

## Эффективность совместного применения гуминовых препаратов со средствами защиты на зерновых культурах

*О.И. Наими, к.б.н., М.Н. Дубинина, аспирантка, Е.А. Полиенко, к.б.н., В.А. Лыхман, к.б.н., ФГБНУ ФРАНЦ; О.С. Безуглова, д.б.н., профессор, ФГАОВ Южный ФУ*

В настоящее время перед сельским хозяйством стоят непростые задачи: на фоне применения высоких доз минеральных удобрений и средств химической защиты растений, обеспечивающих получение высоких и стабильных урожаев, получить экологически безопасную продукцию высокого качества, сохранить плодородие используемых почв, свести к нулю экологические риски, связанные с загрязнением окружающей среды (прежде всего грунтовых вод) удобрениями и гербицидами.

В системе мероприятий по повышению урожайности сельскохозяйственных культур борьба с сорняками занимает одно из первых мест. Это особенно важно для условий Ростовской области с её неустойчивым климатом, когда дефицит почвенной влаги часто является главным лимитирующим фактором формирования урожая. Кроме того, зимующие сорняки могут в значительной степени поглощать внесённые с осени удобрения, что способствует их перерастанию и снижению чувствительности к гербицидам к началу весенней вегетации. В этом случае даже увеличение дозы гербицидных препаратов не всегда приводит к желаемым результатам, к тому же наносится вред окружающей среде.

Поскольку среди осенних сорняков преобладают двудольные, для гербицидных обработок при выращивании озимой пшеницы применяется препарат Гранстар Про из класса сульфонилмочевин. Он относится к селективным наземным гербицидам гормонального типа, быстро и легко проникает через листья и частично через корни растений, однако отличается замедленной скоростью детоксикации в почве, а следовательно, заметным уровнем остаточной фитотоксичности. Химический гидролиз — основной процесс первичной деградации сульфонилмочевин — наиболее эффективно протекает в кислой среде. Он начинается с расщепления сульфонилмочевинного мостика с образованием сульфонида и гетероциклического амина. В нейтральных и особенно в щелочных почвах тяжёлого гранулометрического состава химическая деградация гербицида сильно затруднена, из-за чего высок риск токсического эффекта. Так, в Ростовской области, где преобладают чернозёмы с  $pH > 7$ , довольно заметно проявляется последствие гербицидов этой группы, что сказывается на биологической активности почвы и на продуктивности озимой пшеницы [1, 2]. Кроме того, большинство гербицидов оказывает угнетающее действие на

основные физиологические процессы растений. Они негативно влияют на процессы дыхания и окислительного фосфорилирования, нарушают белковый и нуклеиновый обмен и являются ингибиторами фотосинтеза [3, 4].

Поэтому существует необходимость во внедрении новых приёмов в технологии возделывания сельскохозяйственных культур, которые позволили бы снизить вероятность угнетения чувствительных к гербициду сельскохозяйственных культур и возможные экологические риски, связанные с применением средств защиты растений. Одним из таких приёмов является использование гуминовых препаратов.

Применение гуминовых удобрений и препаратов — важная составляющая биологического земледелия, что обусловлено их родством с органическим веществом почв. Многочисленными опытами отечественных и зарубежных исследователей доказано стимулирующее влияние гуминовых препаратов на рост и развитие растений, а также на общее состояние почвенного плодородия [5–7]. Гуминовые препараты способствуют лучшему развитию растений, особенно их корневых систем; усиливают интенсивность корневых выделений и, как следствие, повышают биологическую активность в ризосфере, что приводит к более полному усвоению элементов питания как из почвенных запасов, так и из удобрений, и обуславливает получение более высоких урожаев [8–10].

При совместном применении с гербицидами гуминовый препарат выступает не только в качестве антидота против токсического действия гербицидов на защищаемые от сорняков сельскохозяйственные культуры, но и как стимулятор роста и адаптоген, обладающий антистрессовым характером действия и повышающий устойчивость растений к различным неблагоприятным факторам окружающей среды [11, 12].

Для снижения риска угнетения чувствительных к гербициду сельскохозяйственных культур предлагается использование смесевых комбинаций промышленного производства или баковых смесей с добавлением гуминовых препаратов [13, 14]. Совместное применение гуматов со средствами защиты помогает культурным растениям преодолеть стресс от использования пестицидов. В работах А.И. Горовой [15] было установлено, что гуминовые вещества при воздействии на повреждённые пестицидами клетки благоприятствуют нормализации размеров ядер и содержания в них ДНК и способствуют возобновлению нормальных функций клетки.

**Объекты и методы исследования.** Исследование по изучению эффективности совместного при-

менения гуминового препарата со средствами защиты проводили на полях стационара ФГБНУ ФРАНЦ в течение 2015–2018 гг. Почва – чернозём обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый на лёссовидном суглинке. Содержание гумуса в почве – 3,6–4,2%, мощность гумусового горизонта – не менее 80 см.

Исследование проводили на посевах озимой пшеницы сорта Донская лира. На опытном участке применялась агротехника возделывания озимой пшеницы, рекомендованная для приазовской зоны Ростовской области.

Климат приазовской зоны – засушливый, умеренно жаркий, континентальный. Из-за возможных засух Ростовская область является зоной рискованного земледелия. Среднее многолетнее количество осадков – 492 мм, распределение их в агрономической оценке часто неблагоприятное. Если 2015 и 2017 гг. исследования характеризовались оптимальным увлажнением (ГТК за весенне-летний период вегетации составлял 1,43 и 1,11 соответственно), то 2018 г. был крайне неблагоприятным по количеству выпавших осадков, ГТК составил 0,2 (табл. 1), что отразилось на урожайности озимой пшеницы.

Гуминовый препарат ВЮ-Дон получают из вермикомпоста методом щелочной экстракции. Он характеризуется щелочной реакцией среды (рН 7,8–8,2) и содержит относительно невысокую концентрацию питательных элементов (табл. 2), поэтому не может рассматриваться как аналог минеральных удобрений. Соли гуминовых кислот, присутствующие в его составе, являются природными регуляторами (стимуляторами) роста и развития растений. Гуматы обладают адаптогенными свойствами, обеспечивающими эффект снятия стресса после применения средств защиты и воздействия неблагоприятных климатических факторов.

Гуминовый препарат ВЮ-Дон характеризуется отсутствием отрицательных экологических последствий после применения, безопасен для человека, животных, птиц и рыб. При его внесении в почву активизируется деятельность микроорганизмов, что способствует повышению КПД минеральных удобрений. В условиях недостаточного и неустойчивого увлажнения использование препарата ВЮ-Дон при возделывании озимой пшеницы – гарантия по-

лучения экологически безопасного, качественного урожая. Оптимальная концентрация препарата для обработки почв или растений – 0,001%.

Эксперимент был заложен по следующей схеме (вариантам): I – фон (аммиачная селитра, 34 кг д.в./га); II – фон + пестицид Гранстар Про, 10 г/га; III – фон + пестицид Гранстар Про, 15 г/га; IV – фон + пестицид Гранстар Про, 20 г/га; V – фон + пестицид Гранстар Про, 25 г/га; VI – фон + ВЮ-Дон; VII – фон + пестицид Гранстар Про, 10 г/га + ВЮ-Дон; VIII – фон + пестицид Гранстар Про, 15 г/га + ВЮ-Дон; IX – фон + пестицид Гранстар Про, 20 г/га + ВЮ-Дон; X – фон + пестицид Гранстар Про, 25 г/га + ВЮ-Дон.

Эффективность применения гуминового препарата оценивали по урожайности, качеству зерна и динамике элементов питания. Отбор почвенных образцов проводили согласно ГОСТу 28186 из пахотного слоя до и после обработки гербицидом и гуминовым препаратом в фазу кущения. Содержание элементов питания в почве определяли по общепринятым методикам (ГОСТы 26489, 26951, 26205). Растительные образцы с анализом их на структуру урожая и содержание элементов питания отбирали согласно методике ЦИНАО. Учёт урожая и математическую обработку данных проводили по Б.А. Доспехову [16].

**Результаты исследования.** Обработка посевов озимой пшеницы гербицидами в той или иной степени всегда приводит к проявлению токсического эффекта, что в свою очередь оказывает негативное влияние на её урожайность. Как показало наше исследование (рис.), обработка озимой пшеницы

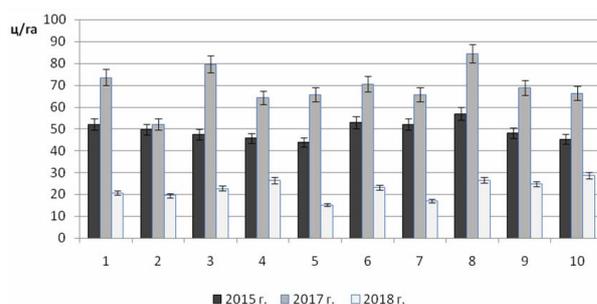


Рис. – Урожайность озимой пшеницы при совместном использовании гуминового препарата ВЮ-Дон и гербицида Гранстар Про в дозе 10–25 г/га

1. Сумма температур воздуха и распределение осадков в период вегетации озимой пшеницы; 2015, 2017, 2018 гг.

	Год								
	2015			2017			2018		
	сумма активных температур, °С	сумма осадков, мм	ГТК	сумма активных температур, °С	сумма осадков, мм	ГТК	сумма активных температур, °С	сумма осадков, мм	ГТК
Апрель	309,0	100	3,24	291,0	74,8	2,57	417,0	5,5	0,13
Май	607,6	46,5	0,76	489,8	39,6	0,81	601,4	27,0	0,45
Июнь	681,0	83	1,21	627,0	42,6	0,68	717,0	3,0	0,04
Апрель-июнь	1597,6	229,5	1,43	1407,8	157,0	1,11	1735,4	35,5	0,20

## 2. Химический состав гуминового препарата ВЮ-Дон

Показатель	Значение
Органическое вещество (в растворе), г/л	4,0
Сгк (в растворе), г/л	3,5
Сфк (в растворе), г/л	0,5
Аммиачный азот (в растворе), мг/л	150,0
Нитратный азот (в растворе), мг/л	50,0
Фосфор (в пересчёте на P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ), мг/л	250,0
Калий (в пересчёте на K <sub>2</sub> O), мг/л	250,0
pH, ед.	8,0

гербицидом Гранстар Про при наибольшей дозе внесения, равной 25 г/га, снижает её продуктивность до 15% по сравнению с фоном. Именно на V варианте снижение урожайности прослеживалось на протяжении всех лет исследования независимо от погодных условий.

На вариантах с более низкими дозами гербицида ситуация по годам менялась, что, вероятно, обусловлено условиями увлажнения. Так, в наиболее влажный 2015 г. на всех вариантах с применением гербицида, независимо от его дозы, получен более низкий урожай, чем на контрольном фоновом варианте. Обусловлено это тем, что во влажный год гербицид плохо держит вторую волну сорняков, которые ведут конкурентную борьбу за влагу и элементы питания, подавляя рост и развитие пшеницы. В наиболее засушливый 2018 г. и озимая пшеница, и сорные растения находились в состоянии стресса, а дозы гербицида 15 и 20 г/га оказались достаточными для подавления сорных растений. На этих вариантах была получена прибавка по сравнению с фоном. Доза 10 г/га оказалась недостаточной для ингибирования развития сорных растений, а на варианте с самой высокой дозой гербицида (25 г/га) на возделываемой культуре в силу её ослабленного засухой иммунитета проявился токсический эффект.

Использование гуминового препарата ВЮ-Дон позволило значительно снизить или полностью нивелировать токсический эффект. При проведении гербицидной обработки в средней дозе

(15 г/га) стресс от применения гербицида снимается полностью, независимо от погодных условий вегетационного сезона, и, как следствие, наблюдается прирост продуктивности озимой пшеницы. Это позволяет сделать вывод о предпочтении на посевах озимой пшеницы именно такого сочетания в баковой смеси: 15 г/га гербицида и 1 л/га гуминового препарата.

Погодные условия оказывают значительное влияние на содержание клейковины и белка в зерне озимой пшеницы: более сухая погода в период формирования зерна в 2018 г. по сравнению с тем же периодом 2017 г. способствовала получению более качественного зерна (табл. 3).

По содержанию клейковины в 2018 г. зерно соответствовало 3-му классу, а по содержанию белка – 4-му классу. Обработка гербицидом снижает содержание клейковины на статистически значимую величину в дозировках 20 и 25 г/га. Содержание белка в 2017 г. по вариантам варьировало незначительно, в пределах 8,0–8,8%. В 2018 г. размах варьирования этого показателя оказался несколько шире – от 11,04 до 12,27%. На вариантах с более высокими дозами гербицида прослеживалась тенденция снижения его содержания. Введение гуминового препарата в состав баковой смеси снимало этот отрицательный эффект на варианте со средней дозировкой гербицида (15 г/га).

Таким образом, совместное применение гербицида с гуминовым препаратом снижает токсический эффект и позволяет получить прибавку урожая озимой пшеницы. Адаптогенное действие применяемого гуминового препарата проявляется при его использовании в сочетании с низкими дозировками гербицида (до 20 г/га): в зависимости от погодных условий увеличивается урожайность культуры на 2,4–14 ц/га, проявляется тенденция к улучшению качества зерна озимой пшеницы, причём полезное действие проявляется тем сильнее, чем экстремальнее условия вегетации. При условиях увлажнения, более близких к средним многолетним значениям, происходит снижение адаптогенного эффекта.

## 3. Качество зерна озимой пшеницы по вариантам опыта с гербицидом и гуминовым препаратом (2017–2018 гг.)

Вариант	Год			
	2017		2018	
	клейковина, %	белок, %	клейковина, %	белок, %
I – фон NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> – 100 кг/га	16,43	8,43	25,17	11,63
II – фон + пестиц. норма 1	13,70	8,00	24,47	11,25
III – фон + пестиц. норма 2	17,70	8,87	22,99	11,46
IV – фон + пестиц. норма 3	15,13	8,10	25,00	12,10
V – фон + пестиц. норма 4	14,57	8,03	24,32	11,93
VI – фон + ВЮ-Дон	14,73	8,07	24,82	11,57
VII – фон + пестиц. норма 1 + ВЮ-Дон	14,30	8,13	25,25	12,24
VIII – фон + пестиц. норма 2 + ВЮ-Дон	13,43	8,27	22,60	11,32
IX – фон + пестиц. норма 3 + ВЮ-Дон	15,63	8,20	23,01	12,27
X – фон + пестиц. норма 4 + ВЮ-Дон	14,93	8,00	22,03	11,04
НСР <sub>05</sub>	3,01	1,10	2,89	1,36

При использовании повышенных доз гербицидов в связи с повышенной засорённостью полей необходимо совмещать каждую обработку с гуминовым препаратом, если таких гербицидных обработок несколько, либо увеличивать 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, которую можно совместить с обработкой всходов против хлебной жужелицы или хлебных мух.

Динамика элементов питания на протяжении всех лет исследования характеризуется неравномерностью и неоднозначностью. Нитратная и аммонийная формы азота ввиду своей высокой подвижности обладали сходной динамикой по всем вариантам опыта. При более высоком количестве осадков, которые приходились на 2015 и 2017 гг., наблюдалась миграция вниз по профилю с низкой обеспеченностью пахотного слоя. Наоборот, при отсутствии осадков в 2018 г. наблюдалась концентрация аммонийного и нитратного азота в поверхностном слое почвы. Данная тенденция сохранялась на протяжении практически всего периода исследования.

Содержание подвижного фосфора определяли в почвенных образцах через две недели после обработки посевов гербицидом и гуминовым препаратом (табл. 4). Результаты свидетельствуют, что обработка гуминовым препаратом способствует увеличению содержания подвижного фосфора в почве (вар. VI), что, вероятно, является следствием усиления секреции корневых экссудатов.

Растения посредством корневых систем при вегетации оказывают активное воздействие на почву как непосредственно через корневые выделения, изменяя её состав и свойства, так и опосредованно – через микрофлору, изменяя интенсивность биохимических процессов. Наш эксперимент показал, что совместное использование гербицида

с ВЮ-Доном (вар. VII–IX) способствовали росту обеспеченности растений доступным фосфором по сравнению с контролем на статистически значимую величину.

В ходе проводимого эксперимента было установлено, что применение гуминового препарата ВЮ-Дон оказывает положительное влияние на подвижность фосфатов. Внесение гербицида группы сульфанилмочевин в различных дозировках в первый год опыта 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. Как известно, чернозёмы обыкновенные богаты валовыми запасами фосфора, однако высокое содержание карбонатов в почве способствует его низкой доступности. Исследованиями Ю.В. Хомякова было доказано, что состав и интенсивность корневых выделений определяется видовой и сортовой спецификой растений, фазой развития, а также составом и свойствами корнеобитаемой среды [17]. Зависят они и от внешних условий, в том числе применения удобрений, препаратов, стимуляторов роста, т.е. воздействий, влияющих на физиологию растения. Следовательно, растения, более интенсивно развивающиеся под влиянием обработок гуминовым препаратом, способны и более активно регулировать процессы мобилизации фосфора.

Активация процессов перехода труднорастворимых фосфатов в подвижные формы, вероятнее всего, идёт через стимулирование растениями микробиологической активности. Известно, что фосфатазной активностью обладают многие почвенные микроорганизмы, но наиболее активные продуценты фосфатазы – это бактерии и актиномицеты [7]. Следовательно, это стимулирование может осуществляться как непосредственно гуминовым препаратом, так и корневыми выделениями растений.

**Выводы.** Совместное применение гуминового препарата ВЮ-Дон и гербицида группы сульфанил-

4. Динамика содержания подвижных форм фосфора (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, мг/кг) в почве под озимой пшеницей при совместном использовании средств химической защиты и гуминового препарата ВЮ-Дон

Вариант	Срок отбора по годам											
	2015				2017				2018			
	до обработки		после обработки		до обработки		после обработки		до обработки		после обработки	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I	24,0	–	14,8	–	21,5	–	13,3	–	18,2	–	17,3	–
II	23,5	-0,5	24,1	+9,2	17,9	-3,5	13,7	+0,4	18,2	0,0	18,9	+1,6
III	24,0	-0,1	24,3	+9,4	20,3	-1,2	12,1	-1,2	17,5	-0,7	21,6	+4,3
IV	23,6	-0,4	25,0	+10,2	21,7	+0,3	13,6	+0,3	17,6	-0,6	21,3	+4,0
V	26,5	+2,5	21,9	+7,1	21,5	+0,1	13,7	+0,4	19,6	+1,4	21,2	+3,9
VI	24,3	+0,3	23,7	+8,8	18,2	-3,3	14,1	+0,8	17,8	-0,4	19,5	+2,2
VII	27,3	+3,3	20,7	+5,9	18,7	-2,8	17,4	+4,1	19,5	+1,3	16,8	-0,5
VIII	28,2	+4,2	21,0	+6,2	17,3	-4,1	12,6	-0,7	19,5	+1,3	17,5	+0,2
IX	27,4	+3,4	18,6	+3,8	15,8	-5,7	11,4	-1,9	22,3	+4,1	20,7	+3,4
X	28,4	+4,4	23,4	+8,6	18,1	-3,4	12,8	-0,5	20,3	+2,1	22,7	+5,4
НСР <sub>05</sub>	2,3		2,3		2,6		2,4		6,1		4,4	

Примечание: 1 – значение показателя; 2 – прибавка к фону

мочевин Гранстар Про на посевах озимой пшеницы показало высокую эффективность. Рекомендуется использовать гуминовый препарат в количестве 1 л/га для обработки растений в фазу кущения и в фазу выхода в трубку.

При использовании гербицида в дозах 10–15 г/га побочный токсический эффект полностью нивелировался, при этом в разные годы исследования в зависимости от погодных условий получена прибавка урожайности озимой пшеницы 4–13 ц/га. При повышенных дозах гербицида (20–25 г/га) применение гуминового препарата снижало токсический эффект, но не ликвидировало его полностью.

Таким образом, использование гуминового препарата ВЮ-Дон совместно с гербицидом позволяет снять химический стресс от применения гербицида, повысить биологическую активность почвы в ризосфере, что в свою очередь увеличивает усвояемость доступных элементов питания, особенно фосфора, увеличить урожайность выращиваемых культур.

### Литература

1. Зинченко В.А. Химическая защита растений: средства, технология и экологическая безопасность. М.: Колос, 2012. 127 с.
2. Ларина Г.Е., Спиридонов Ю.Я., Шестаков В.Г. Экологические аспекты сельскохозяйственного применения сульфонилмочевинных гербицидов. Эколого-токсикологическая характеристика // *Агрохимия*. 2002. № 1. С. 53–67.
3. Ладонин В.Ф. К вопросу о механизме действия гербицидов, различающихся своим влиянием на ростовые процессы растений // *Химические регуляторы в растениеводстве: тез. доклад. совещ.* М.: ВДНХ СССР, 1974. С. 24–25.
4. Невзорова Л.И. Изменение нуклеинового обмена растений под влиянием некоторых гербицидов: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1976. 24 с.
5. Христева Л.А. О природе действия физиологически активных форм гуминовых кислот и других стимуляторов роста растений // *Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения*. Киев: Урожай, 1968. С. 13–27.
6. Guminski S. The effect of humus compounds on some physiological processes and plant nutrition // *Transaction of 4th International symposium «Humus et Planta»*. Prague, 1967. P. 255.
7. Безуглова О.С. Применение гуминового удобрения ВЮ-Дон на чернозёме обыкновенном под озимую пшеницу / О.С. Безуглова, Е.А. Полиенко, А.В. Горюцов [и др.] // *Теоретическая и прикладная экология*. 2015. № 1. С. 91–95.
8. Наими О.И. Влияние гуминового препарата ВЮ-Дон на рост и развитие сельскохозяйственных культур // *Вестник Донского государственного аграрного университета*. 2018. № 1-1 (27). С. 62–66.
9. Полиенко Е.А. Влияние гуминового препарата ВЮ-Дон на состав и динамику питательных элементов в системе «почва – растение» / Е.А. Полиенко, О.И. Наими, О.С. Безуглова // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2017. № 5 (67). С. 192–195.
10. Наими О.И. Применение гуминового препарата при возделывании зерновых культур и механизмы его действия на почву и растения // *Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сб. матер. III Всерос. (национ.) науч. конф. Новосибирск*. 2018. С. 120–122.
11. Христева Л.А. Действие физиологически активных гуминовых кислот на растения при неблагоприятных внешних условиях // *Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения*. Днепропетровск, 1973. Т. 4. С. 5–23.
12. Ремпе Е.Х., Воронина Л.П., Батурина Л.К. Регуляторы роста растений как фактор снижения негативного действия гербицидов // *Агрохимия*. 1999. № 3. С. 64 – 68.
13. Грехова И.В., Матвеева Н.В. Применение гуминового препарата в баковой смеси при протравливании семян яровой пшеницы // *Проблемы и перспективы биологического земледелия: материалы международной научной конференции*. Рассвет. Ростов-на-Дону, 2014. С. 121-127.
14. Безуглова О.С. Применение гуминового препарата в баковой смеси с гербицидом на посевах озимой пшеницы / Безуглова О.С., Горюцов А.В., Полиенко Е.А. [и др.] // *Почвы в биосфере: сборник матер. Всерос. науч. конф. с междунар. участием, посвящ 50-летию Института почвоведения и агрохимии СО РАН*. Новосибирск. 2018. С. 26-30.
15. Горюцова А.И., Орлов Д.С., Щербенко О.В. Гуминовые вещества: строение, функции, механизм действия, протекторные свойства, экологическая роль. Киев: Наукова думка, 1995. 303 с.
16. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
17. Хомяков Ю.В. Роль корневых выделений растений в формировании биохимических свойств корнеобитаемой среды: автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб., 2009. 22 с.