшеницы ОМУ «Солют.Семена» обеспечивает максимальную лабораторную всхожесть (98 %), длину ростка и корней (7-12 см), а также наибольшее количество зародышевых корней (5 шт.).

2. Максимальный структурообразующий эффект по содержанию АЦФ в агрочерноземе (78-79 %) установлен при сочетании химического протравителя семян Скарлет с опрыскиванием растений 1 % раствором ОМУ, а также совместном применение ОМУ на семенах и вегетирующих растениях.

3. Содержание подвижного фосфора и калия в опыте оставалось в пределах очень высокой обеспеченности, нитратного и аммонийного азота в пределах низкой и средней обеспеченности, pH оставалась нейтральной независимо от варианта опыта.

4. Совмещение обработки семян Скарлет + ОМУ «Солют.Семена» и опрыскивания 1% раствором ОМУ «Солют 1» в фазу начала кущения привело к увеличению содержания подвижных гуминовых кислот в почве с расширением отношения Сгк/Сфк до 1,2 (на контроле 1,0). Обработка семян Скарлет + ОМУ «Солют.Семена» привело к увеличению содержания углерода водорастворимого гумуса на 3,2 мг/100 г по отношению к контролю.

5. Наибольшую эффективность по продуктивности яровой пшеницы показали варианты опыта, где химический протравитель Скарлет сочетался с ОМУ «Солют.Семена» (вариант 2), а также совмещение обработки семян Скарлет + ОМУ «Солют.Семена» и опрыскивания 1% раствором ОМУ «Солют 1» (вариант 4) в фазу начала кущения. На этих вариантах опыта фитомасса культуры достигает максимальной величины (3,8-4,0 г/сосуд).

Горох посевной.

1. Применение на семенах гороха посевного препаратов ОМУ «Солют.Семена» приводило к формированию лабораторной всхожести до 92-91 %. ОМУ «Солют.Семена» благоприятно действовал на начальные ростовые процессы, обеспечивая максимальную длину ростка, корней и величину общей биомассы культуры.

2. Максимальный структурообразующий эффект в посевах гороха, достигающий 62-67 % содержания агрономически ценных агрегатов размером 10-0,25 мм, установлен на вариантах опыта с применением ОМУ для обработки семян и двукратным опрыскиванием 1 % раствором ОМУ на фоне химического протравителя Скарлет.

3. Содержание подвижного фосфора и обменного калия в опыте оставалось в пределах очень высокой обеспеченности, нитратного азота в пределах очень низкой обеспеченности, pH оставалась слабокислой по всем вариантам опыта. Содержание аммонийного азота на контроле было средним, на остальных вариантах опыта произошел переход к низкой степени обеспеченности.

4. Достоверное снижение содержания подвижного фосфора на 16,3 мг/кг по отношению к контролю (с сохранением высокой обеспеченности) было на варианте 4, где применяли предпосевную обработку семян фунгицидным протравителем совместно с ОМУ «Солют.Семена» и опрыскивание растений гороха ОМУ «Солют 1» и далее ОМУ «Солют 1»+ «Солют 2» + «Солют лист 3». Следовательно применение полного комплекса ОМУ «Солют» способствует более активному выносу из почвенного раствора доступных ионов фосфора растениями гороха.

5. Существенное улучшение всех биометрических показателей и максимальная продуктивность зеленой массы гороха (7,4-7,6 г/сосуд) в лабораторном опыте установлено на вариантах опыта с двукратным

опрыскиванием растений ОМУ в фазу начала ветвления и в фазу начала цветения.

Рапс яровой.

1. При обработке семян ярового рапса установлено достоверное повышение лабораторной всхожести семян до 89 % на варианте опыта с применением ОМУ «Солют.Семена». При этом биометрические показатели проростков растений имели максимальную величину в случае применения препарата ОМУ «Солют.Семена» для обработки семян.

2. Отличная оструктуренность почвы, достигающая содержания АЦФ до 79 % установлена на варианте опыта с применением протравителя Скарлет и опрыскиванием вегетирующих растений ОМУ «Солют 1», «Солют 2» и «Солют 3».

3. Разные виды и технологии применения ОМУ «Солют» при выращивании рапса не оказали существенного влияния на агрохимические свойства почв. Содержание нитратного азота было в пределах низкой и очень низкой обеспеченности, содержание аммонийного азота – низкое и среднее, содержание подвижного фосфора и обменного калия – очень высокое. Реакция среды водной и солевой вытяжки везде была слабокислой.

4. Двукратное опрыскивание растений ярового рапса ОМУ «Солют 1», «Солют 2» и «Солют 3» и при совмещении этого варианта с протравливанием семян ОМУ «Солют.Семена» способствует формированию максимальной длины растений (21 см) и фитомассы культуры (6,3-6,8 г/сосуд).

Рекомендации производству

Таким образом, интегрированный анализ влияния изучаемых препаратов на продуктивность растений и параметры почвенного плодородия позволяет предложить для внедрения в производство:

- при возделывании яровой пшеницы применять фунгицидую предпосевную обработку семян совместно с ОМУ «Солют.Семена» в дозе 0,2 л/т и совмещать гербицидую обработку в фазу кущения у пшеницы с опрыскиванием ОМУ «Солют 1» в дозе 1 л/га при расходе рабочей жидкости 100 л/га;

- при возделывании гороха посевного применять фунгицидную предпосевную обработку семян совместно с ОМУ «Солют.Семена» в дозе 0,2 л/т, совмещать гербицидную обработку в начальные фазы роста гороха с опрыскиванием ОМУ «Солют 1» в дозе 1 л/га при расходе рабочей жидкости 100 л/га и проводить вторую листовую подкормку растений в фазу бутонизации-цветения комплексом ОМУ «Солют 1» в дозе 1 л/га + «Солют 2» 0,5 л/га + «Солют 3» 0,5 л/а при расходе рабочей жидкости 100 л/га.

- при возделывании ярового рапса применять фунгицидную предпосевную обработку семян совместно с ОМУ «Солют.Семена» в дозе 0,2 л/т, совмещать гербицидную обработку в начальные фазы роста рапса с опрыскиванием ОМУ «Солют 1» в дозе 1 л/га при расходе рабочей жидкости 100 л/га и проводить вторую листовую подкормку растений в фазу начала ветвления комплексом ОМУ «Солют 1» в дозе 1 л/га + «Солют 2» 0,5 л/га + «Солют 3» 0,5 л/а при расходе рабочей жидкости 100 л/га.

ПРИЛОЖЕНИЕ

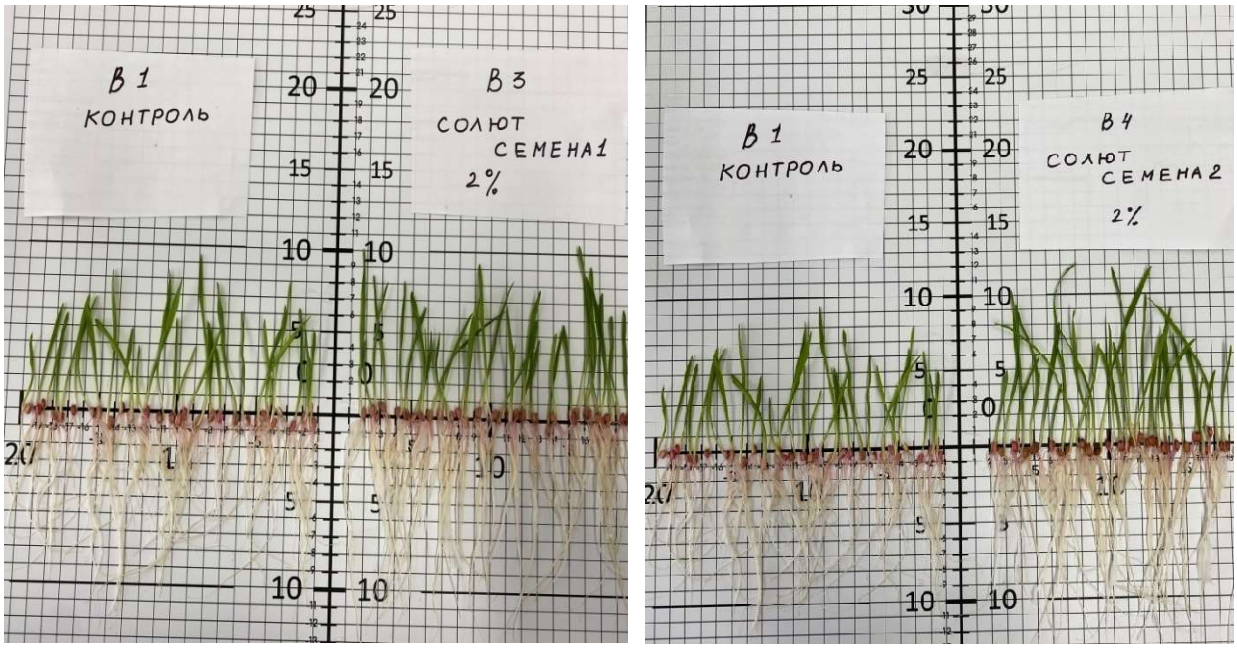

Фото 3. *– Биометрические показатели проростков пшеницы по вариантам опыта.*

Слева направо: 1.Контроль. Скарлет (0,3 л/т); 2. Скарлет (0,3 л/т) + ОМУ «Солют.Семена» (0,2 л/т); 4. Скарлет (0,3 л/т),+ ОМУ «Солют.Семена» (0,2 л/т).

Фото 5. *– Результаты проведения лабораторного опыта по изучению влияния ОМУ «Солют» на продуктивность яровой пшеницы.*

Варианты слева на право: 1 – Скарлет 0,3 л/т (контроль); 2 – Скарлет + ОМУ 0,2 л/т «Солют.Семена»; 3 – Скарлет + ОМУ 1 % «Солют 1»; 4 – Скарлет + ОМУ 0,2 л/т «Солют.Семена» + ОМУ 1 % «Солют 1

Фото 7. *– Энергия прорастания семян гороха (4 сутки) в 3-кратной повторности по вариантам опыта*

Фото 8. *– Всхожесть семян гороха (8 сутки) в 3-кратной повторности по вариантам опыта*

Фото 9. *– Результаты проведения лабораторного опыта по изучению влияния ОМУ «Солют» на продуктивность гороха посевного.*

Варианты слева на право: 1 – Скарлет 0,3 л/т (контроль); 2 – Скарлет + ОМУ 0,2 л/т «Солют.Семена»; 3 – Скарлет + ОМУ 1 % «Солют 1» + ОМУ 1 % «Солют 2»; 4 – Скарлет + ОМУ 1 % «Солют 1» + ОМУ 0,5 % «Солют 2» + ОМУ 0,5 % «Солют 3»; 5 - Скарлет + ОМУ 0,2 л/т «Солют 1»+ ОМУ 1 % «Солют 1» + ОМУ 1 % «Солют 2»; 6 - Скарлет + ОМУ 0,2 л/т «Солют.Семена»+ ОМУ 1 % «Солют 1» + ОМУ 0,5 % «Солют 2» + ОМУ 0,5 % «Солют 3».

Фото 13. *– Результаты проведения лабораторного опыта по изучению влияния ОМУ «Солют» на продуктивность рапса ярового.*

Варианты слева на право: 1 – Скарлет 0,3 л/т (контроль); 2 – Скарлет + ОМУ 0,2 л/т «Солют семена 1»; 3 – Скарлет + ОМУ 1 % «Солют лист 1» + ОМУ 1 % «Солют лист 2»; 4 – Скарлет + ОМУ 1 % «Солют лист 1» + ОМУ 0,5 % «Солют лист 2» + ОМУ 0,5 % «Солют лист 3»; 5 - Скарлет + ОМУ 0,2 л/т «Солют семена 1»+ ОМУ 1 % «Солют лист 1» + ОМУ 1 % «Солют лист 2»; 6 - Скарлет + ОМУ 0,2 л/т «Солют семена 1»+ ОМУ 1 % «Солют лист 1» + ОМУ 0,5 % «Солют лист 2» + ОМУ 0,5 % «Солют лист 3».