ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ СТОКОВ НА ОЗИМОЙ И ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЕ

¹**В.А. Коробов**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

¹**А.Е. Ивлева**, аспирант

²**К.В. Жучаев**, доктор биологических наук, профессор

²**О.Н. Сороколетов**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

²**С.Х. Вышегуров**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

¹Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, Россия

²Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

E-mail: vikt-korobov@yandex.ru

Ключевые слова: фульвовые кислоты, пшеница, урожайность, гербицидный стресс.

Реферат. Приведены результаты испытаний препарата, полученного из животноводческих отходов, содержащего фульвовые кислоты, на озимой и яровой пшенице. Препарат получали путем обработки 60%-й азотной кислотой водного настоя куриного помета и свиноводческого стока. Перед применением препарат разводили водой в соотношении 1:100. Рабочий раствор имел рН 6,7–6,9. Указанная величина рН рабочего раствора предотвращает возможное негативное влияние препарата на другие агрохимикаты при использовании баковых смесей. Предпосевная обработка семян озимой пшеницы полученным препаратом, при норме его расхода 0,1 л/т в 1,8 раза в сравнении с контролем увеличивала площадь флаговых листьев, оказывающих значительное положительное влияние на урожайность. Биомасса растений, обработанных препаратом, была больше, чем в контроле, в 1,3 раза. Предпосевная обработка семян препаратом при норме расхода 0,1 л/т приводила к увеличению урожайности озимой пшеницы в условиях Белгородской области на 0,44 т/га, или на 6,8%, а также содержания клейковинного белка в зерне на 2,0% и снижала зараженность семян альтернариозом. Опрыскивание яровой пшеницы в фазу роста стебля (два узла) повышало урожайность на 0,73 т/га, или 20,8%. Применение препарата для предпосевной обработки семян существенно снижало чувствительность растений яровой пшеницы к гербицидному стрессу. Рост урожайности под влиянием препарата достигался за счет увеличения количества колосьев на 11,2%, а за счет повышения числа зерен в колосе колоса – на 8,3%.

EFFECTIVENESS OF A PREPARATION BASED ON ANIMAL EFFECTS ON WINTER AND SPRING WHEAT

¹**V.A. Korobov**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

¹**A.E. Ivleva**, graduate student

²**K.V. Zhuchaev**, Doctor of Biological Sciences, Professor

²**O.N. Sorokoletov**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

²**S.H. Vyshegurov**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

¹Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

²Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

E-mail: vikt-korobov@yandex.ru

Keywords: fulvic acids, wheat, yield, herbicide stress.

Abstract: The results of testing a drug obtained from livestock waste containing fulvic acids on winter and spring wheat are presented. The prescription was obtained by treating an aqueous infusion of chicken manure and pig waste with 60% nitric acid. Before use, the drug was diluted with water in a ratio of 1:100. The working solution had a pH of 6.7–6.9. The specified pH value of the working solution prevents the possible adverse effect of the drug on other agrochemicals when using tank mixtures. Pre-sowing treatment of winter wheat seeds with the resulting preparation, at a consumption rate of 0.1 l/t, increased the area of flag leaves, which had a significant positive effect on yield, by 1.8 times compared with the control. The biomass of plants treated with the drug was 1.3 times greater than in the control. Pre-sowing treatment of seeds with the medication at a consumption rate of 0.1

It led to an increase in the yield of winter wheat in the conditions of the Belgorod region by 0.44 t/ha, or by 6.8%, as well as the content of gluten protein in grain by 2.0% and reduced infection of seeds with Alternaria. Spraying spring wheat during the stem growth phase (two nodes) increased the yield by 0.73 t/ha or 20.8%. The use of the drug for pre-sowing seed treatment significantly reduced the sensitivity of spring wheat plants to herbicide stress. The increase in yield under the influence of the medicine was achieved by increasing the number of ears by 11.2% and by increasing the number of grains in an ear by 8.3%.

Увеличение спроса на экологически безопасные продукты питания и необходимость обеспечения экологически сбалансированного устойчивого развития сельского хозяйства явились предпосылкой для развития органического земледелия. С переходом же к органическому земледелию резко возрос интерес к удобрениям естественного происхождения и стимуляторам роста растений. Анализ отечественной и зарубежной литературы показывает, что стимуляторы роста растений достаточно хорошо изучены как эффективное средство повышения урожайности сельскохозяйственных культур [1–5].

В качестве стимуляторов роста растений наиболее широко используются цитокинины, ауксины, гуминовые кислоты или гуматы, а также препараты, содержащие комплекс биологически активных веществ, обладающих стимулирующим воздействием на растения. Как дешевый источник для получения ростостимулирующих веществ большой интерес представляют животноводческие отходы: навоз крупного рогатого скота, свиноводческие стоки, куриный помет. На комплексах и птицефабриках России ежегодно образуется около 160 млн м³ навозной массы и сырого помета [6]. Помимо большого комплекса питательных для растений веществ они содержат гуминовые и фульвовые кислоты. Особенный практический интерес представляют фульвовые кислоты, так как помимо того, что они, как и гуминовые кислоты, позволяют растениям наиболее полно усваивать питательные вещества, регулируют рост и развитие растений, повышают устойчивость растений к неблагоприятным факторам окружающей среды [7].

Целью нашего исследования являлось изучение влияния фульвовых кислот, полученных из животноводческих стоков, на продуктивность пшеницы и ее устойчивость к гербицидному стрессу.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Работу проводили в полевых и лабораторных опытах на озимой и яровой пшенице в 2020–2020 и 2023 гг. Фульвовые кислоты получали обработкой 60%-й азотной кислотой настоя куриного помета и свиноводческого стока. Полученный препарат перед применением разводили водой в соотношении 1:100. При таком разведении pH рабочего раствора составляет 6,7–6,9. Это предотвращает возможное негативное влияние препарата на другие агрохимикаты при использовании баковых смесей.

Опыт с озимой пшеницей сорта Гром проводили на производственном посеве ООО «Прохоровская зерновая компания» в Белгородской области. Препарат вносили способом предпосевной обработки семян. Для приготовления рабочего раствора на 1 т семян 0,1 л препарата разводили в 10 л воды. Размер делянок в опыте 15 га, повторность опыта однократная.

Эффективность фульвовых кислот на яровой пшенице изучали в мелкоделяночном опыте на стационаре Белгородского государственного аграрного университета. Сорт пшеницы Тризо. В фазу роста стебля (два узла) растения опрыскивали препаратом с помощью ранцевого опрыскивателя с нормой расхода рабочего раствора 300 л/га. Рабочий раствор приготавливали из расчета 10 мл препарата в 1 л воды. Размер делянок в опыте 40 м², повторность опыта четырехкратная.

Предшественником озимой и яровой пшеницы была соя. На озимой пшенице в фазу цветения проводили учеты сырой биомассы растений и измеряли площадь флагового листа. В фазу полной спелости зерна на озимой и яровой пшенице учитывали биологическую урожайность отбором снопов с площадок 50 x 50 см. При анализе снопов на озимой пшенице визуально подсчитывали количество семян с черным зародышем. Для определения энергии прорастания семян нового урожая по 20 зерен

помещали в чашки Петри на увлажненную фильтровальную бумагу и в течение 5 дней проращивали в инкубаторе при температуре 23°C.

Для оценки антистрессовых свойств испытываемого препарата использовали метод кондуктометрии [8, 9]. Растения выращивали методом рулонов. В каждый рулон из смоченной водой фильтровальной бумаги помещали по 30 семян пшеницы в четырехкратной повторности. Рулоны помещали в пластиковые стаканы с водой и ставили в климатическую камеру при температуре 25°C и относительной влажности воздуха 70% на 3–4 недели. Растения пшеницы доводили до фазы кущения. Выращенные растения обрабатывали с помощью ручного опрыскивателя гербицидами и их баковыми смесями с испытываемым препаратом. Через 4 дня у растений обрезали листья, измельчали и делали водную вытяжку. Измерение удельной электропроводности вытяжки проводили кондуктометром S230-USP/EP Toledo. Устойчивость сортов к стрессовому фактору рассчитывали по формуле

$$K = \frac{|G_0 - G_K|}{G_K} \cdot 100\% ,$$

где G_K – электропроводность водных вытяжек листьев контрольных образцов; G_0 – электропроводность водных вытяжек листьев опытных образцов.

Об устойчивости сорта судили по относительному изменению электропроводности (K) водных вытяжек листовой ткани проростков [10].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные результаты показали, что предпосевная обработка семян озимой пшеницы при в норме его расхода 0,1 л/т в 1,8 раза в сравнении с контролем увеличивала площадь флаговых листьев (табл. 1). Как известно, этот орган растений пшеницы оказывает значительное положительное влияние на урожайность [11, 12]. Препарат также достоверно положительно влиял и на биомассу растений, которая была больше, чем в контроле, в 1,3 раза.

Таблица 1

Влияние предпосевной обработки семян озимой пшеницы сорта Гром препаратом на основе фульвокислот на морфометрические показатели растений в производственном опыте в ООО «Прохоровская зерновая компания» (2019–2020 гг.)

The influence of pre-sowing treatment of winter wheat seeds of the Grom variety with a preparation based on fulvic acids on the morphometric parameters of plants in a production experiment at Prokhorovskaya Grain Company LLC (2019–2020)

Вариант	Площадь флаговых листьев, см ² /м ²	Сырая биомасса растений, г/м ²
Эталон	16082,9	3445,0
Препарат, 0,1 л/т	29399, 9	4389,0
НСР ₀₅	8045,0	857,0

По данным учета биологической урожайности в опыте, в варианте с испытываемым препаратом было достоверно больше (на 17,0%), чем в контроле, количество продуктивных стеблей; на 2,5% – масса 1000 зерен, а урожайность зерна увеличилась на 0,44 т/га, или 6,8% (табл. 2).

При этом количество зерен с черным зародышем (возбудитель – грибы *Alternaria* spp.) в варианте с препаратом было в 2,7 раза меньше, чем в контроле (табл. 3).

В варианте препаратом, по данным лабораторного анализа, проведенного испытательной

лабораторией БелГАУ, было отмечено увеличение содержания клейковины на 2,0 %. В варианте, где семена обрабатывали испытываемым препаратом, установлено снижение в 2,7 раза по отношению к контролю количества зерен с черным зародышем, вызываемого грибами рода *Alternaria*. Ранее исследованиями К.Б. Чилачаевой с соавторами было установлено, что фульвовые кислоты могут обладать фунгицидными свойствами [13].

Таблица 2

Биологическая урожайность озимой пшеницы сорта Гром в производственном опыте в ООО «Прохоровская зерновая компания» (2019–2020 гг.)
The biological yield of winter wheat variety Grom in production experience at Prokhorovskaya Grain Company LLC in (2019–2020)

Вариант	Количество колосьев, шт/м ²	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Урожайность зерна, т/га	Количество зерен с черным зародышем, %	Содержание сырой клейковины, %
Эталон	423	36	40,0	6,45	11,0	17,0
Препарат, 0,1 л/т	495	35	41,0	6,89	4,0	19,0
НСР ₀₅	57	2	0,9	0,09	-	-

Еще более эффективным было применение препарата Тропиканка во время вегетации яровой пшеницы. Опрыскивание растений при норме расхода 2,0 л/га в фазу роста стебля (два узла) привело к повышению урожайности зерна на 0,73 т/га, или 20,8% (см. табл. 3). Рост уро-

жайности под влиянием препарата достигался в основном, как и на озимой пшенице, за счет увеличения количества колосьев – на 11,2%, а также за счет роста озернённости колоса – на 8,3%.

Таблица 3

Биологическая урожайность яровой пшеницы сорта Тризо в полевом опыте по испытанию препарата Тропиканка на опытном поле БелГАУ в 2023 г.
The biological yield of spring wheat variety Trizo in a field experiment to test the drug Tropikanka on the Belgorod State University experimental field in 2023.

Вариант	Количество колосьев, шт/м ²	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Урожайность зерна, т/га
Контроль	390	24	38,0	3,51
Тропиканка, 2,0 л/га	434	26	38,4	4,24
НСР ₀₅	44	1	1,2	0,47

Как известно, одним из наиболее серьезных антропогенных стрессоров, оказывающих существенное влияние на продуктивность культурных растений, являются гербициды [14, 15]. Проведенные нами исследования на трех сортах яровой пшеницы с использованием кондуктометрического метода показали, что

предпосевная обработка семян яровой пшеницы испытываемым препаратом при норме расхода 0,1 л/т приводила к более чем двукратному снижению стрессовой реакции растений на применение гербицида Велосити на чувствительном к гербициду сорте Ирень (табл. 4).

Таблица 4

Влияние предпосевной обработки семян яровой пшеницы препаратом Тропиканка на стрессоустойчивость растений к гербициду Велосити
The influence of pre-sowing treatment of spring wheat seeds with Tropikanka on the stress resistance of plants to the herbicide Velocity

Вариант	Относительное изменение электропроводности водных вытяжек листовой ткани растений, %		
	Ирень	Новосибирская 31	Экада 113
Велосити, 0,33 кг/га	51,04*	29,91*	6,75
Велосити+Тропиканка (0,33 кг/га+0,1 л/т)	21,88*	29,48*	11,72*

* Различия с контролем достоверны при $p \leq 0,05$.
 * Differences with control are significant at $p \leq 0,05$.

ВЫВОДЫ

1. Применение препарата на основе фульвовых кислот, полученного из животноводческих стоков, для предпосевной обработки семян озимой пшеницы в условиях Белгородской области приводило к стимулированию роста растений и повышению ее урожайности на 0,44 т/га, или 6,8%. Опрыскивание яровой пшеницы препаратом в фазу роста стебля (два узла) увеличивало урожайность зерна на 0,73 т/га, или 20,8%.

2. Препарат на основе фульвокислот оказывал положительное влияние на качество зерна озимой пшеницы, повышая количество клейковинного белка на 2,0% и снижая почти в 3 раза пораженность зерен черным зародышем.

3. Предпосевная обработка семян препаратом на основе фульвокислот оказывала положительное влияние на стрессоустойчивость чувствительного к гербициду Велосити сорта яровой пшеницы Ирень.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Применение* ростостимуляторов при возделывании яровой мягкой пшеницы / Н.А. Воронкова, Н.Ф. Балобанова, В.А. Волкова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34, № 10. – С. 73–77.
2. *Влияние* регуляторов роста на урожайность сои / Х.Ш. Тарчоков, М.М. Чочаев, Д.А. Тутукова, А.Х. Журтова // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2022. – № 58. – С. 168–177.
3. *Абрамова А.Ф., Губанов В.Г.* Влияние биостимуляторов роста на некоторые биологические показатели растений // Фундаментальные исследования. – 2005. – № 9. – С. 40–41.
4. *Халгаева К.Э.* Комплексное влияние стимуляторов роста и минеральных удобрений на урожайность озимой пшеницы в условиях светло-каштановых почв Калмыкии: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Астрахань, 2012. – 22 с.
5. *Chen Y., Clapp C.E., Magen H.* Mechanism of Plant Growth Stimulation by Humic Substances: The Rol of Organo–Iron Complexes / *Soil Science end Plant Nutrition*. – 2004. – N 2. – P. 1089–1095.
6. *Глеба О.В.* Экологические проблемы животноводческой отрасли// *Аграрное и земельное право*. – 2019. – № 7 (15). – С. 67–72.
7. *Фульвовые кислоты – прорыв в растениеводстве XXI века.* [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.apk-news.ru/fulvovye-kisloty-proryv-v-rastenievodstve-xxi-veka/> (дата обращения: 5.10.2023)
8. *Грищенкова Н.Н., Лукаткин А.С.* Определение устойчивости растительных тканей к абиотическим стрессам с использованием кондуктометрического метода // *Поволжский экологический журнал*. – 2005. – № 1. – С. 3–11.
9. *Коробова Л.Н., Гурова Т.А., Луговская О.С.* Диагностика устойчивости сортов яровой пшеницы и ячменя к обыкновенной корневой гнили кондуктометрическим методом // *Сельскохозяйственная биология*. – 2013. – № 5. – С. 100–105.
10. *Оценка* стрессоустойчивости сортов зерновых культур кондуктометрическим методом: метод. рекомендации / Л.Н. Коробова, Т.А. Гурова, Е.А. Голощапова [и др.]; Рос. акад. с.-х. наук. Сиб. регион. отд-ние, Сиб. физико-техн. ин-т аграр. проблем. – Новосибирск, 2010. – 48 с.
11. *Роль* флаговых листьев в формировании продуктивности растений озимой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) / Г.А. Голева, Т.Г. Ващенко, Т.И. Крюкова, А.Д. Голев // *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. – 2016. – № 2 (49). – С. 31–42.
12. *Флаговый лист как фактор* повышения урожайности яровой твердой пшеницы. [Электронный ресурс]. – URL:// <https://euroasia-science.ru/selskoxozyajstvennye-nauki/flagovyy-list-kak-faktor-povysheniya-pr/> (дата обращения: 5.10.2023).
13. *Изучение* фунгицидных свойств фульвовых кислот /К.Б. Чилачаева, Г.В. Песцов, А.В Глазунова [и др.] // *Аграрная наука*. – 2019. – № 2. – С. 172–174.
14. *Дворянкин Е.А.* Потери урожая сахарной свеклы от фитотоксичности гербицидов. Методика исследования токсичности гербицидов // *Сахар*. – 2008. – № 7. – С. 25–29.
15. *Коробов В.А., Морозов Д.О., Букреев В.В.* Стрессовая реакция сельскохозяйственных культур на химические и биологические пестициды // *Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса: сб. тр. 8-й Междунар. науч. конф.* – Ростов-н/Д., 2020. – Т. 1. – С. 164–167.

REFERENCES

1. Voronkova N.A., Balobanova N.F., Volkova V.A. [i dr.], *Dostizhenija nauki i tehniki APK*, 2020, T. 34, No. 10, pp. 73–77. (In Russ.)
2. Tarchokov H.Sh., Chochaev M.M., Tutukova D.A., Zhurtova A.H., *Zemledelie i selekcija v Belarusi*, 2022, No. 58, pp. 168–177. (In Russ.)
3. Abramova A.F., Gubanov V.G., *Fundamental'nye issledovaniya*, 2005, No. 9, pp. 40–41. (In Russ.)
4. Halgaeva K.Je., *Kompleksnoe vlijanie stimulyatorov rosta i mineral'nyh udobrenij na urozhajnost' ozimoy pshenicy v uslovijah svetlo–kashtanovyh pochv Kalmykii* (Complex influence of growth stimulants and mineral fertilizers on the yield of winter wheat in the conditions of light chestnut soils of Kalmykia), Astrahan', 2012, 22 p.
5. Chen Y., Clapp C.E., Magen H., Mechanism of Plant Growth Stimulation by Humic Substances: The Role of Organo–Iron Complexes, *Soil Science and Plant Nutrition*, 2004, No. 2, pp. 1089–1095.
6. Gleba O.V., *Agrarnoe i zemel'noe pravo*, 2019, No. 7 (15), pp. 67–72. (In Russ.)
7. Ful'vovye kisloty – proryv v rastenievodstve XXI veka: <https://www.apk-news.ru/fulvovye-kisloty-proryv-v-rastenievodstve-xxi-veka/> (data obrashhenija: 5.10.2023 g.).
8. Grishenkova N.N., Lukatkin A.S., *Povolzhskij jeologicheskij zhurnal*, 2005, No. 1, pp. 3–11. (In Russ.)
9. Korobova L.N., Gurova T.A., Lugovskaja O.S., *Sel'skohozjajstvennaja biologija*, 2013, No. 5, pp. 100–105. (In Russ.)
10. Korobova L.N., Gurova T.A., Goloshhapova E.A. [i dr.], *Ocenka stressoustojchivosti sortov zernovyh kul'tur konduktometričeskim metodom* (Assessment of stress resistance of grain crop varieties using the conductometric method: methodological. recommendations), Ros. akad. s.–h. nauk. Sib. region. otd–nie, Sib. fiziko–tehn. in–t agrar. Problem, Novosibirsk, 2010, 48 p.
11. Goleva G.A., Vashhenko T.G., Krjukova T.I., Golev A.D., *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2016, No. 2 (49), pp. 31–42. (In Russ.)
12. *Flagovyj list kak faktor povyshenija urozhajnosti jarovoj tverdoj pshenicy*: <https://euroasia-science.ru/selskoxozyajstvennye-nauki/flagovyj-list-kak-faktor-povyshenija-pr/> (data obrashhenija: 5.10.2023 g.).
13. Chilachaeva K.B., Pescov G.V., Glazunova A.V. [i dr.], *Agrarnaja nauka*, 2019, No. 2, pp. 172–174. (In Russ.)
14. Dvorjankin E.A., *Sahar*, 2008, No. 7, pp. 25–29. (In Russ.)
15. Korobov V.A., Morozov D.O., Bukreev V.V., *Sostojanie i perspektivy razvitija agropromyshlennogo kompleksa* (State and prospects for development of the agro-industrial complex), Proceedings of the Conference Title, Rostov na Donu, 2020, T. 1, pp. 164–167. (In Russ.)