В. А. Лыхман

Федеральный Ростовский аграрный научный центр, Рассвет, Российская Федерация

О. С. Безуглова, А. В. Горовцов

Федеральный Ростовский аграрный научный центр, Рассвет, Российская Федерация;
Академия биологии и биотехнологии имени Д. И. Ивановского Южного федерального университета, Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Е. А. Полиенко

Федеральный Ростовский аграрный научный центр, Рассвет, Российская Федерация

ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВОГО ПРЕПАРАТА НА СТРУКТУРНОЕ СОСТОЯНИЕ И БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО КАРБОНАТНОГО В ДИНАМИКЕ

Целью исследований являлось изучение воздействия гуминового препарата, полученного в результате вермикомпостирования, на макроагрегатный состав чернозема обыкновенного карбонатного под озимой пшеницей в условиях интенсивной химизации сельскохозяйственного производства. Выяснено, что гуминовые препараты вне зависимости от способа внесения (предпосевная обработка семян, внесение в почву, обработка растений по фазам вегетации, сочетание перечисленных способов) оказывают положительное влияние на состояние агрономически ценной структуры. Важно, что периодическая тенденция к снижению показателей структурного состояния в вариантах с гуминовым препаратом сглаживается, прослеживается не так явно, как на фоне, в силу чего к фазе созревания урожая и коэффициенты структурности, и содержание водопропрочных агрегатов оказываются выше, чем в фоновом варианте, на статистически значимую величину. Параллельно осуществлялся контроль биологической активности почвы по таким показателям, как активность ферментов каталазы и инвертазы и численность основных групп микроорганизмов. Данные лабораторных анализов показали, что гуминовые препараты способствуют росту ферментативной активности и численности микроорганизмов, особенно таких важных для формирования структуры групп, как аммонификаторы, целлюлозоразрушающие микромицеты и актиномицеты. Это дает возможность сделать вывод, что гуматы, полученные в результате биокомпостирования, оказывают стимулирующее действие на биологическую активность почвы, и это является одной из причин положительной динамики структурного состояния почвы.

Ключевые слова: гуминовые препараты, чернозем обыкновенный карбонатный, структура почвы, оценка водопропрочности почвы, органо-глинистые частицы, микроорганизмы, целлюлозоразрушающие микромицеты, инвертазная активность.

V. A. Lykman

Federal Rostov Agricultural Research Center, Rassvet, Russian Federation

O. S. Bezuglova, A. V. Gorovtsov

Federal Rostov Agricultural Research Center, Rassvet, Russian Federation;
Academy of Biology and Biotechnology of the Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russian Federation

E. A. Polienko

Federal Rostov Agricultural Research Center, Rassvet, Russian Federation

HUMIC PREPARATION IMPACT ON THE STRUCTURAL STATE AND BIOLOGICAL ACTIVITY OF ORDINARY CARBONATE CHERNOZEM IN DYNAMICS

The aim of the research was to study the effect of humic preparation, obtained as a result of vermicomposting, on the macroaggregate composition of ordinary carbonate chernozem under winter wheat under conditions of intensive chemicalization of agricultural production. It was found that humic preparations irrespective of application method (presowing treatment of seeds, application into soil, processing of plants by the vegetation phases of, combination of these methods) have a positive effect on the state of agronomically valuable structure. It is important that the periodic tendency to the structural state indicators lowering in the variants with the humic preparation is smoothed out, it is not traced as clearly as against the background, so that to the maturing phase both the structural coefficients and the content of waterproof aggregates are higher than in the background version by statistically significant value. At the same time, biological activity of soil was monitored by such factors as the activity of catalase and invertase enzymes and the number of major groups of microorganisms. The data of laboratory analyzes showed that humic preparations promote the growth of enzymatic activity and the number of microorganisms, especially those important groups for forming the structure, such as ammonifiers, cellulose-destroying micromycetes and actinomycetes. This makes it possible to conclude that the humates obtained as a result of biocomposting have a stimulating effect on the biological activity of soil, and this is one of the reasons for the positive dynamics of soil structural state.

Key words: humic preparations, ordinary carbonate chernozem, soil structure, soil water resistance assessment, organo-clay particles, microorganisms, cellulose-decomposing micromycete, invertase activity.

Введение. Применение минеральных удобрений в Ростовской области с 1994 г. катастрофически снижалось, что повлекло, как и следовало ожидать, снижение урожайности. С 2000 г. ситуация постепенно стала выправляться: объем применяемых удобрений к 2014 г. вырос до 256,4 тыс. т в действующем веществе, к 2016 г. – до 286,6 тыс. т. Однако количество применяемых удобрений остается в два раза меньше научно обоснованной нормы [1]. В то же время применение интенсивных высокоурожайных сортов в благоприятные по увлажнению годы позволяет получать высокие урожаи зерновых, в т. ч. озимой пшеницы – основной сельскохозяйственной культуры в Ростовской области. Однако повышенный вынос с урожаем элементов питания сопровождается снижением содержания гумуса [2], что в свою очередь накладывает отпечаток и на физические свойства почв.

Между тем оптимальный фактор высокой продуктивности сельскохозяйственных культур в растениеводстве – стабилизация физических

свойств корнеобитаемого слоя почвы в оптимальном диапазоне. Важнейшим показателем физических свойств почвы является ее структура [3], в силу чего контроль структурно-агрегатного состояния почвы приобретает особую значимость.

Ряд известных ученых-исследователей указывают на решающую роль гумусовых веществ в формировании структуры [4–7]. Существенным для структурообразовательного процесса является и качественный состав органического вещества почвы. Д. В. Хан утверждает, что неспецифические органические соединения, так же как и фульвокислоты, слабо затрагивают структурообразование, однако функциональные группы периферической части молекулы гуминовой кислоты активно участвуют в формировании водопрочной структуры [8].

Исследованиями З. С. Артемьевой [9] выявлена корреляция между микроструктурной организацией и устойчивостью органического вещества зонального ряда почв естественных ценозов. Согласно результатам ее исследований в составе крупных фракций микроагрегатов (размер 50–250 мкм) в большом количестве присутствует тонкодисперсная смесь органических остатков различной степени минерализации – гумификации, составляющая ядро, и органо-глинистые частицы, формирующие оболочку. Однако выделяемая фракция сложносоставных частиц органического вещества практически полностью состоит из гуминовых кислот. Стабилизирующим фактором данной группы агрегатов являются микробные выделения (преимущественно полисахариды). Микроагрегаты размером 1–50 мкм являются значительно более устойчивыми к деструктивному воздействию ультразвука, связующими веществами в них являются продукты микробиологической деятельности, корневые выделения и поливалентные катионы. З. С. Артемьева на основании своих исследований выдвигает гипотезу о том, что начало гумусообразования связано с появлением крупных микроагрегатов, которые в свою очередь выступают центрами агрегирования

почвенной массы, и именно с них начинается стабилизация всей почвы. Соответственно, процессы стабилизации почвенной массы и гумификации тесно связаны между собой по типу обратной связи, т. е. взаимобязательны и взаимозависимы.

На основании изучения целого ряда работ зарубежных исследователей В. М. Семенов, Б. М. Когут [10] заключают, что взаимодействие органических соединений с поверхностью минеральных частиц ведет к образованию органоминеральных комплексов. И это не только главный механизм стабилизации органического вещества в почве, но и начальная ступень создания почвенных макроагрегатов, обеспечивающая ему физическую защищенность.

Условия, материалы и методы. Место проведения полевых опытов – ФГБНУ «ДЗНИИСХ». Климат Приазовской зоны Ростовской области засушливый, умеренно жаркий, континентальный. Сумма активных температур 3210–3400 °С. Среднее многолетнее количество осадков – 492 мм (рисунок 1). Накопление влаги в почве начинается в основном в конце октября – ноябре, а максимальный ее запас отмечается ранней весной (с середины марта до начала апреля). Распределение осадков в агрономической оценке часто неблагоприятное, так, за весенне-летний период в 2016 г. выпало 308,6 мм, причем почти 40 % этого количества пришлось на май.

Рисунок 1 – Количество осадков за период вегетации озимой пшеницы Донская Лира на стационаре ДЗНИИСХ в 2014–2017 гг., мм

Схема опыта включала следующие варианты: 1) фон – 100 кг диаммофоса, 100 кг аммиачной селитры в основное внесение; 2) фон + внесение

препарата ВЮ-Дон в почву; 3) фон + 2-кратная обработка посевов ВЮ-Доном; 4) фон + предпосевное внесение в почву ВЮ-Дона + 2-кратная обработка посевов ВЮ-Доном.

Почва – чернозем обыкновенный карбонатный, культура – озимая пшеница Донская Лира. На опытном участке применялась агротехника озимой пшеницы, рекомендованная для Приазовской зоны Ростовской области.

Отбор почвенных образцов проводился согласно ГОСТ 28186-89 из пахотного слоя через две недели после обработки почвы гуминовым препаратом в следующие сроки: фаза всходов, фаза кушения, фаза цветения, фаза созревания. Отбор почвенных образцов для микробиологического анализа проводился весной в фазу кушения с целью оценки микробиологической активности после зимнего периода, а также в фазу цветения до и после обработки гуминовым препаратом, чтобы оценить влияние на численность микроорганизмов и соотношение эколого-трофических групп. Были отобраны образцы из ближней и дальней ризосферы.

Для определения почвенной структуры применяли сухое и мокрое просеивание по методу Н. И. Саввинова (ГОСТ 12536-79). Также рассчитывали коэффициенты структурности, водопрочности почвенных агрегатов и критерий АФИ. Численность микроорганизмов определяли методом посева на плотные питательные среды [11]: аммонификаторов на МПА, аминокавтотрофных бактерий и актиномицетов на КАА, почвенных микромицетов на среде Чапека, целлюлозоразрушающих микромицетов и актиномицетов на среде Гетчинсона.

Математическую обработку данных проводили по Б. А. Доспехову [12]. При построении диаграмм пользовались программой MS Excel.

Результаты и обсуждение. Важнейшим агрофизическим показателем качества почвы является коэффициент структурности, рассчитываемый как отношение количества агрономически ценных агрегатов к агрономически неценным. Необходимо отметить значительную пестроту поч-

венного покрова на исследуемом участке по агрофизическим свойствам, о чем свидетельствует величина коэффициента структурности до обработки посевов изучаемыми препаратами. Наблюдалось варьирование коэффициента структурности от 1,36 до 4,66, что связано в первую очередь с микрорельефом поля и связанной с ним степенью гумусированности почвы.

Согласно данным С. А. Захарова [13], С. С. Неуструева [14], Е. Н. Ивановой [15], В. М. Фридланда [16], наиболее отчетливое влияние микрорельефа на пестроту, мозаичность почвенного и растительного покровов прослеживается на территории плоских или слаборасчлененных равнин, особенно в засушливых условиях (к числу территорий с такими условиями относится Ростовская область). Тем не менее расчет коэффициента корреляции между величиной коэффициента структурности и содержанием гумуса показал наличие прямой связи средней степени корреляции ($r = 0,536$; $mr = 0,102$; $tr = 5,25$). Положительная корреляция между содержанием гумуса и стабильностью агрегатов была показана и в других работах [17, 18].

Динамика коэффициента структурности по вариантам представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Динамика коэффициента структурности в черноземе обыкновенном карбонатном под озимой пшеницей по вариантам опыта с гуминовым препаратом ВЮ-Дон
В %

Год	Фаза развития растения	Показатель	Вариант				НСР _{0,05}
			1	2	3	4	
1	2	3	4	5	6	7	8
2014	кущение	Кстр	4,1	3,7	4,5	5,0	-
		Разница с контролем	-	-0,4	+0,4	+0,9	0,18
	выход в трубку	Кстр	3	3,2	3,8	3,6	-
		Разница с контролем	-	+0,2	+0,8	+0,6	0,11
	уборка	Кстр	1,9	2,4	2,2	2,8	-
		Разница с контролем	-	+0,5	+0,3	+0,9	0,15
2015	кущение	Кстр	2,92	3,69	3,71	1,66	-
		Разница с контролем	-	+0,77	+0,79	-1,26	0,6
	выход в трубку	Кстр	2,73	2,43	2,68	1,96	-
		Разница с контролем	-	-0,3	-0,05	-1,47	0,8
	уборка	Кстр	2,39	2,74	1,31	1,57	-
		Разница с контролем	-	+0,35	-1,08	-0,82	0,22

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
2016	кущение	Кстр	2,12	3,45	4	2,07	-
		Разница с контролем	-	+1,33	+1,88	-0,05	1,33
	выход в трубку	Кстр	5,86	5,18	4,99	4,96	-
		Разница с контролем	-	-0,68	-0,87	-0,9	1,85
	уборка	Кстр	1,93	2,56	1,89	2,66	-
		Разница с контролем	-	+0,63	-0,04	+0,73	1,04
2017	кущение	Кстр	1,58	1,93	1,32	2,07	-
		Разница с контролем	-	+0,35	-0,26	+0,49	0,95
	выход в трубку	Кстр	1,36	3,09	4,66	3,22	-
		Разница с контролем	-	+1,73	+3,3	+1,86	2,57
	уборка	Кстр	3,92	3,61	5,26	4,82	-
		Разница с контролем	-	-0,31	+1,34	+0,90	2,9

В целом, несмотря на сезонную динамику, агрегатное состояние почвы по шкале Бахтина – Долгова характеризуется как отличное. Однако сезонная динамика в разных вариантах имеет свои нюансы. Данные 2014 г. указывают на отрицательную динамику значений коэффициента структурности как в контрольном варианте, так и в остальных, что является естественным процессом. Связано это с тем, что именно в весенний период, когда почва максимально насыщена влагой, черноземы характеризуются мелкозернистой структурой. По мере иссушения пахотного слоя происходит ухудшение структурно-агрегатного состояния, которое становится более интенсивным под влиянием агротехнического воздействия [19]. Другими словами, при снижении влажности в верхнем пахотном слое процессы деструкции частиц начинают превалировать над коагулятивными процессами. Как видно из данных таблицы 1, при внесении препарата ВЮ-Дон в почву, в частности в вариантах 3 (Кстр = 3,8) и 4 (Кстр = 3,6), коэффициент структурности выше по сравнению с контролем (Кстр = 3,0) на статистически значимую величину ($НСР_{0,05} = 0,11$).

Данная тенденция прослеживается и по результатам 2015 г. Далее, в 2016 г., динамика несколько иная: согласно данным сухого просеивания коэффициент структурности на фоне в течение вегетации колеблется от 1,93 до 5,86 (таблица 1). А разница с контролем на статистически зна-

чимую величину наблюдается только в фазу кущения в вариантах 2 и 3. В этих вариантах применение гуминового препарата ВЮ-Дон положительно влияет на соотношение структурных отдельностей: в вариантах с применением препарата в почву и по листу структура характеризуется существенно большим преобладанием агрономически ценных фракций, чем на контроле (разница с фоном 1,33 и 1,88 соответственно при $НСР_{0,05} = 1,33$). При последующих отборах различия с контролем статистически незначимы.

На рисунке 2 представлено графическое изображение динамики коэффициента структурности в опыте 2016 г. Коэффициент структурности в варианте с фоновым внесением минеральных удобрений на момент первого отбора (23.11.2015) был на уровне 2,12, ко второму отбору (01.04.2016) его значение достигало 5,86, однако при последующем отборе (27.06.2016) наблюдалось резкое снижение коэффициента структурности до 1,58, т. е. даже ниже изначального результата. Можно было бы объяснить такую динамику действием используемых минеральных удобрений. Диаммофос при первичном распаде повышает рН за счет входящего в его состав аммиака, что мы и наблюдаем на рисунке 3. Но в последующих трансформациях кислотность возрастает за счет кислотных остатков фосфорной кислоты, входящих в его состав, и, растворяясь, они несколько снижают рН раствора почвы. Если при однократном применении удобрений в небольших дозах существенного изменения рН не наблюдается, то при длительном, в течение ряда лет происходит подкисление почвы [20]. На слабокислых почвах увеличение кислотности приводит к угнетению растений и микроорганизмов, а это, в свою очередь, влечет деградацию физических свойств, в т. ч. и почвенной структуры.

Однако в карбонатных черноземах такое невозможно. И действительно, данные, приведенные на рисунке 3, показывают, что этот показатель слабо меняется на протяжении вегетации. Следовательно, причина в другом.

Рисунок 2 – Динамика величины коэффициента структурности в черноземе обыкновенном карбонатном по вариантам опыта с гуминовым препаратом ВЮ-Дон, 2016 г.

1 – фон; 2 – фон + внесение препарата ВЮ-Дон в почву; 3 – фон + 2-кратная обработка посевов ВЮ-Доном; 4 – фон + предпосевное внесение в почву ВЮ-Дона + 2-кратная обработка посевов ВЮ-Доном

Рисунок 3 – Динамика pH в черноземе обыкновенном при использовании гуминового препарата ВЮ-Дон

Значения коэффициента структурности во время уборки при внесении ВЮ-Дона в вариантах 2 и 4 (2 – фон + внесение препарата ВЮ-Дон в почву, 4 – фон + предпосевное внесение в почву ВЮ-Дона + 2-кратная обработка посевов ВЮ-Доном) оказались выше, чем в фоновом варианте, на 0,63 и 0,73 соответственно (2016 г.). Нельзя не отметить и отрицательную сезонную динамику агрономически ценных агрегатов, которая про-

слеживается на протяжении всего опыта и связана с погодными условиями и проходками транспорта. Тем не менее можно сделать вывод, что под действием гуминового препарата ВЮ-Дон происходит частичная нейтрализация негативных последствий применения минеральных удобрений для структуры. Сходная тенденция прослеживается и в 2017 г. Согласно данным за 2017 г., представленным в таблице 2, во всех вариантах состояние почвенной структуры характеризуется высоким коэффициентом структурности (от 1,36 до 5,26), что обусловлено механической обработкой почвы в состоянии оптимальной влажности.

Было исследовано содержание водопрочных агрегатов (таблица 2). Принято понимать под водопрочностью способность почвенных агрегатов противостоять размывающему действию воды. Корневая система в данном случае оказывает существенное влияние на формирование водопрочных агрегатов, так как она расщепляет почву на мелкие отдельности, уплотняет их и по мере отмирания и образования гуминовых веществ придает им водопрочность.

Таблица 2 – Динамика коэффициента водопрочности в черноземе обыкновенном карбонатном под озимой пшеницей по вариантам опыта с ВЮ-Доном

В %

Год	Фаза развития растения	Показатель	Вариант				НСР _{0,05}
			1	2	3	4	
1	2	3	4	5	6	7	8
2014	кущение	Квдпр	77	86,3	69,7	86,7	-
		Разница с контролем	-	9,3	-7,3	9,7	14,1
	выход в трубку	Квдпр	74,3	71,3	61	84	-
		Разница с контролем	-	-3	-13,3	9,7	10,3
	уборка	Квдпр	57	63	47,3	62	-
		Разница с контролем	-	6	-9,7	5	9,9
2015	кущение	Квдпр	71,93	75,78	73,25	72,25	-
		Разница с контролем	-	3,85	1,32	0,32	2,01
	выход в трубку	Квдпр	62,83	74,66	62,59	74,86	-
		Разница с контролем	-	11,83	-0,24	12,03	35,6
	уборка	Квдпр	76,27	79,77	80,33	80,63	-
		Разница с контролем	-	3,5	4,06	4,36	5,21

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8
2016	кущение	Квдпр	82,60	77,80	73,69	74,56	-
		Разница с контролем	-	-4,80	-8,91	-8,04	2,55
	выход в трубку	Квдпр	83,66	69,65	62,97	78,76	-
		Разница с контролем	-	-14,01	-20,69	-4,90	4,48
	уборка	Квдпр	83,28	74,10	81,35	77,81	-
		Разница с контролем	-	-9,18	-1,93	-5,47	2,81
2017	кущение	Квдпр	80,33	81,63	76,45	67,53	-
		Разница с контролем	-	1,29	-3,89	-12,80	4,54
	выход в трубку	Квдпр	87,45	84,03	82,81	78,25	-
		Разница с контролем		-3,43	-4,64	-9,20	4,7
	уборка	Квдпр	80,84	82,78	79,31	78,85	-
		Разница с контролем	-	1,94	-1,53	-1,99	4,57

Данные 2014 г. наглядно показывают действие препарата ВЮ-Дон: в вариантах 3 и 4 оценка структурного состояния почвы отличная, несмотря на отрицательную динамику, связанную с сезонными изменениями процессов в почве. В 2015 г. мы наблюдаем сходную тенденцию, препарат положительно влияет на водопрочность агрегатов, хотя статистически улучшение этого показателя достоверно только в варианте 2, но как о тенденции говорить можно. Однако летом неблагоприятные для структурообразования погодные условия оказывают более сильное воздействие, чем использование биопрепарата, и хотя тенденция положительного влияния гуминового препарата на водопрочность агрегатов сохраняется, но статистически она не подтверждается.

В фазу уборки наблюдается положительная динамика, но статистически достоверное увеличение коэффициента водопрочности отмечено только в варианте 4. В результате анализа почвенных образцов, отобранных в 2016 г. в разные фазы вегетации, выявлено снижение содержания водопрочных агрегатов на статистически достоверную величину ($НСР_{0,05} = 4,48$). Несмотря на то, что в абсолютном значении результаты остальных вариантов ниже фона, сама динамика водопрочности сходна, за исключением варианта с 2-кратной обработкой препаратом по листу. В данном случае наблюдается позитивная тенденция, происходит увеличение содержания водопрочных частиц на 3 %.

В 2017 г. наблюдалась аналогичная картина.

Подводя итог всему вышесказанному, можно сделать вывод: применение гуминового препарата ВЮ-Дон на посевах озимой пшеницы оказывает позитивное воздействие на коэффициент структурности чернозема обыкновенного карбонатного. Однако оценка структурного состояния по коэффициенту водопрочности недостаточно убедительна. Наиболее информативным показателем макроагрегатного состояния изучаемых почв является критерий АФИ, который учитывает соотношение и воздушно-сухих, и водопрочных почвенных отдельностей (таблица 3). Именно в варианте 4 наблюдается четкая градация значений коэффициента АФИ в положительную сторону. Во всех вариантах мы наблюдаем снижение значения данного показателя, кроме сочетания: фон + предпосевное внесение в почву ВЮ-Дона + 2-кратная обработка посевов ВЮ-Доном, достоверная разница в трех отборах +16,9; +67,10; +18,70 соответственно.

Таблица 3 – Динамика критерия АФИ в черноземе обыкновенном карбонатном по вариантам опыта с ВЮ-Доном

Год	Фаза развития растения	Отбор	Вариант				НСР _{0,05}
			1	2	3	4	
2017	кущение	АФИ	119,3	109,6	93	136,2	-
		Сравнение с фоном		-9,70	-26,30	+16,90	15,01
	выход в трубку	АФИ	328,5	280,2	252	395,6	-
		Сравнение с фоном		-48,30	-76,50	+67,10	20,06
	уборка	АФИ	183,8	177,8	135,4	202,5	-
		Сравнение с фоном		-6,00	-48,40	+18,70	14,82

Следовательно, можно сделать вывод, что сочетание обработок, используемое в варианте 4, по влиянию на структурно-агрегатное состояние почвы проявило себя наиболее эффективно. Именно в этом варианте имеется положительная разница с фоном, что свидетельствует не только о сохранении водопрочных агрегатов, но и об увеличении их числа, причем на статистически значимую величину.

Такое влияние биопрепарата на структуру почвы можно объяснить способностью гуминовых веществ активировать микробиологический по-

тенциал и, как следствие, стимулировать активное развитие ризосферы верхнего почвенного слоя, которое является одним из важнейших факторов структурообразования [21, 22]. Очень детально было изучено влияние бактерий и плесневых грибов на процесс формирования почвенной структуры, широко известно, что обилие микробиологической биомассы в почве возрастает с уменьшением размеров почвенных агрегатов, а быстро растущие микроорганизмы преобладают в микроагрегатах [23], однако микробиологическая активность уменьшается от наружной к внутренней части агрегата [24].

В своей работе De Leij с соавторами показали, что среди микроорганизмов можно выделить группы медленно и быстро растущих микроорганизмов (оценивается по скорости формирования видимых колоний на поверхности агара), что можно условно соотнести с R- и K-экологическими стратегиями [25]. Данные группы могут по-разному реагировать на стрессовые воздействия, в т. ч. возникающие вследствие действия абиотических факторов среды. Данные о численности микроорганизмов в ризосфере озимой пшеницы при использовании гуминового препарата представлены в таблице 4.

Как можно видеть из данных таблицы 4, численность аммонификаторов в ризосферной почве под озимой пшеницей была в среднем на порядок выше обычного их числа, наблюдаемого в почве, свободной от корней, и составляла приблизительно 10^8 КОЕ/г. При этом наблюдалась значительная вариация между участками опытного поля, размах которой составлял 245,83–499,75 млн КОЕ/г для быстро растущих и 46,59–147,50 КОЕ/г для медленно растущих форм бактерий. Таким образом, по медленно растущим формам аммонифицирующих бактерий зафиксирован значительно больший разброс численности, что отражает их чувствительность к локальным полевым условиям [26].

Для аминокавтотрофной группировки размахи варьирования численности в начале опыта составили 50,51–910,35 млн КОЕ/г для быстро рас-

тущих и 472,8–1357,7 млн КОЕ/г для медленно растущих форм, что демонстрирует прямо противоположную картину.

Таблица 4 – Численность микроорганизмов в ризосфере озимой пшеницы до и после обработки гуминовым препаратом ВЮ-Дон

№ вари- анта	Численность бактерий до обработ- ки, млн КОЕ/г абсолютно-сухой ризосферной почвы		Численность бактерий после обра- ботки, млн КОЕ/г абсолютно-сухой ризосферной почвы	
Аммонификаторы				
	Быстро растущие	Медленно растущие	Быстро растущие	Медленно растущие
1	245,83	46,59	265,36	184,95
2	269,78	116,79	375,29	338,96
3	352,25	147,50	319,94	12,78
4	378,89	59,79	208,37	66,68
НСР ₀₅	29,5	7,4	30,2	20,2
Аминоавтотрофы				
1	96,55	555,42	474,44	44,23
2	379,55	530,79	371,25	112,99
3	50,51	581,92	230,36	25,6
4	153,33	578,99	137,52	100,02
НСР ₀₅	13,6	67,6	39,6	12,5
Микромицеты				
	Численность грибов до обработки, тыс. КОЕ/г абсолютно-сухой ризосферной почвы		Численность грибов после обработ- ки, тыс. КОЕ/г абсолютно-сухой ризосферной почвы	
1	37,39		405,65	
2	67,44		337,56	
3	180,50		296,79	
4	65,12		690,47	
НСР ₀₅	2,4		21,9	

Что касается микромицетов, роль которых при формировании агрегатов особенно велика [27, 28], их численность варьировала в пределах 9,91–180,5 тыс. КОЕ/г абсолютно-сухой почвы. Спустя две недели после обработки посевов гуминовым препаратом были вновь отобраны пробы ризосферной почвы. Как можно видеть из данных таблицы, после обработки сохраняется высокая численность бактерий ризосферы с размахом варьирования 165,2–728,4 млн КОЕ/г для быстро растущих и 12,8–508,1 млн КОЕ/г для медленно растущих форм бактерий. По сравнению с начальным состоянием размахи варьирования численности существенно выросли, что является следствием проводимой обработки [29, 30].

Наблюдалось значительное варьирование по вариантам опыта численности медленно растущих микроорганизмов. В нашем эксперименте было установлено, что микробиологическая активность почвы достоверно выше, что видно по изменению численности аммонификаторов, целлюлозоразрушающих микромицетов и актиномицетов.

Выводы

1 Результаты сухого и мокрого просеивания показали, что до обработки препаратом почва содержала глыбистую фракцию агрегатов размером более 10 мм и пылеватые отдельности размером менее 0,25 мм, т. е. агрегаты, которые не относятся к агрономически ценной структуре. Существующее пространственное варьирование свойств почвы на опытном участке обуславливает наблюдаемую тенденцию. При следующих отборах в вариантах с внесением гуминового препарата, полученного в результате вермикомпостирования, наблюдалось плавное снижение доли пылеватых и глыбистых агрегатных фракций в сторону агрономически ценных структурных отдельностей размером от 0,50 до 0,25 мм. Данная тенденция наблюдалась в течение всего полевого эксперимента.

2 Применение гуминовых препаратов благоприятно сказывается на структурности чернозема обыкновенного карбонатного: сезонное ухудшение показателей структурного состояния в вариантах с гуминовым препаратом не такое сильное, как на фоне, в силу чего к фазе созревания урожая коэффициент структурности и водопрочность агрегатов за период вегетации в фоновом варианте ниже, чем в вариантах с гуматом.

3 Гуминовый препарат способствует росту качественной составляющей характеристики структуры: оценка водопрочности почвы в варианте с сочетанием фона, предпосевного внесения в почву ВЮ-Дона, 2-кратной обработки посевов ВЮ-Доном по критерию АФИ возрастает от удовлетворительной до хорошей.

4 Обработка растений и почвы гуминовым препаратом оказала суще-

ственное влияние на микробное сообщество ризосферы озимой пшеницы, что проявилось в изменениях динамики численности основных экологотрофических групп микроорганизмов. Наиболее ярко это влияние проявляется на мицелиальных микроорганизмах, играющих существенную роль в поддержании стабильности почвенных агрегатов.

Список использованных источников

- 1 Безуглова, О. С. Проблемы и приемы, обеспечивающие сохранение плодородия черноземов в Ростовской области на современном этапе / О. С. Безуглова, О. Г. Назаренко // Почвоведение – продовольственной и экологической безопасности: тез. докл. VII съезда О-ва почвоведов им. В. В. Докучаева и Всерос. с междунар. участием науч. конф., г. Белгород, 15–22 авг. 2016 г. – Ч. 2. – М. – Белгород: Белгород, 2016. – С. 362–363.
- 2 Чернова, О. В. Принципы и особенности создания Красных книг почв степных регионов (на примере Ростовской области) / О. В. Чернова, О. С. Безуглова // Аридные экосистемы. – 2018. – Т. 24, № 1(74). – С. 37–48.
- 3 Стратегия развития агрохимического обслуживания в Ростовской области / О. Г. Назаренко, Т. Г. Пашковская, Е. А. Чеботникова, И. В. Субботина // Инновационные пути развития агропромышленного комплекса: задачи и перспективы: междунар. сб. науч. тр. Дон. аграр. науч.-практ. конф. – Зерноград, 2012. – С. 365–376.
- 4 Лозановская, И. Н. Теория и практика использования органических удобрений / И. Н. Лозановская, Д. С. Орлов, П. Д. Попов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 95 с.
- 5 Денисов, В. В. Анализ применения органических и минеральных удобрений на землях сельскохозяйственного назначения Ростовской области / В. В. Денисов, А. М. Васильев // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. – 2013. – № 1(09). – С. 182–192. – Режим доступа: http://rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec169-field6.pdf.
- 6 Сухомлинова, Н. Б. Земельные ресурсы Ростовской области и состояние их использования / Н. Б. Сухомлинова // Вестник ЮРГТУ (НПИ). – 2014. – № 4. – С. 31–34.
- 7 Изменение количественных и качественных характеристик состояния органического вещества / Г. Д. Гогмачадзе, Н. С. Матюк, В. Д. Полин, Е. В. Коваленко // АгроЭкоИнфо [Электронный ресурс]. – 2015. – № 6. – Режим доступа: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2015/6/st_31.doc.
- 8 Хан, Д. В. Органо-минеральные соединения и структура почвы / Д. В. Хан. – М.: Наука, 1969. – 142 с.
- 9 Артемьева, З. С. Органическое вещество и гранулометрическая система почвы / З. С. Артемьева. – М.: ГЕОС, 2010. – 238 с.
- 10 Семенов, В. М. Почвенное органическое вещество / В. М. Семенов, Б. М. Когут. – М.: ГЕОС, 2015. – 233 с.
- 11 Методы почвенной микробиологии и биохимии: учеб. пособие / под ред. Д. Г. Звягинцева. – М.: МГУ, 1991. – 304 с.
- 12 Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
- 13 Захаров, И. С. Влияние отвальной и безотвальной вспашки на микрофлору обыкновенного чернозема Молдавии / И. С. Захаров // Труды института микробиологии АН СССР. – 1960. – Вып. 7. – С. 156–164.
- 14 Неуструев, С. С. Элементы географии почв / С. С. Неуструев. – М.: Кн. по Требованию, 2012. – 245 с.

- 15 Иванова, Е. Н. Классификация почв СССР / Е. Н. Иванова. – М.: Кн. по Требованию, 2012. – 227 с.
- 16 Фридланд, В. М. Структура почвенного покрова / В. М. Фридланд. – М.: Мысль, 1972. – 422 с.
- 17 Безуглова, О. С. Гумусное состояние почв юга России / О. С. Безуглова. – Ростов н/Д.: Изд-во СКНЦ ВШ, 2001. – 228 с.
- 18 Water Stability of Soil Aggregates in Different Systems of Tillage / J. Bartlova, B. Badlikova, L. Pospisilova, E. Pokorny, B. Sarapatka // Soil & Water Res. – 2015. – 10(3). – P. 147–154.
- 19 Качинский, Н. А. Физика почвы / Н. А. Качинский. – М.: Высш. шк., 1965. – Ч. 1. – С. 257.
- 20 Жукова, Л. М. Изменение агрохимических свойств почвы при длительном применении минеральных удобрений / Л. М. Жукова, З. К. Благовещенская // Сельское хозяйство за рубежом. – 1981. – № 9. – С. 8–15.
- 21 Improvement of rhizosphere aggregate stability of afforested semiarid plant species subjected to mycorrhizal inoculation and compost addition / F. Caravaca, T. Hernandez, C. Garcia, A. Roldan // Geoderma. – 2002. – 108(1–2). – P. 133–144.
- 22 Humic substances and aggregate stability in rhizospheric and non-rhizospheric soil / M. Kobierski [et al.] // Journal of Soils and Sediments. – 2018, Febr.
- 23 Краснова, Н. Чего ожидать от гуминовых удобрений? / Н. Краснова // Приусадебное хозяйство. – 2010. – № 5. – С. 18–19.
- 24 Мамсилов, Н. И. Значение биологизированного кормового севооборота в повышении плодородия слитых черноземов / Н. И. Мамсилов, Р. К. Тугуз, Ю. А. Сапиев // Аграрная Россия. – 2010. – № 5. – С. 55–58.
- 25 De Leij, F. The use of colony development for the characterization of bacterial communities in soil and on roots / F. De Leij, J. M. Whipps, J. M. Lynch // Microbial Ecology. – 1994. – 27. – P. 81–97.
- 26 Синих, Ю. Н. Пути биологизации и экологизации севооборотов в современном земледелии / Ю. Н. Синих // Аграрная наука. – 2010. – № 9. – С. 19–21.
- 27 Waksman, S. A. The soil as a source of microorganisms antagonistic to disease-producing bacteria / S. A. Waksman // Journal of Bacteriology. – 1940. – Vol. 40. – P. 581.
- 28 Use of Synthetic Polymers and Biopolymers for Soil Stabilization in Agricultural, Construction, and Military Applications / W. J. Orts, A. Roa-Espinosa, R. E. Sojka, G. M. Glenn, S. H. Imam, K. Erlacher, J. S. Pedersen // Journal of Materials in Civil Engineering. – 2007. – Vol. 19, № 1. – P. 58.
- 29 Jia, J. W. Study on the relationship between the soil physical-chemical properties and soil enzymatic activities of plastic greenhouse / J. W. Jia // Journal of Shandong Agricultural University (Natural Science Edition). – 2001. – Vol. 32, № 4. – P. 427–432.
- 30 Colla, M. Influence of microorganisms and some organic substances on soil structure / M. Colla // Soil. Sci. – 1945. – Vol. 59, № 2–4. – P. 287–297.

References

1 Bezuglova O.S., Nazarenko O.G., 2016. *Problemy i priemy, obespechivayushchie sokhranenie plodorodiya chernozemov v Rostovskoy oblasti na sovremennom etape* [Problems and techniques ensuring the chernozems fertility conservation in Rostov region at the present stage]. *Pochvovedenie – prodovol'stvennoy i ekologicheskoy bezopasnosti: tezisy dokladov VII s"ezda Obshchestva pochvovedov im. V. V. Dokuchaeva i Vseros. s mezhdunarodnym uchastiem nauch. konferentsii* [Soil Science – Food and Environmental Safety: Proceed. of the VII Congress of Soil Scientists Society named after V.V. Dokuchaev and All-Russian with International Participation of Scientific Conference]. Belgorod, 15-22 August 2016, part 2, Moscow – Belgorod, Belgorod, pp. 362-363. (In Russian).

2 Chernova O.V., Bezuglova O.S., 2018. *Printsipy i osobennosti sozdaniya Krasnykh knig pochv stepnykh regionov (na primere Rostovskoy oblasti)* [Principles and features of soils Red Books compilation for the steppe regions (by the example of Rostov Region)]. *Ar-idnye ekosistemy* [Arid Ecosystems], vol. 24, no. 1(74), pp. 37-48. (In Russian).

3 Nazarenko O.G., Pashkovskaya T.G., Chebotnikova E.A., Subbotina I.V., 2012. *Strategiya razvitiya agrokhimicheskogo obsluzhivaniya v Rostovskoy oblasti* [Strategy for the development of agrochemical services in Rostov region]. *Innovatsionnye puti razvitiya agropromyshlennogo kompleksa: zadachi i perspektivy: mezhdunarodnyy sbornik nauchnykh trudov Don. agrarno nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Innovative Ways of Development of Agro-industrial Complex: Tasks and Prospects: Proceed. International Don Agrarian Scientific-practical Conference]. Zernograd, pp. 365-376. (In Russian).

4 Lozanovskaya I.N., Orlov D.S., Popov P.D., 1987. *Teoriya i praktika ispol'zovaniya organicheskikh udobreniy* [Theory and Practice of Using Organic Fertilizers]. Moscow, Agropromizdat Publ., 95 p. (In Russian).

5 Denisov V.V., Vasil'ev A.M., 2013. *Analiz primeneniya organicheskikh i mineral'nykh udobreniy na zemlyakh sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya Rostovskoy oblasti* [Analysis of organic and mineral fertilizers application on agricultural land in Rostov Region]. *Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii* [Scientific Journal of Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems], no. 1(09), pp. 182-192, available: http://rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec169-field6.pdf. (In Russian).

6 Sukhomlinova N.B., 2014. *Zemel'nye resursy Rostovskoy oblasti i sostoyanie ikh ispol'zovaniya* [Land resources of Rostov Region and the state of their use]. *Vestnik YURGTU (NPI)* [Bull. of SRSTU (NPI)], no. 4, pp. 31-34. (In Russian).

7 Gogmachadze G.D., Matyuk N.S., Polin V.D., Kovalenko E.V., 2015. *Izmenenie kolichestvennykh i kachestvennykh kharakteristik sostoyaniya organi-cheskogo veshchestva* [Changes in quantitative and qualitative characteristics of the state of organic matter]. *AgroEkoInfo* [AgroEcoInfo], no. 6, available: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2015/6/st_31.doc. (In Russian)

8 Khan D.V., 1969. *Organo-mineral'nye soedineniya i struktura pochvy* [Organo-Mineral Compounds and Soil Structure]. Moscow, Nauka Publ., 142 p. (In Russian).

9 Artem'eva Z.S., 2010. *Organicheskoe veshchestvo i granulometricheskaya sistema pochvy* [Organic Substance and Granulometric Soil System]. Moscow, GEOS Publ., 238 p. (In Russian).

10 Semenov V.M., Kogut B.M., 2015. *Pochvennoe organicheskoe veshchestvo* [Soil Organic Matter]. Moscow, GEOS Publ., 233 p. (In Russian).

11 Zvyagintseva D.G., 1991. *Metody pochvennoy mikrobiologii i biokhimii: ucheb. posobie* [Methods of Soil Microbiology and Biochemistry: Textbook]. Moscow, Moscow State University Publ., 304 p. (In Russian).

12 Docpekhov B.A., 1985. *Metodika polevogo opyta* [Methodology of Field Experience]. Moscow, Agropromizdat Publ., 351 p. (In Russian).

13 Zakharov I.S., 1960. *Vliyanie otval'noy i bezotval'noy vspashki na mikrofloru obyknovennogo chernozema Moldavii* [Influence of Moldboard and Subsoiling Plowing on the Microflora of Ordinary Chernozem of Moldavia]. *Trudy instituta mikrobiologii AN SSSR* [Proceed. of Institute of Microbiology of Academy of Sciences of the USSR], iss. 7, pp. 156-164. (In Russian).

14 Neustruev S.S., 2012. *Elementy geografii pochv* [Elements of Soil Geography]. Moscow, Books on Demand Publ., 245 p. (In Russian)

15 Ivanova E.N., 2012. *Klassifikatsiya pochv SSSR* [Classification of Soils of the USSR]. Moscow, Books on demand Publ., 227 p. (In Russian).

16 Fridland V.M., 1972. *Struktura pochvennogo pokrova* [The Structure of Soil Cover]. Moscow, Mysl' Publ., 422 p. (In Russian).

17 Bezuglova O.S., 2001. *Gumusnoe sostoyaniye pochv yuga Rossii* [Humus Condition of Soils in the South of Russia]. Rostov n/D., SKNTS VS Publ., 228 p. (In Russian).

18 Bartlova J., Badlikova B., Pospisilova L., Pokorny E., Sarapatka B., 2015. Water Stability of Soil Aggregates in Different Systems of Tillage. *Soil & Water Res.*, 10(3), pp. 147-154. (In English).

19 Kachinskiy N.A., 1965. *Fizika pochvy* [Soil Physics]. Moscow, Higher Shool Publ., P. 1, 257 p. (In Russian).

20 Zhukova L.M., Blagoveshchenskaya Z.K., 1981. *Izmenenie agrokhimicheskikh svoystv pochvy pri dlitel'nom primenenii mineral'nykh udobreniy* [Changes of agrochemical properties of soil by long-term use of mineral fertilizers]. *Sel'skoe khozyaystvo za rubezhom* [Agriculture Abroad], no. 9, pp. 8-15. (In Russian).

21 Caravaca F., Hernandez T., Garcia C., Roldan A., 2002. Improvement of rhizosphere aggregate stability of afforested semiarid plant species subjected to mycorrhizal inoculation and compost addition. *Geoderma*, 108(1-2), pp. 133-144. (In English).

22 M. Kobierski [and others], 2018. Humic substances and aggregate stability in rhizospheric and non-rhizospheric soil. *Journal of Soils and Sediments*. Febr. 2018. (In English).

23 Krasnova N., 2010. Chego ozhdat' ot guminovykh udobreniy? [What to expect from humic fertilizers?]. *Priusadebnoe khozyaystvo* [Homesteading], no. 5, pp. 18-19. (In Russian).

24 Mamsirov N.I., Tuguz R.K., Sapiev Yu.A., 2010. *Znachenie biologizirovannogo kormovogo sevooborota v povyshenii plodorodiya slitykh chernozemov* [Importance of biologized fodder crop rotation in increasing fertility of fused chernozems]. *Agrarnaya Rossiya* [Agrarian Russia], no. 5, pp. 55-58. (In Russian).

25 De Leij F., Whipps J.M., Lynch J.M., 1994. The use of colony development for the characterization of bacterial communities in soil and on roots. *Microbial Ecology*, 27, pp. 81-97. (In English).

26 Sinikh Yu.N., 2010. *Puti biologizatsii i ekologizatsii sevooborotov v sovremennoy zemledelii* [Ways of the biologization and ecologization of crop rotations in modern agriculture]. *Agrarnaya nauka* [Agrarian Science], no. 9, pp. 19-21. (In Russian).

27 Waksman S.A., 1940. The soil as a source of microorganisms antagonistic to disease-producing bacteria. *Journal of Bacteriology*, vol. 40, pp. 581. (In English).

28 Orts W.J., Roa-Espinosa A., Sojka R.E., Glenn G.M., Imam S.H., Erlacher K., Pedersen J. S., 2007. Use of Synthetic Polymers and Biopolymers for Soil Stabilization in Agricultural, Construction, and Military Applications. *Journal of Materials in Civil Engineering*, vol. 19, no. 1, P. 58. (In English).

29 Jia, J.W., 2001. Study on the relationship between the soil physical-chemical properties and soil enzymatic activities of plastic greenhouse. *Journal of Shandong Agricultural University (Natural Science Edition)*, vol. 32, no. 4, pp. 427–432. (In English).

30 Colla M., 1945. Influence of microorganisms and some organic substances on soil structure. *Soil Sci.*, vol. 59, no. 2-4, pp. 287-297. (In English).

Лыхман Владимир Анатольевич

Ученая степень: кандидат биологических наук

Должность: младший научный сотрудник

Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный Ростовский аграрный научный центр»

Адрес организации: ул. Институтская, 1, п. Рассвет, Аксайский район, Ростовская область, Российская Федерация, 346735

E-mail: polienkoe468@gmail.com

Lykhman Vladimir Anatolyevich

Degree: Candidate of Biological Sciences

Position: Junior researcher

Affiliation: Federal Rostov Agricultural Research Center

Affiliation address: str. Institutskaya, 1, Rassvet, Aksay district, Rostov region, Russian Federation, 346735

E-mail: polienkoe468@gmail.com

Безуглова Ольга Степановна

Ученая степень: доктор биологических наук

Ученое звание: профессор

Должность: главный научный сотрудник

Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный Ростовский аграрный научный центр»

Адрес организации: ул. Институтская, 1, п. Рассвет, Аксайский район, Ростовская область, Российская Федерация, 346735

Должность: профессор кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов

Место работы: Академия биологии и биотехнологии имени Д. И. Ивановского федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет»

Адрес организации: пр-т Стачки, 194/1, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация, 344090

E-mail: polienkoe468@gmail.com

Bezuglova Olga Stepanovna

Degree: Doctor of Biological Sciences

Title: Professor

Position: Chief Researcher

Affiliation: Federal Rostov Agricultural Research Center

Affiliation address: str. Institutskaya, 1, Rassvet, Aksay district, Rostov region, Russian Federation, 346735

Position: Professor of the Department of Soil Science and Land Resources Assessment

Affiliation: Academy of Biology and Biotechnology of the Southern Federal University

Affiliation address: ave. Stachki, 194/1, Rostov-on-Don, Russian Federation, 344090

E-mail: polienkoe468@gmail.com

Горовцов Андрей Владимирович

Ученая степень: кандидат биологических наук

Должность: старший научный сотрудник

Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный Ростовский аграрный научный центр»

Адрес организации: ул. Институтская, 1, п. Рассвет, Аксайский район, Ростовская область, Российская Федерация, 346735

Должность: старший преподаватель кафедры биохимии и микробиологии

Место работы: Академия биологии и биотехнологии имени Д. И. Ивановского федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет»

Адрес организации пр-т Стачки, 194/1, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация, 344090

E-mail: polienkoe468@gmail.com

Gorovtsov Andrey Vladimirovich

Degree: Candidate of Biological Sciences

Position: Senior Researcher

Affiliation: Federal Rostov Agricultural Research Center

Affiliation address: str. Institutskaya, 1, Rassvet, Aksay district, Rostov region, Russian Federation, 346735

Position: Senior lecturer of the Department of Biochemistry and Microbiology

Affiliation: Academy of Biology and Biotechnology of the Southern Federal University

Affiliation address: ave. Stachki, 194/1, Rostov-on-Don, Russian Federation, 344090

E-mail: polienkoe468@gmail.com

Полиенко Елена Александровна

Ученая степень: кандидат биологических наук

Должность: старший научный сотрудник

Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный Ростовский аграрный научный центр»

Адрес организации: ул. Институтская, 1, п. Рассвет, Аксайский район, Ростовская область, Российская Федерация, 346735

E-mail: polienkoe468@gmail.com

Polienko Elena Aleksandrovna

Degree: Candidate of Biological Sciences

Position: Senior Researcher

Affiliation: Federal Rostov Agricultural Research Center

Affiliation address: str. Institutskaya, 1, Rassvet, Aksay district, Rostov region, Russian Federation, 346735

E-mail: polienkoe468@gmail.com