

## Влияние гуминового препарата на продуктивность озимой пшеницы при возделывании на чернозёме обыкновенном

*В.А. Лыхман, к.б.н., Е.А. Полиенко, к.б.н., М.Н. Дубинина, мл.н.с., ФГБНУ ФРАНЦ; О.С. Безуглова, д.б.н., профессор, А.В. Горюнов, к.б.н., ФГБНУ ФРАНЦ, ФГАОУ ВО Южный ФУ; П.Д. Павлов, аспирант, А.В. Демидов, соискатель, ФГАОУ ВО Южный ФУ*

В практике возделывания озимой пшеницы общепринятым является применение гербицидов в период возобновления весенней вегетации. Засорение посевов на ранних этапах может представлять значительную угрозу прежде всего из-за сниженной конкуренции культурных растений за элементы питания и влагу. Внесённые с осени удобрения могут быть в значительной степени поглощены сорняками, которые в случае своей успешной перезимовки будут лучше развиты и менее чувствительны к гербицидам. В таких случаях требуется увеличение дозировки гербицидных препаратов, хотя и это не всегда обеспечивает желаемый результат. Как правило, среди осенних сорняков преобладают двудольные, и поэтому оптимальным решением защиты озимых зерновых на

ранних этапах является применение гербицидов из класса сульфонилмочевин. Эта группа гербицидов на щелочных и тяжёлых по гранулометрическому составу почвах обладает высоким риском токсического эффекта. В первую очередь токсический эффект сказывается на микроорганизмах ризосферы и косвенно – на продуктивности озимой пшеницы. Гуминовые препараты способствуют лучшему развитию растений, особенно их корневых систем; усиливают интенсивность корневых выделений и, как следствие, повышают биологическую активность в ризосферной зоне, что способствует более полному усвоению элементов питания как из почвенных запасов, так и из удобрений [1].

**Материал и методы исследования.** Объектом исследования являлся гуминовый препарат ВЮ-Дон, который получают путём щелочной экстракции из вермикомпоста. Место проведения полевых опытов – стационар ФГБНУ «ФРАНЦ», поле № 73. Схема опыта приведена в таблице 1. Влажность почвы при посеве была оптимальная, разделка почвы хорошая, перерывов в посеве не было.

## 1. Схема опыта

Вариант	Гербицид	ВЮ-Дон
1. Фон	–	–
2. Фон+пестиц. норма 1	Гранстар Про, 10 г/га	–
3. Фон+пестиц. норма 2	Гранстар Про, 15 г/га	–
4. Фон+пестиц. норма 3	Гранстар Про, 20 г/га	–
5. Фон+пестиц. норма 4	Гранстар Про, 25 г/га	–
6. Фон+ВЮ-Дон	–	1 л/га
7. Фон+пестиц. норма 1+ВЮ-Дон	Гранстар Про, 10 г/га	1 л/га
8. Фон+пестиц. норма 2+ВЮ-Дон	Гранстар Про, 15 г/га	1 л/га
9. Фон+пестиц. норма 3+ВЮ-Дон	Гранстар Про, 20 г/га	1 л/га
10. Фон+пестиц. норма 4+ВЮ-Дон	Гранстар Про, 25 г/га	1 л/га

Отбор почвенных образцов проводили из пахотного слоя в следующие сроки: до обработки препаратом и гербицидом – фаза всходов, фаза кушения; через 14 дней после обработки препаратом и гербицидом – фаза кушения; на момент уборки озимой пшеницы. На опытном участке применялась агротехника возделывания озимой пшеницы, рекомендованная для Приазовской зоны Ростовской области. Отбор растительных образцов с анализом их структуры урожая и содержания элементов питания проводили согласно методике ЦИНАО [2]. Учёт урожая и математическую обработку данных вели по Б.А. Доспехову [3].

Микробиологический анализ ризосферной почвы проводился по общепринятым в почвенной микробиологии методикам путём посева на плотные питательные среды [4]. Также использовался метод дифференциального учёта колоний по времени их появления на питательной среде [6].

**Результаты исследования.** Как показали исследования (табл. 2), проведение гербицидной обработки в более высокой дозировке приводит к проявлению токсического эффекта и, как следствие, снижает продуктивность озимой пшеницы до 15% (при наибольшей дозе внесения, равной

25 г/га). Эта тенденция прослеживается и в первый, и во второй годы исследования. Использование гуминового препарата ВЮ-Дон позволяет значительно снизить токсический эффект или полностью его подавить. При проведении гербицидной обработки в средней дозе, равной 15 г/га, токсический эффект полностью исчезает и наблюдается прирост продуктивности озимой пшеницы.

При гербицидной обработке свыше 15 г/га токсический эффект подавляется не в полной мере, наблюдается некоторое снижение продуктивности по сравнению с фоном (на 2–14% в зависимости от погодных условий), где гербициды не применялись. Необходимо совмещать гербицидные обработки с применением гуминового препарата, который снижает токсический эффект и позволяет получить прибавку к продуктивности возделываемой культуры. При использовании повышенных доз гербицидов в связи с повышенной засорённостью полей необходимо совмещать каждую обработку с гуминовым препаратом, если таких гербицидных обработок несколько, либо рекомендуется увеличить дозу внесения гуминового препарата до 2 л/га. При неблагоприятном сочетании погодных условий осени и отставании всходов озимой пшеницы в развитии желательна дополнительная обработка посевов гуминовым препаратом ВЮ-Дон [5]. Доза препарата должна составлять также 1 л/га. Эту обработку можно совместить с обработкой всходов против хлебной жучелицы или хлебных мух. Таким образом, использование гуминового препарата эффективно на посевах озимой пшеницы: увеличивается урожайность получаемой продукции.

Анализ показателей почвенного плодородия показал, что наблюдается реакция на обработки и этих характеристик. Следует отметить, что полезное действие гуминового препарата зависит от погодных условий: чем больше увлажнение, тем более сглаженным становится различие между вариантами. Так, наблюдается динамика подвижных форм фосфора в сторону снижения содержания на

## 2. Урожайность озимой пшеницы при комплексном использовании гуминового препарата ВЮ-Дон и гербицида Гранстар Про в дозе 10–25 г/га, ц/га

Вариант	Год					
	урожайность, ц/га	2015		урожайность, ц/га	2017	
		прибавка к урожайности, ц/га			прибавка к урожайности, ц/га	
		1	2		1	2
1. Фон (N <sub>34</sub> )	52,1	–	–	73,6	–	–
2. Фон + гербицид (10 г/га)	49,8	-2,3	–	52,0	-21,6	–
3. Фон + гербицид (15 г/га)	47,5	-4,6	–	79,7	+6,1	–
4. Фон + гербицид (20 г/га)	45,8	-6,3	–	64,3	-9,3	–
5. Фон + гербицид (25 г/га)	43,9	-8,2	–	65,7	-7,9	–
6. Фон + ВЮ-Дон (1 л/га)	53,0	–	–	70,6	–	–
7. Фон + гербицид (10 г/га) + ВЮ-Дон	52,0	-1,0	+2,2	65,7	-4,9	+13,7
8. Фон + гербицид (15 г/га) + ВЮ-Дон	57,0	+4,0	+9,5	84,4	+13,8	+4,7
9. Фон + гербицид (20 г/га) + ВЮ-Дон	48,1	-4,9	+2,3	68,8	-1,8	+4,5
10. Фон + гербицид (25 г/га) + ВЮ-Дон	45,2	-7,8	+1,3	66,4	-4,2	+0,7
НСР <sub>05</sub>	3,09			6,58		

Примечание: 1 – прибавка к фону; 2 – прибавка к соответствующему варианту без ВЮ-Дона

каждом варианте (рис. 1а, б), более выражен он на вариантах с обработкой гуминовым препаратом ВЮ-Дон (варианты 6–10).

Данная тенденция проявлялась на протяжении практически всего вегетационного периода как в 2015 г., так и в 2017 г. Однако повышенное количество осадков в апреле 2017 г. позволило сравняться всем вариантам опыта по этому элементу. Тем не менее по результатам 2015 г. можно сделать вывод, что внесение гербицида группы сульфанилмочевин в различных дозировках привело к химическому стрессу посевов озимой пшеницы, но обработка гуминовым препаратом ВЮ-Дон в период вегетации помогла существенно снизить это воздействие и увеличить усвояемость доступных соединений фосфора. Именно этим объясняется пониженное содержание его подвижных форм на вариантах с гуминовым препаратом.

Микробиологическая активность почвы оценивалась по динамике численности некоторых эколого-трофических групп микроорганизмов в течение опыта. Изменение численности ризосферных микроорганизмов может свидетельствовать о состоянии растений, так как микробное сообщество ризосферы в значительной степени зависит от поступления корневых экссудатов. В данном исследовании рассматривалась динамика численности бактерий, учитываемых на среде МПА, поскольку именно эта группа микроорганизмов первой включается в процессы разложения свежего органического вещества и потому наиболее резко реагирует на его поступление в почву.

В свою очередь активность прикорневой микробиоты влияет на процессы минерализации органики в непосредственной близости к корням, а также обеспечивает более высокую подвижность элементов минерального питания, в особенности фосфора. Данные по численности бактерий приведены в таблице 3.

При определении численности бактерий учитывалась их экологическая стратегия, поскольку

микроорганизмы с различными стратегиями роста могут по-разному реагировать на стресс, вызванный действием пестицидов [7]. Среди микроорганизмов выделяют г-стратегов, способных к утилизации легко доступных субстратов и очень быстрому росту, и к-стратегов, растущих медленнее и способных к разложению более сложных и устойчивых к гидролизу соединений. Оценка соотношения г- и к-стратегов проводилась по скорости формирования видимых колоний при посеве на плотные питательные среды.

При оценке влияния внешних факторов на почвенные микроорганизмы следует иметь в виду наличие очень существенной сезонной динамики, а также исходные различия в численности бактерий на разных участках поля. В связи с этим целесообразно рассматривать не абсолютные значения, а изменения микробиологических показателей в динамике от начала к концу опыта. Изменение их численности было в значительной мере связано с типом их экологической стратегии. На рисунке 3 показаны изменения численности микроорганизмов с разными экологическими стратегиями в ходе опыта.

Как можно видеть на примере вариантов 1–5, обработка пестицидами повлекла за собой резкое снижение прироста численности медленно растущих бактерий (к-стратегов), а для быстрорастущих бактерий (г-стратегов) привела даже к снижению их численности (рис. 2). На вариантах, обработанных и пестицидами, и гуматами, наблюдается неоднозначная динамика, резко отличающаяся от наблюдаемой в вариантах только с пестицидами. При этом обработка посевов только гуматами не повлияла на численность медленно растущих бактерий, но свела к нулю сезонный прирост численности быстро растущих. Всплески и падения приростов численности в вариантах 7 и 8 можно объяснить взаимным влиянием воздействия гуматов и низких доз пестицидов на растения. В более высоких дозах (варианты 9 и 10) наблюдается снижение, как и в вариантах без обработки гуматами. Таким образом,

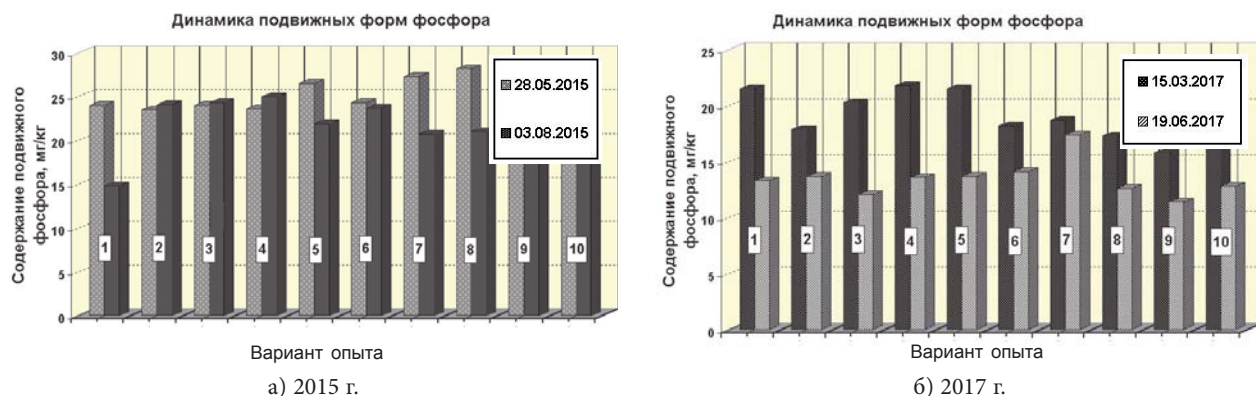


Рис. 1 – Динамика подвижных форм фосфора в чернозёме обыкновенном при использовании гуминового препарата ВЮ-Дон: а) 2015 г.; б) 2017 г.: 1. Фон; 2. Фон + гербицид норма 1; 3. Фон + гербицид норма 2; 4. Фон + гербицид норма 3; 5. Фон + гербицид норма 4; 6. Фон + ВЮ-Дон; 7. Фон + гербицид норма 1 + ВЮ-Дон; 8. Фон + гербицид норма 2 + ВЮ-Дон; 9. Фон + гербицид норма 3 + ВЮ-Дон; 10. Фон + гербицид норма 4 + ВЮ-Дон

3. Численность бактерий в ризосфере озимой пшеницы ( $X \pm Sx$ )

Вариант	Численность бактерий, млн КОЕ/г абс. сухой ризосферной почвы, 2017 г.					
	исходная		через 2 недели после проведения обработки		изменение, %	
	г	к	г	к	г	к
1. Фон ( $N_{34}$ )	114,71±40,58	66,00±29,43	728,37±126,81	239,93±82,12	535	264
2. Фон + гербицид (10 г/га)	256,60±134,13	73,22±10,01	165,24±28,62	214,81±103,26	-50	-393
3. Фон + гербицид (15 г/га)	422,42±118,87	38,12±2,12	354,82±39,659	60,58±21,41	-16	59
4. Фон + гербицид (20 г/га)	314,73±29,79	84,44±16,6	168,25±63,51	134,60±22,43	-47	59
5. Фон + гербицид (25 г/га)	281,66±54,47	75,72±21,7	238,1±23,8	261,9±52,91	-15	246
6. Фон + ВЮ-Дон (1 л/га)	245,83±32,14	46,59±9,43	265,36±48,25	184,95±37,5	8	297
7. Фон + гербицид (10 г/га) + ВЮ-Дон	313,60±63,46	30,15±7,31	194,78±14,67	508,12±147,3	-38	1585
8. Фон + гербицид (15 г/га) + ВЮ-Дон	269,78±42,80	116,79±28,9	375,29±182,80	338,96±52,8	228	-245
9. Фон + гербицид (20 г/га) + ВЮ-Дон	352,25±11,84	147,50±28,07	319,94±38,39	12,78±7,43	-9	-91
10. Фон + гербицид (25 г/га) + ВЮ-Дон	378,89±34,91	59,79±4,46	208,37±57,75	66,68±24,24	-45	12

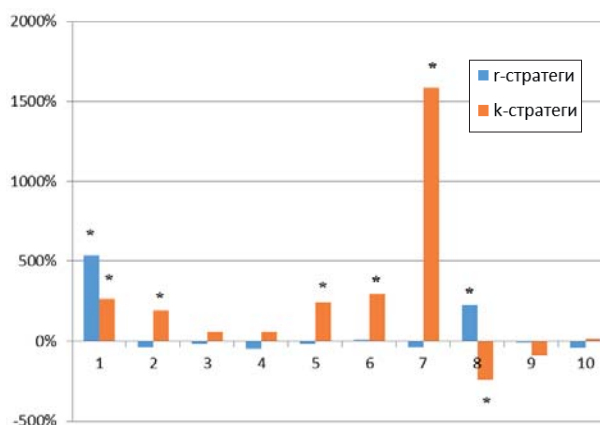


Рис. 2 – Изменения численности бактерий в ризосфере озимой пшеницы при обработке пестицидами и гуминовым препаратом:  
\* – различия достоверны при  $P < 0,05$

влияние гуматов сильнее выражено при достаточно низкой дозе пестицидов, а при высоких дозах оно нивелируется их токсическим эффектом.

По итогам микробиологического анализа можно отметить следующее. Микробное сообщество ризосферы озимой пшеницы реагирует на обработку посевов пестицидами общим снижением численности бактерий. При этом больше выражено воздействие на быстро растущие виды бактерий, тогда как медленно растущие оказываются более устойчивыми к данному воздействию, а в ряде случаев даже наращивают свою численность. Повидимому, это связано с угнетением растений, которое в первую очередь отражается на быстро растущих видах, реагирующих на снижение поступления корневых экссудатов. В свою очередь, падение их численности влечёт за собой снижение конкуренции для медленно растущих бактерий, которые в меньшей степени зависят от корневых выделений и способны к гидролизу сложных полимерных соединений.

Влияние гуматов в рамках данного опыта было выражено слабо, однако их взаимодействие с пестицидами, вносимыми в низких дозах, приводило к выраженным отличиям как от необработанного контроля, так и от более высоких доз пестицидов.

При этом резкий прирост численности бактерий на варианте 7 хорошо соотносился с наиболее высоким содержанием подвижного фосфора в почве этого варианта.

**Выводы.** Приёмы комплексного использования гербицидов и гуминового препарата ВЮ-Дон на посевах озимой пшеницы позволяют снизить токсический эффект, улучшить обеспеченность элементами питания и повысить выход продукции. Побочный токсический эффект ликвидируется при использовании гербицида группы сульфанилмочевин Гранстар Про в малой (10 г/га) и средней (15 г/га) дозах, при этом происходит прибавка урожайности озимой пшеницы в количестве 4–13 ц/га в разные годы исследования в зависимости от погодных условий. Использование в баковой смеси гуминового препарата и гербицида в дозах выше средней (20–25 г/га) обеспечивает снижение токсического эффекта.

Снятие химического стресса от применения гербицида гуминовым препаратом ВЮ-Дон способствует увеличению биологической активности ризосферной зоны растений, что в свою очередь увеличивает усвояемость доступных соединений фосфора.

### Литература

- Кузнецова И.В. Роль органического вещества в образовании водопрочной структуры дерново-подзолистых почв // Почвоведение. 1994. № 11. С. 34–41.
- ГОСТ 26205-91. Почвы. Определение подвижных форм фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО. М.: Комитет стандартизации и метрологии СССР, 1991. 10 с.
- Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
- Безуглова О.С. Применение гуминового удобрения ВЮ-Дон на чернозёме обыкновенном под озимую пшеницу / О.С. Безуглова, Е.А. Полиенко, А.В. Горюнов [и др.] // Теоретическая и прикладная экология. 2015. № 1. С. 91–95.
- Методы почвенной микробиологии и биохимии: учеб. пособие / Под ред. Д.Г. Звягинцева. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во МГУ, 1991. 302 с.
- De Leij F., Whipps J.M., Lynch J.M. The use of colony development for the characterization of bacterial communities in soil and on roots // Microbial ecology. 1994. Т. 27. № 1. С. 81–97.
- Sigler W.V., Zeyer J. Colony-forming analysis of bacterial community succession in deglaciated soils indicates pioneer stress-tolerant opportunists // Microbial ecology. 2004. Т. 48. № 3. С. 316–323.