
АГРОХИМИЯ, ПОЧВОВЕДЕНИЕ, ЭКОЛОГИЯ

**Гуминовые комплексы в агрофитоценозах
озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.)**

**Вера Сергеевна Виноградова^{1✉}, Валентина Ивановна Хитрова²,
Иван Иванович Голоктионов³**

¹Костромская государственная сельскохозяйственная академия,
Караваяево, Кострома, Россия

²Государственная станция агрохимической службы «Костромская», Кострома, Россия

³Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

✉ Автор, ответственный за переписку: verochka_54@list.ru

Аннотация

В статье приведены результаты исследований по изучению влияния гуминовых удобрений на рост и развитие растений озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) сорта Московская 39 в условиях Костромской области. Гуминовые удобрения обогащенного состава в виде комплексов положительно повлияли на морфофизиологические процессы растений озимой пшеницы, урожайность зерна и его качественные показатели. Масса растений в фазу колошения существенно отличалась от контрольных в вариантах с обработкой семян и посева Гумикомплексом, соответственно, на 2,37 и 2,44 г, гуматом «Экобиосфера» – на 3,32 и 0,82 г. Накопление углерода в растениях в фазу колошения в вариантах с обработкой семян гуминовыми удобрениями было выше на 0,010–0,013 мгС/дм² относительно контроля. Наиболее благоприятные условия водного режима в тканях растений пшеницы создавались в вариантах с применением гуминовых удобрений, где потенциальное осмотическое давление составляло 863,7–1027кПа. Существенно более высокий урожай зерна озимой пшеницы относительно контрольных (2,63–2,39 т/га) был получен в вариантах с использованием гуминовых удобрений (3,61–4,96 т/га). Наиболее эффективным был прием обработки семян Гумикомплексом (урожайность зерна составила 4,76 т/га, что выше контроля на 2,13 т) и обработки посева в фазу кущения – 4,96 т/га против 2,39 т на контроле. Применение гуминового удобрения «Экобиосфера» на минеральном фоне повысило урожайность озимой пшеницы на 1,61–1,22 т/га. Высокое процентное содержание клейковины получено в вариантах с опрыскиванием посевов Гумикомплексом (28,92%) и гуминовым удобрением «Экобиосфера» (29,84%), что выше контрольных значений на 2,04–2,96%.

Ключевые слова

Гуминовые удобрения, гуминовый комплекс, озимая пшеница, концентрация клеточного сока, продуктивность фотосинтеза, урожайность зерна, качество продукции

Для цитирования

Виноградова В.С., Хитрова В.И., Голоктионов И.И. Гуминовые комплексы в агрофитоценозах озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2025. № 2. С. 32–43.

Humic complexes in agrophytocenoses of winter wheat (*Triticum aestivum* L.)

Vera S. Vinogradova¹✉, Valentina I. Khitrova², Ivan I. Goloktionov

¹Kostroma State Agricultural Academy, Karavaevo, Kostroma, Russia

²State Agrochemical Service Station “Kostromskaya”, Kostroma, Russia

³Russian State Agrarian University –
Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

✉Corresponding author: verochka_54@list.ru

Abstract

The article presents the results of the study on testing the effects of humic fertilizers on the growth and development of the winter wheat (*Triticum aestivum* L.) Moskovskaya 39 in the Kostroma Region, Russia. Enriched humic fertilizers in the form of complexes had a positive effect on the morphophysiological processes, grain yield and quality indicators of winter wheat plants. In the earing phase, the weight of the plants differed significantly from the control in the variants with seed and sowing treatment with Humicomplex by 2.37 and 2.44 g, respectively, and with humate “Ecobiosphere” by 3.32 and 0.82 g. Carbon accumulation in the plants in the earing phase was 0.010–0.013 mgC/dm² higher by in the variants with seed treatment with humic fertilizers relative to the control. The most favorable water conditions in wheat plant tissues were created in variants with the application of humic fertilizers, where the potential osmotic pressure was 863.7–1027 kPa. A significantly higher grain yield of winter wheat was obtained in variants with the application of humic fertilizers (3.61–4.96 t/ha) than in the control (2.63–2.39 t/ha). The most effective methods were treating seeds with Humicomplex, which increased the grain yield by 2.13 t/ha compared to the control, and treating crops in the tillering phase, which increased the grain yield by 2.57 t/ha compared to the control. Applying the humic fertilizer “Ecobiosphere” on a mineral background increased the winter wheat yield by 1.61–1.22 t/ha. The highest gluten content was obtained in variants where crops were sprayed with Humicomplex (28.92%) and the humic fertilizer “Ecobiosphere” (29.84%), which was 2.04–2.96% higher than control values.

Keywords

Humic fertilizers, humic complex, winter wheat, cell sap concentration, photosynthetic productivity, grain yield, product quality

For citation

Vinogradova V.S., Khitrova V.I., Goloktionov I.I. Humic complexes in agrophytocenoses of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2025. No. 2. P. 32–43.

Введение Introduction

История разработки и применения гуминовых удобрений и препаратов в сельском хозяйстве России насчитывает много десятилетий. Гуминовые вещества представляют собой сложную смесь высокомолекулярных природных органических соединений, образующихся при разложении отмерших растений и их

последующей гумификации (биохимического превращения продуктов разложения органических остатков в гумус при участии микроорганизмов, воды и кислорода). Это природные органические соединения, составляющие от 50 до 90% органического вещества торфа, угля, сапропелей и неживой материи почвенных и водных экосистем. Гуминовые вещества образуются при разложении растительных и животных остатков под действием микроорганизмов и абиотических факторов среды, представляя собой макрокомпонент органического вещества почвенных и водных экосистем, а также твердых горючих ископаемых. Гуминовые вещества в растениеводстве используют в качестве стимуляторов роста и развития растений [1–3].

Гуминовые вещества позволяют увеличить поступление азота, фосфора, калия, железа и дают возможность растению стать более устойчивым к неблагоприятным факторам – в частности, пестицидам, заморозкам, засухам и повышенному содержанию солей в почве. Доказано, что гуминовые вещества увеличивают интенсивность фотосинтеза и дыхания, усиливают белковый и фосфорный обмен в растениях. Гуминовые препараты используют для опрыскивания вегетирующих растений через листовой аппарат или через непосредственное внесение в почву [4–7].

Обладая спектром положительных свойств, гуминовые удобрения все больше используются в сельском хозяйстве, тем самым повышается спрос на гуминовые удобрения и препараты. Актуальным является исследование применение таких удобрений и комплексов при выращивании зерновых культур [8–10], в том числе озимой пшеницы как одной из наиболее востребованных в России [11, 12].

Цель исследований: оценить эффективность приемов применения гуминовых удобрений в технологии возделывания озимой пшеницы сорта Московская 39.

Методика исследований

Research method

Исследования проводили на территории хозяйства СПК «Мир» (Нерехтский район Костромской области) в 2021–2023 гг. Почвы дерново-подзолистые, суглинистые, слабокислые ($pH_{KCl} = 5,8$); содержание гумуса – 2,4%, общего фосфора – 210 мг/кг, обменного калия – 106 мг/кг; глубина вспашки – 24 см. Площадь опыта под озимой пшеницей – 1000 м²; площадь учетной делянки – 35 м². Размещение делянок – систематическое. Повторность опыта – 4-кратная. Норма высева семян озимой пшеницы составила 250 кг/га. Предшественник – многолетние травы 3-го года пользования. Метеорологические условия периода проведения исследований существенно отличались от среднепогодных [13] и способствовали нормальному развитию растений.

Объект исследований – озимая пшеница сорта Московская 39. Предметом исследований служили гуминовые удобрения. На основе гуматов был разработан состав Гумикомплекса, который состоял из гумата «Экобиосфера» (0,8 л), Аквамикса (20 г/л), растительных экстрактов (20 мл/л), бактериальной композиции в составе препаратов Фосфатовит и Экстрасол (по 100 мл/л каждый). Качественный состав микроудобрения Аквамикс: Fe – 1,74%; Mn – 2,57%; Zn – 0,53%; Cu – 0,53%; Ca – 2,57%; бор – 0,52%; молибден – 0,13%. Состав гумата «Экобиосфера» (в пересчете на сухое вещество): гуминовые вещества – 75–85%; фульвокислоты – 10–15%; макроэлементы не менее: N – 3,0 г/л; фосфор – 0,5 г/л; калий – 3,0 г/л; микроэлементы в форме хелатов, не менее:

Fe-0,69%(ДППА)+0,92%(ЭДТА)(ЭДТА)-Mn-1,03%;Zn-0,21%;Ca-1,028%;а также В-0,208%;Мо-0,052% в неорганической форме.

Схема опыта включала в себя 6 вариантов:

1. Контроль (опрыскивание семян водой – 1 л/га н.с.).
2. Контроль (опрыскивание водой в фазу кущения – 150 л/га).
3. Гумикомплекс (обработка семян – 1 л/10 л/га н.с.).
4. Гумикомплекс (обработка посева в фазу кущения – 1 л/150 л/га).
5. Гумат «Экобиосфера» (обработка семян – 1 л/га н.с.).
6. Гумат «Экобиосфера» (обработка посева в фазу кущения – 1 л/150 л/га).

Закладку опытов, наблюдения, измерения и учеты проводили по общепринятым методикам [14, 15]: определяли физиологические показатели продуктивности фотосинтеза по накоплению органического углерода методом Тюрина-Лукашек, интенсивность фотосинтеза – по методу Олвика-Целлера, интенсивность дыхания – методом М.С. Миллера, концентрацию фотопигментов (хлорофилла и каротина) – фотоэлектроколориметрическим методом (КФК-2МП) по А.Б. Сапожникову, концентрацию клеточного сока – с использованием рефрактометра (КИП-Р). Оценку элементов структуры урожая (количество продуктивных стеблей, количество зерен в колосе, массу 1000 зерен в колосе) выполняли в соответствии с методикой Г.С. Посыпанова [16]. Качественные показатели продукции определяли в лабораториях массовых анализов ГСАС «Костромская». Для статистической обработки результатов исследований использовали пакет прикладных программ Microsoft Office Excel 2019.

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

В ходе проведенных исследований было установлено, что наиболее существенное влияние на рост и развитие растений озимой пшеницы оказала некорневая обработка растений Гумикомплексом (табл. 1).

В фазу колошения растениями озимой пшеницы было сформировано 2,7–4,2 стебля, в фазу полной спелости – 3,5–4,3 стебля. При этом большее количество стеблей отмечено в растениях варианта с использованием обработки семян и растений гуматом «Экобиосфера» (4,1–4,3 шт.). Характеризуя морфологические показатели, следует отметить несущественное отличие от контроля по высоте растений пшеницы в фазу колошения (43,8–46,9 см). Однако масса растений существенно отличалась от контрольных в вариантах с обработкой семян и посева Гумикомплексом (на 2,37 и 2,44 г), а Гуматом «Экобиосфера» – на 3,32 и 0,82 г соответственно. Особенно заметна разница по вариантам с применением обработки семян удобрениями Гумат «Экобиосфера» и Гумикомплекс, когда площадь листовой поверхности растения была существенно выше контрольных показателей и составляла 5,6–6,1 дм². Вероятно, это связано с активизацией роста растяжением, которое обусловлено участием гуминовых молекул в регулировании водного и энергетического обмена клеток растений [1, 6].

Урожай создается, когда в зеленых растениях образуется органическое вещество, что связано с процессом фотосинтеза. Концентрация хлорофилла в растениях озимой пшеницы была выше в вариантах с приемом обработки семян Гумикомплексом и гуматом «Экобиосфера» как в фазу колошения, так и в фазу молочной спелости, и колебалась в пределах 1,613...2,791 мг/г (табл. 2).

Таблица 1

**Морфологические показатели растений озимой пшеницы сорта Московская 39
(среднее за период 2021–2023 гг.)**

Table 1

**Morphological parameters of winter wheat Moskovskaya 39
(average for the period 2021–2023)**

Вариант	Высота растения, см	Масса растения, г	Площадь листа, дм ²	Количество листьев, шт.	Количество стеблей, шт/растение
Фаза колошения					
1	46,0	5,16	4,0	9,0	2,8
2	45,9	6,12	3,6	9,7	2,7
3	43,8	7,53	5,4	12,4	3,4
4	47,3	8,56	5,6	11,9	4,1
5	46,5	8,48	5,2	13,5	4,2
6	46,9	6,94	6,1	12,8	4,0
НСР ₀₅	2,7	0,64	1,17	2,23	0,59
Фаза молочной спелости					
1	113	32,39	2,2	4,0	3,6
2	100,3	34,47	2,3	3,3	3,0
3	107,3	56,90	3,2	3,7	3,5
4	125	53,00	3,6	3,7	4,3
5	111	51,02	3,7	5,3	4,2
6	114	63,17	3,2	3,3	4,0
НСР ₀₅	7,05	9,02	0,84	0,52	0,49

Большее количество каротина накапливалось при обработке гуминовыми удобрениями посевов пшеницы (247–239 мг/г). Высокая интенсивность дыхания растений контрольных вариантов (4,4–5,0 мг СО₂/см²) приводила к расходованию энергетических субстратов, созданных в процессе фотосинтеза. Накопление углерода в растениях озимой пшеницы в фазу колошения в вариантах с обработкой семян гуминовыми удобрениями было выше на 0,010–0,013 мгС/дм² относительно контроля, а в фазу молочной спелости снизилось и колебалось на уровне 0,042–0,043 мг, но оставалось выше контрольных 0,033 мгС/дм².

Весьма важными являются показатели концентрации клеточного сока и потенциального осмотического давления (ПОД), особенно когда речь идет об устойчивости растений к засухе (табл. 3).

Таблица 2

**Физиологические показатели озимой пшеницы сорта Московская 39
(среднее за период 2021–2023 гг.)**

Table 2

**Physiological parameters of winter wheat Moskovskaya 39
(average for the period 2021–2023)**

Вариант	Интенсивность дыхания, мг CO ₂ /см ²		Концентрация хлорофилла, мг/г		Продуктивность фотосинтеза, мгС/дм ²		Концентрация каротина, мг/г	
	фаза колошения	фаза молочной спелости	фаза колошения	фаза молочной спелости	фаза колошения	фаза молочной спелости	фаза колошения	фаза молочной спелости
1	4,4	3,2	1,557	1,592	0,035	0,033	0,123	0,077
2	5,0	4,8	1,564	1,410	0,036	0,037	0,130	0,078
3	3,8	2,2	1,985	2,916	0,048	0,042	0,226	0,119
4	4,0	2,4	1,613	2,672	0,040	0,038	0,247	0,124
5	3,4	4,0	1,738	2,791	0,045	0,043	0,135	0,143
6	3,8	3,6	1,908	2,761	0,041	0,016	0,239	0,148

Таблица 3

Концентрация клеточного сока и потенциальное осмотическое давление в клетках растений озимой пшеницы сорта Московская 39

Table 3

Concentration of cell sap and potential osmotic pressure in cells of winter wheat Moskovskaya 39

Вариант	ККС%, фаза стеблевания	ПОД, кПа	ККС% фаза колошения	ПОД, кПа	ККС% фаза молочной спелости	ПОД, кПа	ККС%, фаза восковой спелости	ПОД, кПа
1	7,1	563,2	9,0	742,5	10,0	863,7	10,0	863,7
2	7,3	563,2	10,0	863,7	10,0	863,7	10,0	863,7
3	6,2	480,2	12,0	1027,2	11,0	929,9	10,0	863,7
4	8,1	863,7	11,0	929,9	12,0	1027,2	11,0	929,9
5	7,2	563,2	12,0	1027,2	10,0	863,7	11,0	929,9
6	8,0	863,7	11,0	929,9	11,0	929,9	9,0	742,5

Водный обмен растений напрямую связан с ПОД в клетках. Как правило, концентрация клеточного сока (ККС) у растений повышается в те фазы развития, когда активизируются процессы фотосинтеза, происходят закладка и формирование генеративных органов. Высокие показатели ККС были отмечены у растений пшеницы в варианте с обработкой посевов Гумикомплексом (11,0–12,0%). Наиболее благоприятные условия водного режима в тканях растений пшеницы создаются с потенциальным осмотическим давлением 800–1200кПа. В вариантах с применением гуминовых удобрений оно составляло 863,7–1027кПа.

Кроме того, исследователи отмечают, что крупные фрагменты гуминовых веществ, двигаясь по апопластному пути растений, «собирают» продукты клеточных выделений и выводят их во внешнюю среду, создавая для клеток возможности экономии энергии на сложные выделительные процессы, а также снимают токсичное напряжение продуктами обмена веществ. Все это создает возможность для клеток, тканей и органов направлять сэкономленную энергию на другие жизненно важные стороны продукционного процесса культуры. Именно такой процесс можно считать энерго- и ресурсосберегающим, когда в системе все расходуется и распределяется без потерь и с наибольшей выгодой для каждой ступени метаболизма [17, 18].

Таким образом, можно констатировать, что растения озимой пшеницы в вариантах с применением Гумикомплекса были хорошо обеспечены водой, и данное обстоятельство положительно повлияло на физиологические функции растений и продуктивность культуры.

Урожай зерна определяется взаимодействием органов растений, многообразием морфологических и биохимических изменений, происходящих в них под действием различных изучаемых удобрений, которые являются источником элементов питания растений и поддерживают плодородие почв [19, 20].

Достоверно высокие показатели массы 1000 зерен (51,2 г) и массы зерна в колосе (2,0 г) были получены в варианте с обработкой семян озимой пшеницы раствором Гумикомплекса. Количество продуктивных стеблей при некорневой подкормке посева составило 252 шт/м², что существенно выше, чем в других вариантах. На применение приема обработки семян гуминовым удобрением Экобиосфера растения озимой пшеницы отозвались увеличением количества продуктивных стеблей (231 шт/м² относительно контрольных 158 шт/м²), массой 1000 зерен (54,8 г) и массой зерна в колосе (1,84 г), что существенно выше контрольных значений (табл. 4).

Существенно более высокий урожай зерна озимой пшеницы относительно контрольных 2,63–2,39 т/га был получен в вариантах с использованием гуминовых удобрений – 3,61–4,96 т/га. Наиболее эффективным был прием обработки семян Гумикомплексом на фоне минеральных удобрений, когда биологическая урожайность зерна составила 4,76 т/га, что выше контроля на 2,13 т, и обработки посева в фазу кущения – 4,96 т/га против 2,39 т на контроле. Применение гуминового удобрения «Экобиосфера» на минеральном фоне было также эффективным с прибавкой урожайности 1,61–1,22 т/га.

Возделывание зерновых культур – это прежде всего получение белков, углеводов, липидов, витаминов, которые определяют питательные технологические и семенные свойства зерна, поэтому являются главными химическими компонентами, определяющими его качество. Пшеница – одна из основных продовольственных культур. Ее зерно характеризуется высоким содержанием белка (18–24%) и клейковины (28–40%), а также отличными хлебопекарными качествами [21–23].

Характеризуя качественные показатели зерна озимой пшеницы сорта Московская 39, следует отметить высокое процентное содержание клейковины в варианте с опрыскиванием посевов Гумикомплексом (28,92%) и обработкой посева гуминовым удобрением «Экобиосфера» (28,84%), что выше контрольных значений на 2,04–1,96% (табл. 5).

Таблица 4

**Элементы структуры урожая озимой пшеницы сорта Московская 39
(среднее за период 2021–2023 гг.)**

Table 4

**Elements of the crop structure of winter wheat Moskovskaya 39
(average for the period 2021–2023)**

Показатель	Вариант						HCP ₀₅
	1	2	3	4	5	6	
Количество продуктивных стеблей, шт/м ²	158	171	238	252	231	172	11,4
Масса 1000 зерен, г	50,0	50,5	51,2	51,0	54,8	53,9	0,93
Масса зерна в колосе, г	1,67	1,41	2,00	1,97	1,84	2,10	0,24
Количество зерен в колосе, шт.	37,0	30,3	39,1	38,6	33,6	39,0	3,17
Биологическая урожайность, т/га	2,63	2,39	4,76	4,96	4,24	3,61	0,96

Таблица 5

Качественные показатели зерна озимой пшеницы сорта Московская 39

Table 5

Quality indicators of grain of winter wheat Moskovskaya 39

Вариант	Содержание, %						
	Азот	Сырая зола	Влага	Фосфор	Калий	Сырой жир	Клейковина
1	2,64	2,05	15,39	0,41	0,42	2,43	27,60
2	2,60	1,80	15,68	0,39	0,44	2,55	26,88
3	2,70	1,99	15,42	0,46	0,40	2,54	27,80
4	2,71	2,06	15,20	0,41	0,42	2,56	28,92
5	2,71	2,19	15,26	0,43	0,44	2,65	28,64
6	2,70	2,11	15,38	0,40	0,44	2,62	28,84

В этих вариантах выше были также показатели по содержанию сырого жира (2,56–2,62%). Содержание азота и фосфора в зерне озимой пшеницы в контрольных вариантах было ниже на 0,10–0,11%, а калий накапливался на уровне 0,42–0,44%. Содержание влаги было выше в зерне контрольных вариантов на 0,03–0,13% при обработке семян пшеницы, на 0,48–0,30% выше – при обработке посевов гуминовыми удобрениями. Меньше влаги содержало зерно при использовании Гумикомплекса при некорневом опрыскивании посевов пшеницы – 15,2%.

Выводы

Conclusions

Таким образом, гуминовые удобрения обогащенного состава в виде комплексов при выращивании озимой пшеницы сорта Московская 39 положительно повлияли на морфофизиологические процессы растений, урожайность зерна и его качественные показатели. Масса растений в фазу колошения в вариантах с обработкой семян и посева Гумикомплексом и гуматом «Экобиосфера» была выше значений контрольных вариантов. При обработке семян удобрениями Гумат «Экобиосфера» и Гумикомплекс площадь листовой поверхности растений была существенно выше контрольных показателей. Накопление углерода в растениях в фазу колошения в вариантах с обработкой семян гуминовыми удобрениями было выше на 0,010–0,013 мгС/дм², а в фазу молочной спелости несколько снизилось, но оставалось выше значений контрольных вариантов. Потенциальное осмотическое давление в вариантах с применением гуминовых удобрений представляло благоприятные условия водного режима в тканях растений пшеницы. Более высокий урожай зерна озимой пшеницы был получен в вариантах с использованием гуминовых удобрений. Наиболее эффективными были приемы обработки семян Гумикомплексом и обработки посева в фазу кущения. Применение гуминового удобрения «Экобиосфера» на минеральном фоне способствовало повышению урожайности озимой пшеницы на 1,61–1,22 т/га. Высокое содержание клейковины было получено в вариантах с опрыскиванием посевов Гумикомплексом и гуминовым удобрением «Экобиосфера».

Список источников

1. Орлов Д.С. Гуминовые вещества в биосфере // *Соросовский образовательный журнал*. 1997. № 2. С. 56–63
2. Перминова И.В. Гуминовые вещества – вызов химикам XXI века // *Химия и жизнь*. 2008. № 1. С. 50–55
3. Кукса А.Д., Потапова И.А. Гуминовые кислоты: инновации и перспективы использования // *Молодой ученый*. 2025. № 15 (566). URL: <https://moluch.ru/archive/566/123961/> (дата обращения: 14.04.2025)
4. Al-Taey D.K.A., Al-Shareefi M.J.H., Mijwel A.K. et al. The Beneficial Effects of Bio-fertilizers Combinations and Humic Acid on Growth, Yield Parameters and Nitrogen Content of Broccoli Grown under Drip Irrigation System. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2019;25(5):959-966
5. Холодинский В.В., Сенько Ж.Е., Дунькович Е.В. Использование жидкого гуминового удобрения Биоверттехно в посевах озимой пшеницы // *Земледелие и растениеводство*. 2020. № 6. С. 36–39
6. Abutova R.J., Kozhakhmetov M.K. Humic Preparation and Plant Activity. *Journal of Water and Land Development*. 2022;55(X-XII):104-108. <https://doi.org/10.24425/jwld.2022.142311>

7. Rasouli F., Nasiri Y., Asadi M. et al. Fertilizer Type and Humic Acid Improve the Growth Responses, Nutrient Uptake, and Essential Oil Content on *Coriandrum sativum* L. *Sci Rep.* 2022;12:7437. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-11555-4>
8. Новожилов И.С., Виноградова В.С., Макаров С.С. Биологическая активность почвы при использовании органоминеральных и водорастворимых удобрений в агрофитоценозе озимого тритикале // *АгроЭкоИнфо.* 2023. № 1 (55). URL: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/1/st_113.pdf (дата обращения: 21.10.2024). EDN: ENRFBP
9. Бородий С.А., Виноградова В.С., Макаров С.С. Имитационно-динамическая модель прогноза продуктивности яровой пшеницы сорта Любава с корректировкой на эффективность гуминового комплекса «Экобиосфера Б» // *Аграрный вестник Нечерноземья.* 2024. № 2 (14). С. 6–20. https://doi.org/10.52025/2712-8679_2024_02_6
10. Виноградова В.С., Бородий С.А., Макаров С.С. Ростовая модель прогноза продуктивности яровой пшеницы Любава на фоне предпосевной обработки семян препаратом «Экобиосфера Б» // *АгроЭкоИнфо.* 2024. № 2. URL: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2024/2/st_207.pdf (дата обращения: 21.10.2024)
11. Ториков В.Е., Мельникова О.В., Мамеев В.В. и др. Урожайность и качество сортов озимой пшеницы // *Агроконсультант.* 2017. № 3. С. 7–12. EDN: ZWSIND
12. Дедова Е.М., Виноградов Д.В. Урожайность озимой пшеницы в зависимости от обработки почвы и гербицидов // *Агропромышленные технологии Центральной России.* 2023. № 4. С. 59–67. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2023-29-59-67>
13. *Агроклиматический справочник по Костромской области* / Главное управление гидрометеорологической службы при Совете Министров СССР; Верхне-Волжское управление гидрометеорологической службы; Горьковская гидрометеорологическая обсерватория. Ленинград: Гидрометеиздат, 1961. 168 с., 3 л.
14. Доспехов Б.А. *Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований)*: Учебник. Изд. 6-е. Москва: Альянс, 2011. 350 с.
15. Гродзинский А.М., Гродзинский Д.М. *Краткий справочник по физиологии растений.* Изд. 2-е, испр. и доп. Киев: Наукова думка, 1973. 592 с.
16. Посыпанов Г.С. *Растениеводство. Практикум*: Учебное пособие. Москва: Инфра-М, 2024. 255 с.
17. Кайсанова Г.Б., Ураимов Т., Камилов С.К., Сулейменов Б.У. Влияние гуминового удобрения Тумат на урожайность озимой пшеницы // *Почвоведение и агрохимия.* 2021. № 3. С. 47–54. https://doi.org/10.51886/1999-740X_2021_3_47
18. Амангулиев М.Б. Гуминовые кислоты и их некоторые неспецифические свойства // *Символ науки.* 2023. № 6-2. С. 37–38. EDN: FNAGDC
19. Фадькин Г.Н., Виноградов Д.В., Щур А.В., Гогмачадзе Г.Д. Миграция азота в системе «удобрение – почва – растение» под влиянием длительного применения удобрений // *АгроЭкоИнфо.* 2015. № 4. URL: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2015/4/st_15.doc (дата обращения: 24.01.2025)
20. Кирюшин В.И. Управление плодородием почв и продуктивностью агроценозов в адаптивно ландшафтных системах земледелия // *Почвоведение.* 2019. № 9. С. 1130–1139. <https://doi.org/10.1134/S0032180X19070062>
21. Чекмарев П.А. Производство качественного зерна – важнейшая задача агропромышленного комплекса // *Земледелие.* 2009. № 4. С. 3–4. EDN: KXIFXP
22. Алиев А.М., Ваулина Г.И., Самойлов Л.Н., Старостина Е.Н. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы при комплексном применении средств химизации // *Плодородие.* 2018. № 3 (102). С. 12–14. EDN: OTXZHL
23. Сычев В.Г., Милащенко И.З., Шафран С.А. Агрохимические аспекты получения высококачественного зерна в России // *Плодородие.* 2018. № 1 (100). С. 18–19. EDN: TDIMTS

References

1. Orlov D.S. Humic substances in the biosphere. *Sorosovskiy obrazovatelniy zhurnal*. 1997;2:56-63 (In Russ.)
2. Perminova I.V. Humic substances – a challenge to chemists of the XXI century. *Khimiya i zhizn*. 2008;1:50-55 (In Russ.)
3. Kuksa A.D., Potapova I.A. Humic acids: innovations and prospects of use. *Molodoy ucheniy*. 2025;15(566). (In Russ.) URL: <https://moluch.ru/archive/566/123961/> (accessed: April 14, 2025)
4. Al-Taey D.K.A., Al-Shareefi M.J.H., Mijwel A.K., Al Tawaha A.R.M. et al. The beneficial effects of bio-fertilizers combinations and humic acid on growth, yield parameters and nitrogen content of broccoli grown under drip irrigation system. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2019;25(5):959-966.
5. Kholodinsky V.V., Senko Zh.E., Dunkovich E.V. The use of liquid humic fertilizer Biovermtechno in winter wheat crops. *Zemledelie i rasteniyevodstvo*. 2020;6:36-39 (In Russ.)
6. Abutova R.J., Kozhakhmetov M.K. Humic preparation and plant activity. *Journal of Water and Land Development*. 2022;55(X-XII):104-108. <https://doi.org/10.24425/jwld.2022.142311>
7. Rasouli F., Nasiri Y., Asadi M., Hassanpouraghdam M.B. et al. Fertilizer type and humic acid improve the growth responses, nutrient uptake, and essential oil content on *Coriandrum sativum* L. *Sci Rep*. 2022;12:7437. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-11555-4>
8. Novozhilov I.S., Vinogradova V.S., Makarov S.S. Biological activity of the soil when using organomineral and water-soluble fertilizers in the agrophytocenosis of winter triticale. *AgroEcoInfo*. 2023;1:17. (In Russ.) URL: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/1/st_113.pdf (accessed: October 21, 2024)
9. Borodiy S.A., Vinogradova V.S., Makarov S.S. Simulation-dynamic model forecasting the productivity of spring wheat variety Lyubava with adjustment for the efficiency of the humic complex “Ecobiosphere B”. *Agrarian Bulletin of the Non-Chernozem Zone*. 2024;2:6-20. (In Russ.) https://doi.org/10.52025/2712-8679_2024_02_6
10. Vinogradova V.S., Borodiy S.A., Makarov S.S. Growth model for forecasting the productivity of spring wheat Lyubava against the background of pre-sowing seed treatment with the preparation “Ecobiosphere B”. *AgroEcoInfo*. 2024;2:17. (In Russ.) URL: https://agroecoinfo.ru/STATYI/2024/2/st_207.pdf (accessed: October 21, 2024)
11. Torikov V.E., Melnikova O.V., Mameev V.V., Osipov A.A. et al. Yield and quality of winter wheat varieties. *Agroconsultant*. 2017;3:7-12. (In Russ.)
12. Dedova E.M., Vinogradov D.V. Winter wheat yield depending on tillage and herbicides. *Agropromyshlennye tekhnologii Tsentralnoy Rossii*. 2023;4:59-67. (In Russ.) <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2023-29-59-67>
13. *Agroclimatic reference book for the Kostroma Region*. Leningrad, USSR: Gidrometeoizdat, 1961:168 (In Russ.)
14. Dospekhov B.A. *Methodology of field experiment (with the basics of statistical processing of research results)*: a textbook. 6th ed. Moscow, Russia: Al'yans. 2011:350. (In Russ.)
15. Grodzinsky A.M., Grodzinsky D.M. *A Short guide to plant physiology*. 2nd ed. Kyiv, USSR: Naukova Dumka. 1973:592. (In Russ.)
16. Posypanov G.S. *Plant growing: a study guide*. Moscow, Russia: Infra-M. 2024:255. (In Russ.)
17. Kaysanova G.B., Uraimov T., Kamilov S.K., Suleimenov B.U. Influence of humic fertilizer Tumat on winter wheat yield. *Pochvovedenie i agrokhimiya*. 2021;3:47-54. (In Russ.) https://doi.org/10.51886/1999-740X_2021_3_47

18. Amanguliev M.B. Humic acids and some of their nonspecific properties. *Symbol of Science: International Scientific Journal*. 2023;6-2:37-38. (In Russ.)
19. Fadkin G.N., Vinogradov D.V., Shchur A.V., Gogmachhadze G.D. Nitrogen migration in the fertilizer-soil-plant system under the influence of long-term fertilizer application. *AgroEcoInfo*. 2015;4:15. (In Russ.) URL: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2015/4/st_15.doc (accessed: January 24, 2025)
20. Kiryushin V.I. The management of soil fertility and productivity of agrocenoses in adaptive-landscape farming systems. *Pochvovedenie*. 2019;9:1130-1139. (In Russ.) <https://doi.org/10.1134/S0032180X19070062>
21. Chekmarev P.A. Production of high-quality grain is the most important task of the agro-industrial sector. *Zemledelie*. 2009;4:3-4. (In Russ.)
22. Aliev A.M., Vaulina G.I., Samoilov L.N., Starostina E.N. Crop productivity and quality of winter wheat grain in integrated using chemicals. *Plodorodie*. 2018;3:12-14. (In Russ.)
23. Sychev V.G., Milashchenko I.Z., Shafran S.A. Agrochemical aspects of production of high-quality grain in Russia. *Plodorodie*. 2018;1:18-19. (In Russ.)

Сведения об авторах

Вера Сергеевна Виноградова, д-р с.-х. наук, профессор, профессор кафедры агрохимии, биологии и защиты растений, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия»; 156530, Российская Федерация, Костромская область, Костромской район, пос. Караваево, Учебный городок, 34; e-mail: verochka_54@list.ru

Валентина Ивановна Хитрова, канд. с.-х. наук, заведующий испытательной лабораторией, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственная станция агрохимической службы «Костромская»; 156013, Российская Федерация, г. Кострома, пр-кт Мира, 53А; e-mail: valentinach44@yandex.ru

Иван Иванович Голоктионов, канд. с.-х. наук, ассистент кафедры декоративного садоводства и газоноведения, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: goloktionov.ivan@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6988-3639>

Information about the authors

Vera S. Vinogradova, DSc (Ag), Professor, Professor at the Department of Agrochemistry, Biology and Plant Protection, Kostroma State Agricultural Academy; 34 Karavaevo Campus, Kostroma District, Kostroma Region, 156530, Russian Federation; e-mail: verochka_54@list.ru

Valentina I. Khitrova, CSc (Ag), Head of the Testing Laboratory, State Agrochemical Service Station “Kostromskaya”; 53A Mira Ave., Kostroma, 156013, Russian Federation; e-mail: valentinach44@yandex.ru

Ivan I. Goloktionov, CSc (Ag), Assistant at Department of Ornamental Horticulture and Turfgrass Science, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: goloktionov.ivan@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6988-3639>