

Обоснование использования органоминеральных удобрений и продуктов глубокой переработки мясной отрасли при возделывании мягкой пшеницы

Канд. биол. наук **Л.Е. Колесников**¹, kleon9@yandex.ru,
 канд. техн. наук **М.И. Кременевская**², Marianna.Kremenevskaya@mail.ru,
 канд. с.-х. наук **С.П. Мельников**¹, канд. с.-х. наук **Ю.Р. Колесникова**³, jusab@yandex.ru,
И.Е. Разумова¹, irzmva@mail.ru, **Е.О. Язева**², eyazeva3@gmail.com,
О.Н. Бисюкова² telesenok@yandex.ru

¹Санкт-Петербургский государственный аграрный университет
 196601, Россия, Санкт-Петербург, Петербургское шоссе, 2

²Университет ИТМО
 191002, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

³Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР)
 190000, Россия, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 42–44

Исследовали перспективы применения стимулирующих обработок растений инновационными биологическими препаратами с целью увеличения продуктивности растений и их адаптивного потенциала. В полевых условиях в 2017 и 2018 годах на сорте мягкой пшеницы Ленинградская 6 (к-64900) изучали влияние органоминеральных препаратов ФлорГумат, Эдагум, Фитоп-Флора-С, Зеребра агро и белкового стимулятора роста, полученного по технологии глубокой переработки убойных животных с использованием метода гидролиза побочных продуктов в маломинерализованных средах, на продуктивность пшеницы и ее устойчивость к болезням. Продуктивность пшеницы изучали в фазы колошения–цветения и созревания по 20 показателям, характеризующим морфологические признаки растений и структуру урожая. Потенциальную (биологическую) урожайность единичного растения пшеницы определяли согласно данным о продуктивной кустистости и массе зерен колоса одного растения (г/растение). Поражение пшеницы болезнями характеризовали 16 показателями патогенеза, формируемыми при развитии корневой гнили, бурой ржавчины, мучнистой росы и септориоза. Отмечена высокая биологическая эффективность препаратов Зеребра агро, ФлорГумат в отношении комплекса болезней листьев пшеницы, препарата ФлорГумат – в отношении корневой гнили пшеницы. Наибольшую эффективность в отношении септориоза, проявившуюся в достоверном снижении развития болезни, показал препарат Эдагум. Не выявлено симптомов развития бурой ржавчины пшеницы и корневой гнили в вариантах опыта, где растения были обработаны белковым стимулятором роста. Наибольшее влияние на рост потенциальной урожайности пшеницы оказал белковый стимулятор роста, что может быть связано с его влиянием на увеличение числа колосков в колосе, числа зерен в колосе, массы зерен одного колоса, массы 1000 зерен, длины колоса. Применение белкового стимулятора приводило к ускорению развития растений (по фазам онтогенеза), увеличению высоты растений, продуктивной кустистости, площади флагового и предфлагового листа.

Ключевые слова: глубокая переработка; продукты животноводства; органоминеральные удобрения; белковый стимулятор роста; мягкая пшеница; защита растений.

DOI: 10.17586/2310-1164-2020-10-1-57-66

The substantiation of the application of organomineral fertilizers and protein growth stimulant from the deep processing products of the meat industry raw materials in the soft wheat cultivation

Ph.D. **Leonid.E. Kolesnikov**¹, kleon9@yandex.ru,
 Ph. D. **Marianna I. Kremenevskaya**², Marianna.Kremenevskaya@mail.ru,
 Ph. D. **Sergey P. Melnikov**¹, Ph. D. **Julia R. Kolesnikova**³, jusab@yandex.ru,
Irina E. Razumova¹, irzmva@mail.ru, **Elizaveta O. Yazeva**², eyazeva3@gmail.com,
Olga N. Bisukova² telesenok@yandex.ru

¹Saint-Petersburg State Agrarian University
 2, Peterburgskoe ave., St. Petersburg, 196601, Russia

²ITMO University
 9, Lomonosov str., St. Petersburg, 191002, Russia

³N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR)
 42–44, Bolshaya Morskaya str., St. Petersburg, 190000, Russia

In the article presents the results of research on the prospects of using stimulating treatments of plants with innovative biological preparations in order to increase the productivity of plants and their adaptive potential. The variety of Leningradskaya 6 soft wheat variety (κ-64900) was the object of research in the field in 2017 and 2018. We studied the effect of Florgumat, Edagum, Fitop-flora-S, Zerebra agro organomineral preparations and a protein growth stimulator obtained using the technology of deep processing of slaughtered animals using the hydrolysis of by-products in low-mineralized media on wheat productivity and its resistance to diseases. Wheat productivity was studied in the earing -flowering and maturation phase by 20 indicators that characterize the morphological characteristics of plants and the structure of the crop. The potential (biological) yield of a single wheat plant was determined according to data on the productive bushiness and ear grain weight for a single plant (g/plant). Wheat diseases were characterized by 16 indicators of pathogenesis formed during the development of root rot, brown rust, powdery mildew, and Septoria disease. As a result of studies we have noted high biological efficacy of Serebra agro and Floranet in relation to the complex of leaf diseases of wheat, the Floranet preparation – in relation to root rot of wheat. The Edagum preparation showed the greatest effectiveness against septoriosis, manifested in a significant decrease in disease development. There were no symptoms of brown wheat rust and root rot in the experimental variants where the plants were treated with a protein growth stimulant. Protein growth stimulator had the greatest influence on the growth and yield potential of wheat that may be related to its effect on the increase in the number of spikelets per spike, number of grains per spike, weight of grains in an ear, weight of 1000 grains, and length of the ear. The use of a protein stimulator led to an acceleration of plant development (in ontogeny phases), an increase in plant height, productive bushiness, and the area of the flag and pre-flag leaf.

Keywords: deep processing; livestock products; organic fertilizers; protein growth stimulator; soft wheat; plant protection.

Введение

Формирование урожая сельскохозяйственных культур является сложнейшим биологическим процессом. Внедрение в практику растениеводства ресурсосберегающих технологий, в частности, основанных на стимулирующих обработках растений инновационными биологическими препаратами, позволяет максимально приблизить потенциальную продуктивность растений к генетической. Кроме того, некоторые регуляторы роста позволяют повысить адаптивный потенциал растений к факторам внешней среды, в том числе к болезням, за счет активации их неспецифической устойчивости [1].

Органоминеральные удобрения являются одним из главных факторов поддержания бездефицитного и положительного баланса питательных веществ в почве [2], особенно, при интенсивном земледелии [3]. Внесение их в почву улучшает ее биологические свойства, в частности, за счет активации полезной микрофлоры и привлечения питательных веществ, кроме того, снижается численность фитопатогенных микроорганизмов и увеличивается число грибов-антагонистов [4].

В последнее время особое внимание [5] уделяется изучению стимуляторов роста растений на основе аминокислот-содержащих комплексов [6], необходимых для получения биологически ценных свойств [7] и поддержания в растениях большинства биологических процессов, связанных наряду с ростом и развитием, с устойчивостью к болезням [8]. Например, применение аминокислот-содержащих комплексов может повышать адаптивный потенциал сельскохозяйственных культур к внешним факторам, связанный, в частности, с активацией механизмов индуцированной устойчивости растений. При применении белковых стимуляторов роста растение не затрачивает энергию на синтез аминокислот, потребляя их уже в готовом, легкоусвояемом виде. В последнее время в качестве стимуляторов роста и развития растений предложено применять белковые гидролизаты, получаемые из побочных продуктов переработки скота, в том числе из спилка говяжьего. Кроме того, разработку импортозамещающих ресурсо- и энергосберегающих технологий переработки побочного коллагенсодержащего сырья на основе последовательного механического и гидротермического воздействия можно считать одним из приоритетных направлений научных разработок и технологий в области переработки скота и птицы не только для нужд пищевой промышленности, но и для сельского хозяйства.

Известны различные способы получения белковых гидролизатов из коллагенсодержащих отходов производства мясной отрасли. Их недостатки связаны с многостадийностью и большой длительностью процессов. При этом ферментативный гидролиз не обеспечивает требуемого качества продукта. Конечный продукт может отличаться повышенной кислотностью, что недопустимо при внесении

в почву и опрыскивании растений. Использованный в работе белковый стимулятор роста получен из продуктов глубокой переработки мясного сырья по упрощенной малозатратной технологии.

Цель настоящей работы – биологически обосновать перспективность использования органоминеральных удобрений и белкового стимулятора роста из побочных продуктов переработки крупного рогатого скота для повышения урожайности и снижения вредоносности болезней пшеницы. Для достижения этой цели была проведена оценка защитного и ростостимулирующего действия органоминеральных удобрений и белкового стимулятора роста при внекорневом опрыскивании пшеницы.

Новизна исследования – впервые по данным многомерного анализа 36 показателей, характеризующих ботанические особенности, структуру урожайности и интенсивность развития болезней мягкой пшеницы, показана биологическая эффективность органоминеральных удобрений и белкового стимулятора роста при ее возделывании.

Объекты и методы исследования

Место проведения исследования – кафедра экологии и физиологии растений, кафедра защиты и карантина растений Санкт-Петербургского государственного аграрного университета, Мегафакультет биотехнологий и низкотемпературных систем Университета ИТМО. Экспериментальные исследования были выполнены в полевых условиях (2017–2018 гг.) на опытном поле Пушкинских лабораторий Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР). Растительным материалом исследования послужил сорт Ленинградская 6 (к-64900), предоставленный отделом генетических ресурсов пшениц ВИРа.

В качестве органоминеральных препаратов были использованы ФлорГумат, Эдагум, Фитоп-Флора-С, Зеребра агро. Внекорневую обработку растений препаратами осуществляли в вечерние часы в фазы кущения пшеницы и формирования флаг-листа в следующих концентрациях: ФлорГумат – 0,01 мл/в мл рабочего раствора; Флора-С и Фитоп-Флора-С – 0,003 мл концентрата/в мл рабочего раствора или 0,03% препарата; Зеребра агро – 0,002 мл/в мл рабочего раствора; Эдагум – 0,001 мл/в мл рабочего раствора. Описание основных составляющих компонент органоминеральных удобрений приведено в работе [9].

В исследовании применялся белковый стимулятор роста, основным сырьем для производства которого является спилок гольевой говязжий, а действующими веществами – аминокислота глицин (1,20 микромоль/мг) в составе других аминокислот и низкомолекулярные пептиды, обладающие стимулирующим действием на растения [10]. Внекорневое опрыскивание пшеницы стимулятором роста осуществлено в концентрации водного раствора стимулятора 195 мг/л.

Продуктивность пшеницы изучали в фазы колошения–цветения и созревания по 20 показателям, характеризующим морфологические признаки растений и структуру урожая [11]. Потенциальную (биологическую) урожайность единичного растения пшеницы определяли согласно данным о продуктивной кустистости и массе зерен колоса одного растения (г/растение). Поражение пшеницы болезнями характеризовали 16 показателями патогенеза, формируемыми при развитии корневой гнили, бурой ржавчины, мучнистой росы и септориоза [12].

Статистический анализ полученных результатов осуществляли в программах Statistica 6.0, SPSS 21.0, Excel 2016. При расчетах использовали методы параметрической статистики (на основе средних и их стандартных ошибок, 95% доверительных интервалов и *t*-критерия Стьюдента). При выявлении причинно-следственных связей между показателями использовали метод непараметрического корреляционного анализа, основанный на вычислении коэффициента корреляции Спирмена и его уровня значимости.

Результаты и их обсуждение

На первом этапе исследований изучено влияние органоминеральных удобрений и белкового стимулятора роста на интенсивность развития болезней пшеницы.

Бурая листовая ржавчина пшеницы, вызываемая грибом *Puccinia recondita* Rob. Ex Desm f. sp. *tritici* – вредоносное заболевание пшеницы, которое диагностируется по появлению в период вегетации на листьях и влагалищах бурых урединий или урединиопустул (рисунок 1).

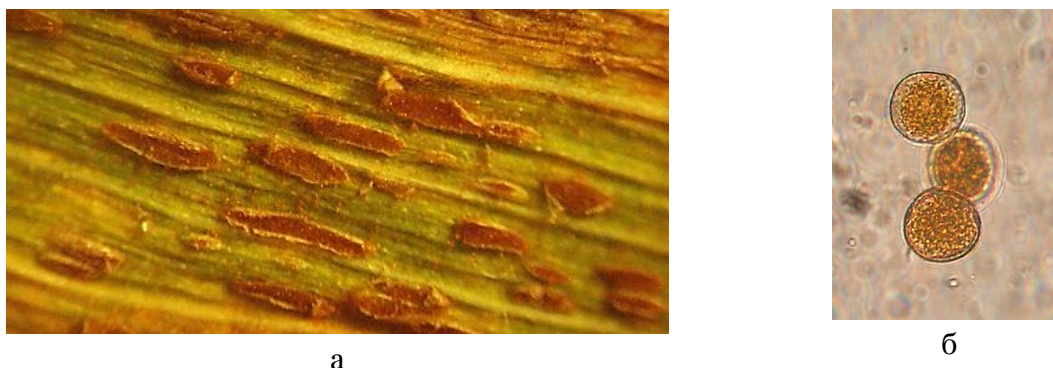


Рисунок 1 – Уредопустулы (а) и уредоспоры (б) бурой ржавчины на листьях пшеницы
Figure 1. Uredopustules (a) and uredospores (b) of brown rust on wheat leaves

Наибольшее снижение развития болезни по сравнению с контролем было зарегистрировано в варианте опыта, где пшеница была обработана препаратом Зеребра агро (по условному развитию болезни – на 6,4%, $t = 2,8$; по числу пустул – на 93,1%, $t = 3,3$). Снижение интенсивности поражения пшеницы на 4,3% (по числу пустул – на 81,5%) отмечено при применении препарата ФлорГумат. Сильное усиление интенсивности поражения пшеницы бурой ржавчиной (по развитию болезни – на 17,6%, $t = 7,8$; по числу пустул – на 489,0%, $t = 17,4$) определено в варианте опыта, где растения были обработаны препаратом Фитоп-Флора-С. Не выявлено симптомов развития бурой ржавчины пшеницы в варианте опыта, где использовали белковый стимулятор роста.

Площадь пустулы является важнейшей характеристикой устойчивости или восприимчивости растений пшеницы к видам ржавчины. Нашими исследованиями показано снижение значений площади пустулы бурой ржавчины пшеницы во всех вариантах опыта. В наибольшей степени на снижение значений площади пустулы бурой ржавчины оказывал влияние препарат Зеребра агро (на 55,7%, $t = 2,5$).

Симптомы мучнистой росы (рисунок 2) – паутинистый налет или плотные мицелиальные подушечки светло-серого цвета наблюдаются чаще на листьях пшеницы, однако болезнью поражаться может все растение (стебли, листья, листовые влагалища и колос).

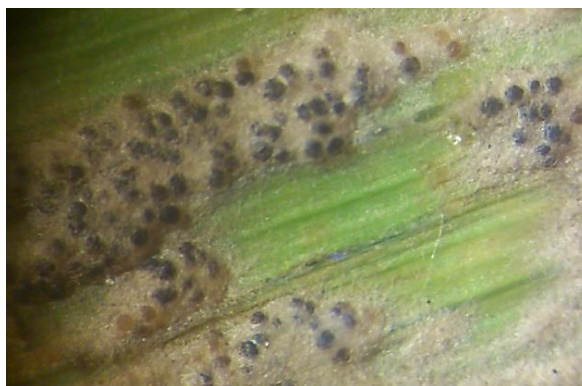


Рисунок 2 – Симптомы проявления мучнистой росы пшеницы (плотные мицелиальные подушечки с клейстотециями)

Figure 2. The symptoms of wheat powdery mildew (dense mycelial pads with cleistothecium)

Влияние органоминеральных удобрений и белкового стимулятора роста на интенсивность развития мучнистой росы пшеницы приведены на рисунке 3. Достоверное влияние препаратов на патогенез выявлено при использовании препарата ФлорГумат и белкового стимулятора роста (по условному развитию болезни – на 10,6%, $t = 3,0$ и на 10,5%, $t = 2,8$; по числу пятен с налетом – на 56,9%, $t = 2,2$ и на 77,7%, $t = 2,7$, соответственно). Усиление степени поражения пшеницы болезнью на 11,6% (по числу пятен с налетом – на 330,7%) зарегистрировано в варианте опыта Фитоп-Флора-С.

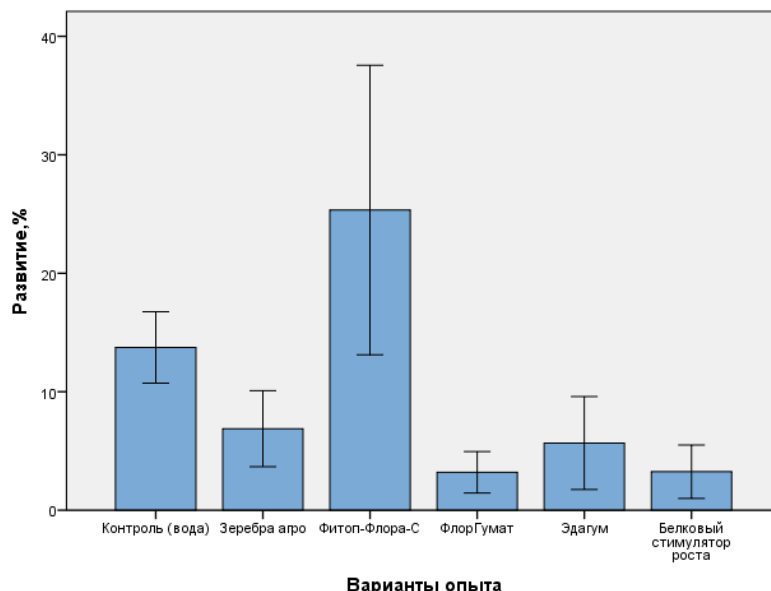


Рисунок 3 – Влияние органоминеральных удобрений и белкового стимулятора роста на интенсивность развития мучнистой росы пшеницы (2017–2018 гг.)

Figure 3. The influence of organo-mineral fertilizers and protein growth stimulator on the intensity of wheat powdery mildew (2017–2018)

Значения площади пятен с налетом (рисунок 4), формирующихся при развитии возбудителя мучнистой росы, снизились во всех вариантах опыта, за исключением обработок Фитоп-Флора-С. Однако наибольшее снижение показателя выявлено при внекорневом опрыскивании растений препаратом ФлорГумат (на 64,1%, $t = 3,8$). В варианте опыта, где растения были обработаны препаратом Зеребра агро, площадь пятен с налетом снизилась на 42,7% ($t = 2,8$).

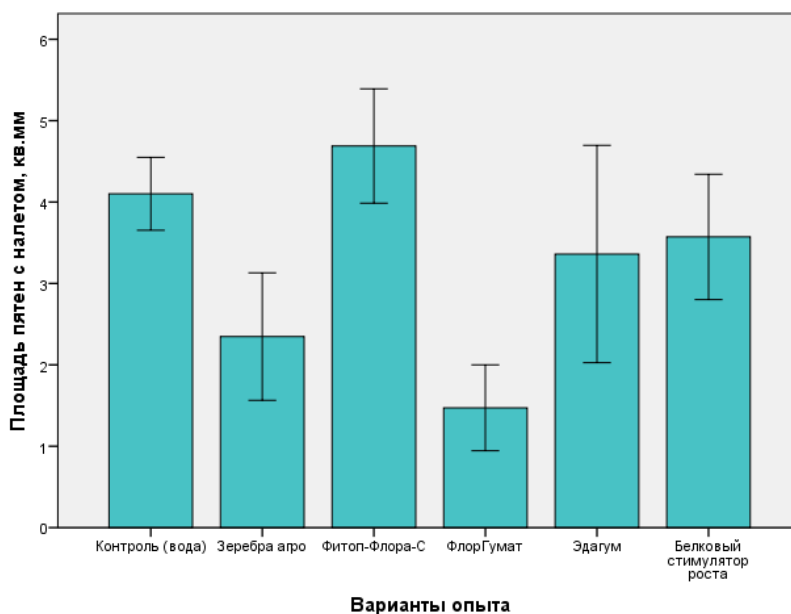


Рисунок 4 – Влияние органоминеральных удобрений и белкового стимулятора роста на площадь пятен с налетом мучнистой росы пшеницы (2017–2018 гг.)

Figure 4. The influence of organo-mineral fertilizers and protein growth stimulator on the farinaceous spots' area of wheat powdery mildew (2017–2018)

Одной из распространенных болезней зерновых культур является септориоз (рисунок 5). Методом микроскопического анализа были идентифицированы виды *Septoria nodorum* Btrk. и *Septoria tritici* Roberge ex Desm.

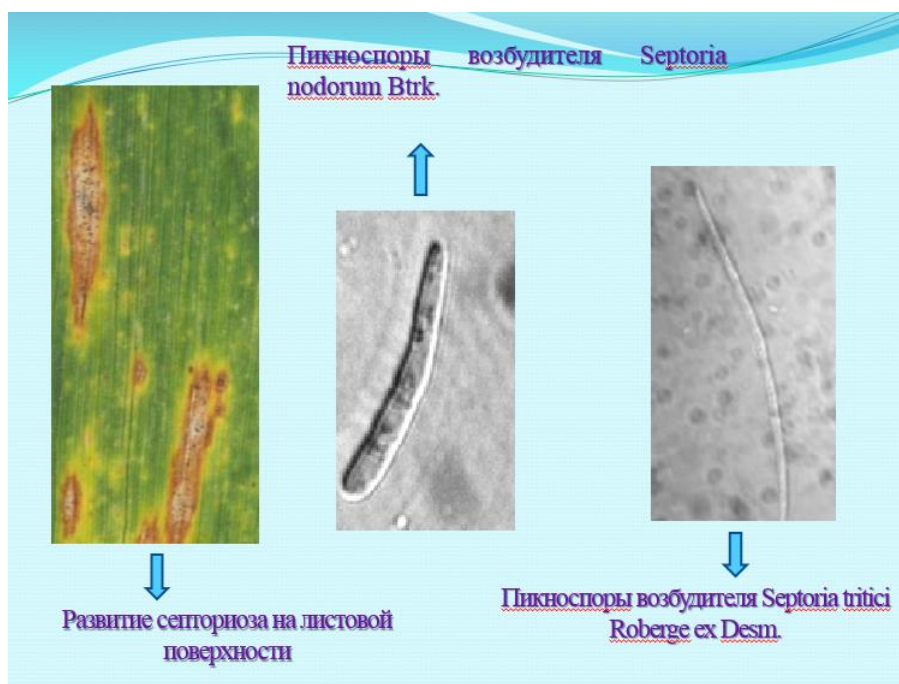


Рисунок 5 – Симптомы поражения листьев пшеницы септориозом
 Figure 5. The symptoms of wheat Septoria disease

Наибольшую эффективность в отношении септориоза показал препарат Эдагум, при применении которого развитие болезни снизилось на 18,1% ($t = 3,6$). Несущественно снизилось развитие болезни в следующих вариантах опыта: Зеребра агро – на 5,6%; Фитоп-Флора-С – на 3,1%.

Изменение интенсивности развития корневой гнили под действием органоминеральных удобрений и белкового стимулятора роста отражено на рисунке 6. Как показали исследования, основным возбудителем болезни являлся фитопатогенный гриб *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem. Не выявлено симптомов развития болезни при обработке пшеницы препаратом ФлорГумат и белковым стимулятором роста. В варианте опыта Эдагум отмечено достоверное снижение развития болезни на 27,4% ($t = 4,6$).

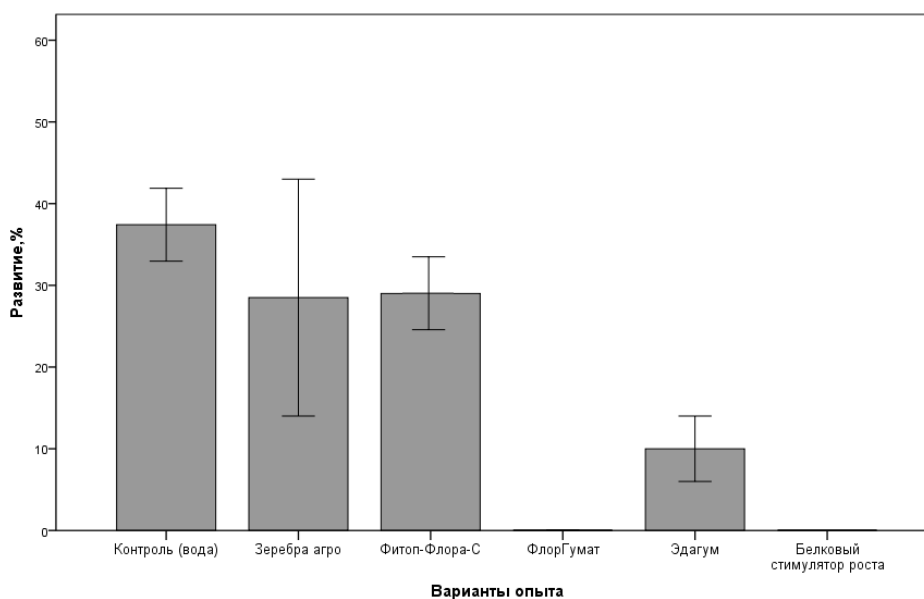


Рисунок 6 – Влияние органоминеральных удобрений и белкового стимулятора роста на развитие корневой гнили пшеницы (2017–2018 гг.)

Figure 6. The influence of organo-mineral fertilizers and protein growth stimulator on the development of wheat root rot (2017–2018)

Известно, что болезни пшеницы оказывают влияние на отдельные показатели ее продуктивности. Нашими исследованиями выявлены определенные корреляционные связи между показателями. Определено, что возрастание интенсивности развития корневой гнили обуславливало существенное снижение числа ($r = -0,4$; $P = 0,02$) и длины корней пшеницы ($r = -0,5$; $P = 0,04$), числа колосков в колосе ($r = -0,4$; $P = 0,03$), площади флагового ($r = -0,4$; $P = 0,04$) и предфлагового листьев ($r = -0,6$; $P = 0,02$), массы корней ($r = -0,5$; $P = 0,01$).

Поражение пшеницы мучнистой росой по показателям числа и площади пятен с налетом приводило к росту числа узловых корней и уменьшению длины корней; $r = 0,6$; $P = 0,03$; $r = -0,6$; $P = 0,02$ соответственно, а также снижало длину колоса ($r = -0,4$; $P = 0,04$; $r = -0,5$; $P = 0,03$ соответственно). Выявлено снижение числа колосков в колосе, массы зерен одного колоса и потенциальной урожайности пшеницы с возрастанием площади пятен с налетом мучнистой росы ($r = -0,6$; $P = 0,04$; $r = -0,4$; $P = 0,02$; $r = -0,4$; $P = 0,04$ соответственно).

На втором этапе исследований изучено влияние органоминеральных удобрений и белкового стимулятора роста на продуктивность пшеницы. Эффективность органоминеральных удобрений и белкового стимулятора роста в отношении потенциальной урожайности пшеницы, отражены на рисунке 7.

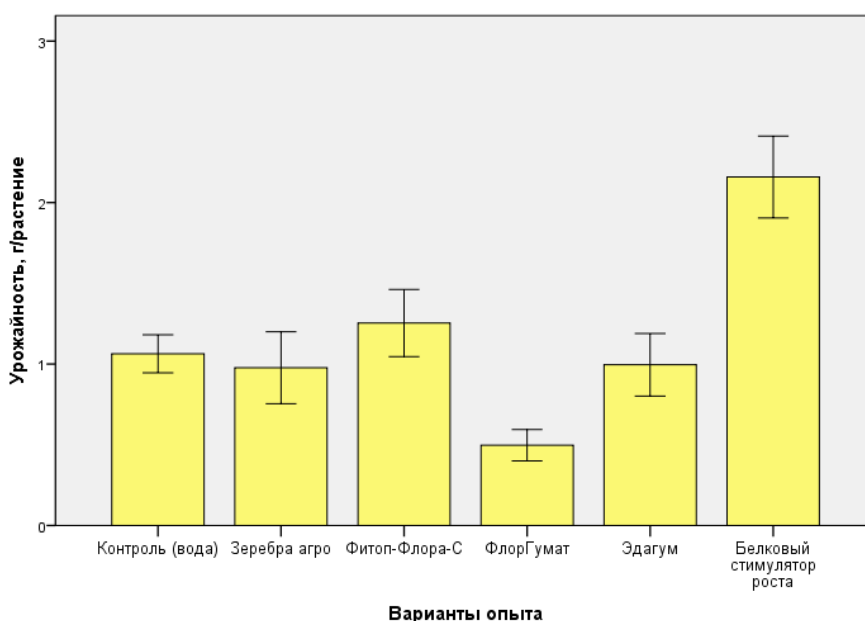


Рисунок 7 – Изменение потенциальной урожайности пшеницы при применении органоминеральных удобрений и белкового стимулятора роста (2017–2018 гг.)

Figure 7. The changes in potential yield of wheat with the use of organo-mineral fertilizers and protein growth stimulator (2017–2018)

Максимальный рост урожайности пшеницы на 102,9% ($t = 3,6$) был зарегистрирован при применении белкового стимулятора роста, а в варианте опыта Фитоп-Флора-С – на 17,9% ($t = 2,3$). Как следует из анализа рисунков 8–10, наиболее выраженное влияние на рост значений числа колосков в колосе (на 12,8%, $t = 4,3$), числа зерен в колосе (на 13,5%, $t = 2,3$), массы зерен одного колоса (на 39,8%, $t = 5,0$), массы 1000 зерен (на 27,6%, $t = 6,5$), а также длины колоса (на 15,6%, $t = 7,1$) было выявлено при внекорневом опрыскивании пшеницы белковым стимулятором роста. Достоверное снижение всех пяти показателей было зарегистрировано в варианте ФлорГумат. Препарат Зеребра агро определял снижение длины колоса и числа колосков в колосе, но не оказывал влияние на остальные показатели. Применение препарата Фитоп-Флора-С оказало достоверное влияние на увеличение числа зерен в колосе (на 28,7%, $t = 3,4$), массы зерен одного колоса (на 55,8%, $t = 4,5$), массы 1000 зерен (на 24,0%, $t = 4,2$), а препарата Эдагум – только на массу 1000 зерен (на 18,1%, $t = 5,8$).

Установлено, что применение белкового стимулятора приводило к ускорению развития растений (по фазам онтогенеза) – на 20,3% ($t = 3,2$), увеличивало высоту растений – на 62,4% ($t = 2,9$); продуктивную кустистость – на 58,3% ($t = 11,1$); площадь флагового – на 114,0% ($t = 3,9$) и предфлагового листа – на 87,2% ($t = 2,8$) на фоне снижения общей кустистости – на 18,5% ($t = 3,8$). Препарат

Фитоп-Флора-С оказал существенное положительное влияние на фазу онтогенеза растений (на 31,4%, $t = 13,0$); высоту растений (на 66,7%, $t = 12,2$); длину корней (на 26,7%, $t = 2,4$), но привел к снижению значений следующих показателей: числа узловых корней (на 25,7%, $t = 3,4$), продуктивной кустистости (на 17,5%, $t = 6,6$), общей кустистости (на 59,2%, $t = 17,1$). Не выявлено существенного влияния на изменение выше перечисленных показателей в вариантах опыта Зеребра агро, ФлорГумат, Эдагум.

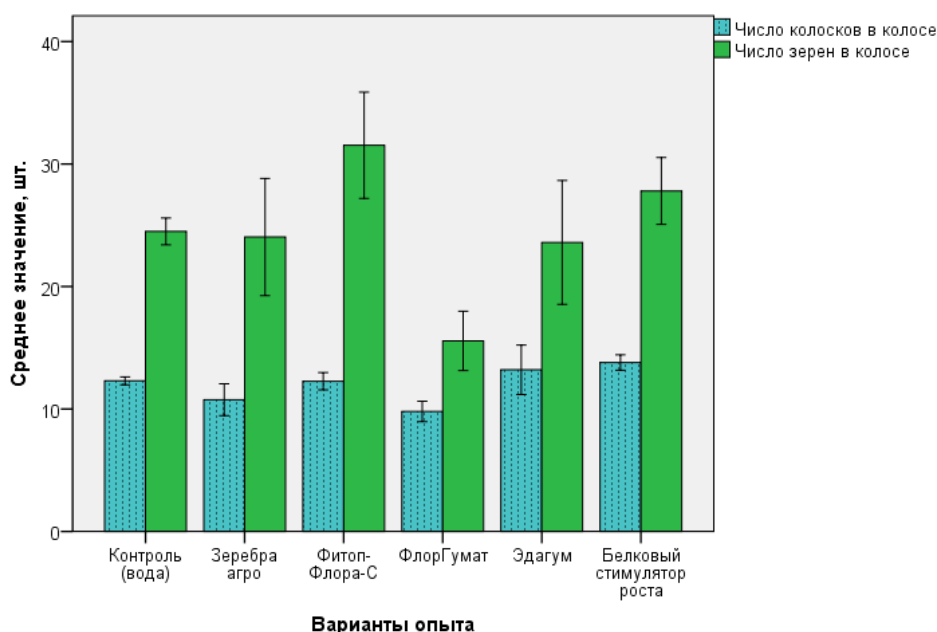


Рисунок 8 – Изменение числа колосков в колосе и числа зерен в колосе пшеницы при применении органоминеральных удобрений и белкового стимулятора роста (2017–2018 гг.)

Figure 8. The changes in the number of spikelets per spike and the number of grains per spike of wheat with the use of organo-mineral fertilizers and protein growth stimulator (2017–2018)

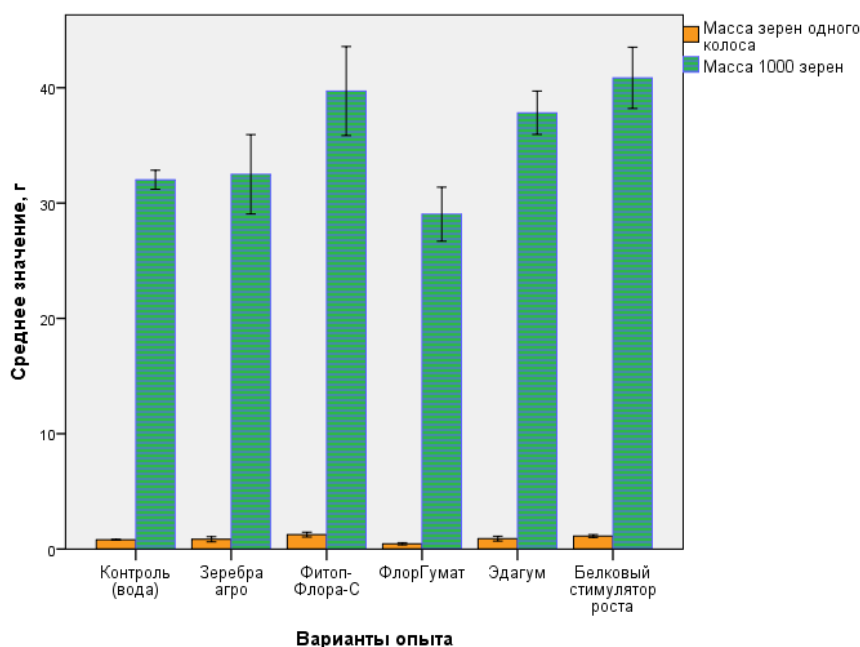


Рисунок 9 – Изменение массы зерен колоса и массы 1000 зерен пшеницы при применении органоминеральных удобрений и белкового стимулятора роста (2017–2018 гг.)

Figure 9. The changes of weight of grains in an ear and the weight of 1000 grains of wheat with the use of organo-mineral fertilizers and protein growth stimulator (2017–2018)

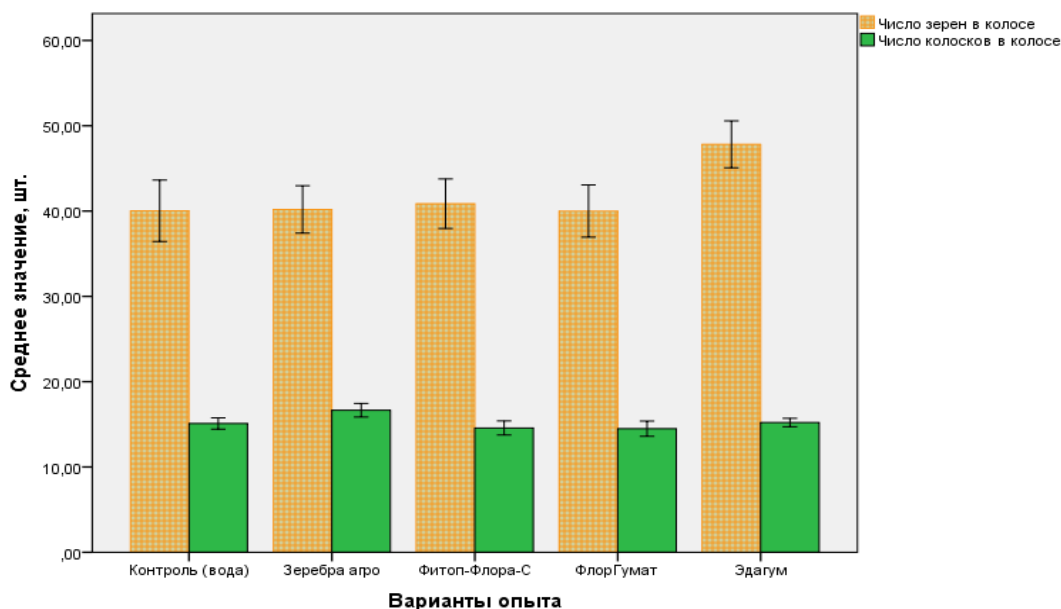


Рисунок 10 – Изменение числа зерен в колосе и числа колосков в колосе мягкой пшеницы при использовании органоминеральных удобрений (2017–2018 гг.)

Figure 10. The changes in the number of grains per spike and the number of spikelets per spike and of soft wheat with the use of organo-mineral fertilizers (2017– 2018)

Заклучение

Таким образом, в результате проведенных исследований отмечена высокая биологическая эффективность препаратов Зеребра агро, ФлорГумат в отношении комплекса болезней листьев пшеницы, препарата ФлорГумат – корневой гнили пшеницы. Не выявлено симптомов развития бурой ржавчины пшеницы и корневой гнили в вариантах опыта, где растения были обработаны белковым стимулятором роста. Наибольшую эффективность в отношении септориоза показал препарат Эдагум, при применении которого развитие болезни достоверно снизилось. Наибольшее влияние на рост потенциальной урожайности пшеницы оказал белковый стимулятор роста, что может быть связано с его влиянием на увеличение числа колосков в колосе, числа зерен в колосе, массы зерен одного колоса, массы 1000 зерен, длины колоса. Применение белкового стимулятора ускоряло развитие растений (по фазам онтогенеза), увеличивало высоту растений, продуктивную кустистость, площадь флагового и предфлагового листьев.

Результаты работы могут быть использованы для разработки экологически чистых технологий возделывания пшеницы и оптимизации фитосанитарного состояния посевов. Использование же побочных продуктов мясной отрасли в растениеводстве показывает, что в рамках комплекса мероприятий могут быть созданы условия для реализации современных технологий глубокой переработки биологического сырья при соблюдении принципов безотходного производства для возвращения продуктов переработки не только в производственный цикл продуктов питания, но и использования их в других отраслях АПК.

Литература

1. Лучник Н.А., Хитрова В.И. Действие органоминерального удобрения гумат «Плодородие» на урожай и качество яровой пшеницы // Агрехимический вестник. 2010. № 5. С. 36–37.
2. Филлин В.И., Кривошеин М.И. Влияние органоминеральных и минеральных систем удобрения на урожайность томата при орошении // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. 2006. № 3(3). С.14–17.
3. Сковородников П.В., Черепанова М.В. Способы гранулирования органоминеральных удобрений // Химическая технология и биотехнология. 2017. № 3. С. 117–127.
4. Марьина-Чермных О.Г., Тойметов М.Э. Влияние органоминерального удобрения на микрофлору почвы // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2018. № 4(3). С. 52–56.
5. Sudisha J., Kumar A., Amruthesh K.N., Niranjana S.R., Shetty H.S. Elicitation of resistance and defense related enzymes by raw cow milk and amino acids in pearl millet against downy mildew disease caused by *Sclerospora graminicola*. *Crop Protection*. 2011, V. 30, Is. 7, pp. 794–801.

6. Che Y.Z., LiYu.R., Zou H.S., Zou L.F., Zhang B., Chen G.Y. A novel antimicrobial protein for plant protection consisting of a *Xanthomonas oryzae* harpin and active domains of cecropin A and melittin. *Microbial Biotechnology*. 2011, V. 4, Is. 6, pp. 777–793.
7. Kremenevskaya M.I., Sosnina O.A., Semenova A.A., Udina I., Glazova A.E. Meat industry by-products for berry crops and food production quality improvement. *Agronomy Research*. 2017, V. 15, pp. 1330–1347.
8. Salwa A.R.H., Osama A.M. Ali Physiological and biochemical studies on drought tolerance of wheat plants by application of amino acids and yeast extract. *Annals of Agricultural Sciences*. 2014, V. 59, Is. 1, pp. 133–145.
9. Колесников Л.Е., Мельников С.П., Киселёв М.В., Зуев Е.В., Васильева Т.А. Биологическое обоснование применения микроудобрений и органоминеральных препаратов для внекорневой подкормки пшеницы // Российская сельскохозяйственная наука. 2019. № 1. С. 12–15.
10. Куцакова В.Е., Фролов С.В., Кременевская М.И., Марченко В.И. Способ получения белкового стимулятора роста и развития растений: пат. 2533037 Российская Федерация. 2014. Бюл. № 32. 6 с.
11. Колесников Л.Е., Попова Э.В., Новикова И.И., Прияткин Н.С., Архипов М.В., Колесникова Ю.Р., Потрахов Н.Н., Van Duijn B., Гусаренко А.С. Совместное использование штаммов микроорганизмов и хитозановых комплексов для повышения урожайности пшеницы (*Triticum aestivum* L.) // Сельскохозяйственная биология. 2019. Т. 54. № 5. С. 1024–1040.
12. Колесников Л.Е., Новикова И.И., Сурин В.Г., Попова Э.В., Прияткин Н.С., Колесникова Ю.Р. Оценка эффективности совместного применения хитозана и микробов-антагонистов в защите яровой мягкой пшеницы от болезней с использованием спектрометрического анализа // Прикладная биохимия и микробиология. 2018. Т. 54. № 5. С. 1–8.

References

1. Archer N.A., Khitrova V.I. The action of organic fertilizer humates "Fertility" on the yield and quality of spring wheat. *Agrochemical Bulletin*. 2010, no. 5, pp. 36–37 (*In Russian*).
2. Filin V.I., Krivoshein M.I. The influence of organomineral and mineral fertilizer systems on tomato productivity during irrigation. *Herald of the Lower Volga Agricultural University*. 2006, no. 3(3), pp. 14–17 (*In Russian*).
3. Skovorodnikov P.V., Cherepanova M.V. Methods of granulation of organic fertilizers. *Chemical Technology and Biotechnology*. 2017, no. 3, pp. 117–127 (*In Russian*).
4. Maryina-Chermnykh OG, Toymetov M.E. The effect of organic fertilizer on the microflora of the soil. *Herald of Mari State University. Series "Agricultural sciences. Economic sciences"*. 2018, no. 4(3), pp. 52–56 (*In Russian*).
5. Sudisha J., Kumar A., Amruthesh K.N., Niranjana S.R., Shetty H.S. Elicitation of resistance and defense related enzymes by raw cow milk and amino acids in pearl millet against downy mildew disease caused by *Sclerospora graminicola*. *Crop Protection*. 2011, V. 30, Is. 7, pp. 794–801.
6. Che Y.Z., LiYu.R., Zou H.S., Zou L.F., Zhang B., Chen G.Y. A novel antimicrobial protein for plant protection consisting of a *Xanthomonas oryzae* harpin and active domains of cecropin A and melittin. *Microbial Biotechnology*. 2011, V. 4, Is. 6, pp. 777–793.
7. Kremenevskaya M.I., Sosnina O.A., Semenova A.A., Udina I., Glazova A.E. Meat industry by-products for berry crops and food production quality improvement. *Agronomy Research*. 2017, V. 15, pp. 1330–1347.
8. Salwa A.R.H., Osama A.M. Ali Physiological and biochemical studies on drought tolerance of wheat plants by application of amino acids and yeast extract. *Annals of Agricultural Sciences*. 2014, V. 59, Is. 1, pp. 133–145.
9. Kolesnikov L.E., Melnikov S.P., Kiselev M.V., Zuev E.V., Vasilyeva T.A. Biological justification for the use of micronutrient fertilizers and organomineral preparations for foliar feeding of wheat. *Russian Agricultural Science*. 2019, no. 1, pp. 12–15 (*In Russian*).
10. Kutsakova V.E., Frolov S.V., Kremenevskaya M.I., Marchenko V.I. A method of obtaining a protein stimulator of plant growth and development. *Patent RF*, no. 2533037. 2014. 6 p. (*In Russian*).
11. Kolesnikov L.E., Popova E.V., Novikova I.I., Pleitkin N.S., Arkhipov M.V., Kolesnikova Yu.R., Potrakhov N.N., Van Duijn B., Gusarenko A.S. The joint use of strains of microorganisms and chitosan complexes to increase the yield of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Agricultural Biology*. 2019, V. 54, no. 5, pp. 1024–1040 (*In Russian*).
12. Kolesnikov L.E., Novikova I.I., Surin V.G., Popova E.V., Pleitkin N.S., Kolesnikova Yu.R. Evaluation of the effectiveness of the combined use of chitosan and antagonist microbes in protecting spring common wheat from diseases using spectrometric analysis. *Applied Biochemistry and Microbiology*. 2018, V. 54, no. 5, pp. 1–8 (*In Russian*).

Статья поступила в редакцию 17.02.2020