

УДК 631.81.095.337:631.816.1

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-395-06-109-118

А.В. Ивенин ✉

В.В. Ивенин

Л.К. Петров

С.М. Голубев

Нижегородский государственный
агротехнологический университет
им. Л.Я. Флорентьева, Нижний
Новгород, Россия

✉ a.v.ivenin@mail.ru

Поступила в редакцию: 03.03.2025

Одобрена после рецензирования: 09.05.2025

Принята к публикации: 24.05.2025

© Ивенин А.В., Ивенин В.В., Петров Л.К.,
Голубев С.М.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-395-06-109-118

Alexey V. Ivenin ✉

Valentin V. Ivenin

Leonid K. Petrov

Sergey M. Golubev

Nizhny Novgorod State Florentyev
Agrotechnological University,
Nizhny Novgorod, Russia

✉ a.v.ivenin@mail.ru

Received by the editorial office: 03.03.2025

Accepted in revised: 09.05.2025

Accepted for publication: 24.05.2025

© Ivenin A.V., Ivenin V.V., Petrov L.K.,
Golubev S.M.

Влияние элементов технологии возделывания различных сортов озимой пшеницы на биометрические показатели их продуктивности в условиях Нижегородской области

РЕЗЮМЕ

Исследования проводили в полевом опыте в Нижегородской области на светло-серой лесной почве. Изучали влияние биопрепарата «Восток ЭМ-1», микро- («Нанокремний») и макроминеральных удобрений на урожайность и элементы структуры урожая различных сортов озимой пшеницы. Опыт закладывался по трехфакторной схеме.

Урожайность сортов озимой пшеницы изменялась в 2024 г. по опыту от 3,73 т/га (сорт Немчиновская 85) до 5,01 т/га (сорт Московская 82). Применение дозы минерального питания $N_{120}P_{60}K_{60}$ позволило повысить урожайность озимой пшеницы на 0,16 т/га по сравнению с вариантом без их применения — до 4,39 т/га. Опрыскивание растений пшеницы в фазу кущения микроудобрением «Нанокремний» и биопрепаратом «Восток ЭМ-1» позволяет повысить ее урожайность, соответственно, на 0,13 т/га (3,1%) и 0,31 т/га (7,5%) по сравнению с вариантом без обработок. Расчет биологической урожайности показал высокий потенциал изучаемых сортов — до 7,99 т/га (Московская 82). Применение минеральных удобрений в дозах $N_{60}P_{30}K_{30}$ и $N_{120}P_{60}K_{60}$ позволяет повысить данный показатель на 0,25–0,31 т/га. Применение в технологии возделывания озимой пшеницы биопрепарата «Восток ЭМ-1» и внекорневой подкормки препаратом «Нанокремний» позволяет повысить биологическую урожайность по сравнению с контрольным вариантом на 0,22–0,69 т/га (3,3–10,4%).

Ключевые слова: биопрепарат, микроудобрение, сорт, минеральные удобрения, озимая пшеница, урожайность, биологическая урожайность, масса 1000 зерен, продуктивный стеблестой

Для цитирования: Ивенин А.В., Ивенин В.В., Петров Л.К., Голубев С.М. Влияние элементов технологии возделывания различных сортов озимой пшеницы на биометрические показатели их продуктивности в условиях Нижегородской области. *Аграрная наука*. 2025; 395(06): 109–118.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-395-06-109-118>

The influence of elements of technology of cultivation of various varieties of winter wheat on biometric indicators of the unproductivity in the Nizhny Novgorod region

ABSTRACT

The research was conducted in a field experiment in Nizhny Novgorod region on light gray forest soil. The study examined the effects of a biological preparation “Vostok EM-1”, a microfertilizer “Nanosilicon”, and macro mineral fertilizers on yield and yield components of various winter wheat cultivars. The experiment followed a three-factor design.

In 2024, winter wheat yields in the experiment ranged from 3.73 t/ha (cv. Nemchinovskaya 85) to 5.01 t/ha (cv. Moskovskaya 82). Application of mineral fertilizers at $N_{120}P_{60}K_{60}$ increased wheat yield by 0.16 t/ha compared to the unfertilized control, reaching 4.39 t/ha. Foliar application of “Nanosilicon” microfertilizer and “Vostok EM-1” biopreparation during the tillering phase increased yields by 0.13 t/ha (3.1%) and 0.31 t/ha (7.5%), respectively, compared to untreated plots.

Biological yield potential calculations showed high productivity in studied cultivars — up to 7.99 t/ha (Moskovskaya 82). Mineral fertilizer application at $N_{60}P_{30}K_{30}$ and $N_{120}P_{60}K_{60}$ rates increased this parameter by 0.25–0.31 t/ha. Using “Vostok EM-1” biopreparation and “Nanosilicon” foliar application in winter wheat cultivation technology increased biological yield by 0.22–0.69 t/ha (3.3–10.4%) compared to the control.

Key words: biological product, micro-fertilizers, variety, mineral fertilizers, winter wheat, yield, biological yield, weight of 1000 grains, productive stem

For citation: Ivenin A.V., Ivenin V.V., Petrov L.K., Golubev S.M. The influence of elements of technology of cultivation of various varieties of winter wheat on biometric indicators of the productivity in the Nizhny Novgorod region. *Agrarian science*. 2025; 395(06): 109–118 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-395-06-109-118>

Введение/Introduction

Решение стратегических задач устойчивого развития агропромышленного комплекса в Нижегородской области невозможно без оптимизации, модернизации и адаптации новых технологий возделывания сельскохозяйственных культур, в том числе и озимой пшеницы, к зональным условиям их возделывания [1, 2].

Уровень развития агропромышленного комплекса и продовольственную безопасность в России традиционно определяет эффективность производства зерна. Увеличение его объемов производства с целью удовлетворения внутренних и внешнеторговых потребностей является важной задачей сельскохозяйственного производства, а это возможно путем стабилизации и повышения урожайности зерновых культур, и особенно озимой пшеницы [3, 4].

Задача успешного развития производства зерна может быть решена, в том числе за счет внесения оптимальных доз минеральных макро- и микроудобрений, биопрепаратов, проведения различных видов обработок растений и семян, обеспечивающих оптимальное питание растений и улучшающих агроэкологическую ситуацию в агроценозах [4–7].

Развитие сельскохозяйственной биотехнологии в 80 годах XX века способствовало созданию концепции технологии эффективных микроорганизмов (ЭМ), которые в совокупности выполняют весь спектр функций по питанию растений, их защите от болезней и оздоровлению почвенной среды. Следующие группы обитателей почвы можно отнести к эффективным микроорганизмам: фотосинтезирующие бактерии, молочнокислые бактерии, азотфиксирующие микроорганизмы, дрожжи, ферментирующие грибы, актиномицеты [6, 8].

В растениеводстве стали достаточно широко применяться кремниевые удобрения. Признака положительная роль кремния (Si) в стимулировании роста и развития растений: он оказывает существенное влияние на их рост, развитие, повышает урожайность и улучшает качество продукции. Важен в стрессовых условиях, в частности снижает опасность полегания посевов, а также поражения их болезнями и вредителями [9–11].

Решение указанных проблем предполагает за счет формирования научных основ разработки адресных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, в том числе озимой пшеницы, обеспечивающих максимальное использование почвенно-климатического потенциала Нижегородской области при дифференцированном применении производственных средств: минеральных макро- и микроудобрений, биопрепаратов, средств химической защиты растений [1, 12, 13]. Поэтому разработка и оптимизация новых технологий, а также их адаптация к

условиям Нижегородской области являются актуальными задачами.

Цель исследований — изучить влияние элементов технологии (применения микро- и макроминеральных удобрений и биопрепарата) возделывания различных сортов озимой пшеницы на биометрические показатели продуктивности их посевов в условиях Нижегородской области.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования проводили в 2024 г. на опытном поле Нижегородского НИИСХ — подразделения ФГБОУ ВО «Нижегородский ГАУ им. Л.Я. Флорентьева» на светло-серой лесной среднесуглинистой почве. На момент закладки опыта почва имела следующую агрохимическую характеристику: содержание подвижных форм фосфора и калия очень высокое (252,0 и 221,0 мг/кг почвы соответственно), содержание гумуса низкое (1,43%), pH_{kc} — 5,1 слабокислая. Предшественник — чистый пар.

Полевой опыт был заложен по трехфакторной схеме.

Фактор А. Сорт пшеницы:

- 1) Московская 39 (стандарт),
- 2) Московская 40,
- 3) Московская 56,
- 4) Московская 82,
- 5) Немчиновская 17,
- 6) Немчиновская 57,
- 7) Немчиновская 85.

Фактор Б. Обработка препаратами «Восток ЭМ-1» и «Нанокремний»:

- 1) без обработки (б/о*);
- 2) внекорневая подкормка растений в фазу кущения озимой пшеницы препаратом «Нанокремний» в дозе 500 мл/га (в/п Si);
- 3) инокуляция семян препаратом «Восток ЭМ-1» в дозе 100 мл/т (о/с «Восток ЭМ-1»);
- 4) внекорневая подкормка растений в фазу кущения (весной) озимой пшеницы препаратом «Восток ЭМ-1» в дозе 500 мл/га (в/п «Восток ЭМ-1»).

Фактор С. Фон минерального питания:

- 1) без внесения минеральных удобрений;
- 2) $N_{60}P_{30}K_{30}$;
- 3) $N_{120}P_{60}K_{60}$.

Препарат «Восток ЭМ-1» — это активная культура эффективных микроорганизмов, получаемая из ЭМ-концентрата ферментированием с патокой. Препарат не содержит химических, минеральных и синтетических добавок, внесен в Реестр производителей натуральной продукции¹ (ООО «Приморский ЭМ-Центр»², Россия). В состав препарата входят вода питьевая, сахар-песок, патока,

¹ Единый реестр производителей органической продукции. <http://opendata.mcx.ru/opendata/7708075454-organicprod>

² <https://em-russia.ru/>

комплекс молочнокислых бактерий, дрожжей и продуктов их жизнедеятельности. В 1 см³ препарата содержится не менее 1 × 10 КОЕ молочнокислых бактерий и 1 × 10 КОЕ дрожжей. Эта живая микрофлора участвует своей биомассой в накоплении органического вещества в почве и играет огромную роль в образовании доступных форм питания растений.

«Нанокремний» содержит элементарные наночастицы кремния (в составе препарата 50%), размеры которых составляют величину от 1 до 100 нм, в биологически активной форме и микроэлементы (с содержанием в препарате железа — 6%, меди — 1%, цинка — 0,5%) (производитель ООО «Нанокремний», Россия)³.

В полевом опыте испытывали сорта озимой пшеницы селекции аграрного центра ФИЦ «Немчиновка». Нижегородский НИИСХ — структурное подразделение ФГБОУ ВО «Нижегородский ГАУ им. Л.Я. Флорентьева» ведет совместную селекционную работу по эколого-зональному испытанию сортов и сортообразцов данного научного центра.

В 2021 году в реестр селекционных достижений (4-й регион) был включен сорт озимой пшеницы совместной селекции Нижегородского НИИСХ (филиала аграрного научного центра Северо-Востока им. Рудницкого) и аграрного центра ФИЦ «Немчиновка» Московская 82. Кроме того, изучаемые сорта озимой пшеницы в Нижегородской области занимают более 50% посевных площадей, поэтому проведение научно-исследовательской работы с изучением элементов технологии возделывания данных сортов озимой пшеницы актуально в Нижегородской области.

Делянки для проведения эксперимента размещали систематически в четырехкратной повторности. Общая площадь делянки составила 12,4 м², учетная — 11,0 м². Под предпосевную культивацию, проводимую АКШ-4,2 (ПООО «Техмаш», Беларусь) на глубину заделки семян (4–6 см) вносили 6 сентября минеральные удобрения («Диаммофоска» 10:26:26) согласно приведенной выше схеме опыта.

Норма высева сортов озимой пшеницы составляла 4,5 млн всхожих семян на 1 га.

Протравливание посевного материала во всех вариантах проводили фунгицидом «Стингер-Трио» (доза 0,5 л/т) и инсектицидом «Имидор Про» (доза 1 л/т). За два часа до высева семян, согласно схеме опыта, в вариантах с обработкой «Восток ЭМ-1» проводили их инокуляцию данным биопрепаратом. Оба препарата произведены российской фирмой ООО «Агрохиминвест». Посев осуществили 7 сентября 2023 года сеялкой ССФК-7 («Омский АНЦ», Россия).

Уход за посевами включал весеннюю подкормку аммиачной селитрой (34,4%) в дозах согласно схеме опыта (вручную поделяночно) 11 апреля с последующей заделкой их зубowymi боронами. Опрыскивание вариантов полевого опыта с применением внекорневых обработок посевов озимой пшеницы биопрепаратами «Восток ЭМ-1» и «Нанокремний» провели 5 мая с помощью ранцевого аккумуляторного опрыскивателя. Перед уборкой проводили видовую и сортовую прочистку. Уборку проводили 24 июля поделяночно прямым комбайнированием «Сампо 130» (Sampo-Rosenlew, Финляндия).

Исследования были проведены в соответствии с методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур⁴. Массу 1000 зерен определяли по ГОСТ ISO 520-2014⁵. Математическая обработка данных проведена методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову⁶ с использованием компьютерной программы Statist (США).

Результаты и обсуждение /

Results and discussion

По климатическим условиям Кстовский район (Нижегородская обл., Россия), где расположено опытное поле Нижегородского НИИСХ, относится к четвертому агроклиматическому району — умеренно теплому, влажному.

Метеорологические условия вегетационного периода за 2024 г. предоставлены метеостанцией «Ройка» (Кстовский р-н)⁷. В целом метеорологические условия зимне-весеннего периода 2024 г. характеризовались повышенной температурой воздуха и более обильными осадками (по сравнению со среднемноголетними значениями). Погодные условия в данный период в целом были благоприятными для накопления влаги, но способствовали выпреванию растений озимой пшеницы.

Несмотря на то что ГТК за вегетационный период 2024 года составил 2,2 — выше среднего многолетнего показателя (1,3), погодные условия вегетации сельскохозяйственных культур в весенне-летний период были неоднозначными. Так, в I декаде мая выпало много осадков (41,0 мм), а II и III декады были засушливыми. Июнь был засушливым (ГТК — 0,7 при среднемноголетнем значении 1,3). Июль характеризовался засушливыми погодными условиями в первых двух декадах (ГТК, соответственно, составил 0,3 и 1,0) и хорошим увлажнением в III (ГТК — 2,9 при среднемноголетнем значении 1,2). Первые две декады августа были с обильными осадками и повышенной температурой (ГТК в I и II декадах августа составил 3,6 и 4,7 при среднемноголетних значениях, соответственно, 1,2 и 1,3), а III декада августа была засушливой — ГТК — 0,2 (среднемноголетнее значение 1,3) (рис.).

³ <https://nano-si.ru/>

⁴ Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1. Общая часть. Москва. 2019; 384.

⁵ ГОСТ ISO 520-2014 Зерновые и бобовые. Определение массы 1000 зерен.

⁶ Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат. 2011; 251.

⁷ Обзор агрометеорологических условий за 2024 г. [Агрометеостанция «Ройка»]. Нижний Новгород. 2024.

Рис. Гидротермический коэффициент по Солянинову
Fig. Selyaninov hydrothermal coefficient



Биометрические показатели структуры урожая являются количественным и качественным выражением жизнедеятельности органов и элементов растений, определяющих биологический (потенциальный) урожай и отражающих взаимодействие организма и среды на определенных этапах их развития. Одним из элементов структуры урожая является количество продуктивных стеблей (табл. 1).

Из полученных данных следует, что изучаемые в опыте сорта озимой пшеницы в среднем не различались по такому показателю, как количество растений перед

Таблица 1. Количество продуктивных стеблей растений озимой пшеницы в зависимости от сорта, минеральных удобрений и биопрепарата
Table 1. The number of productive stems of winter wheat plants depending on the variety, mineral fertilizers and biopreparation

Сорт	Фон удобрений	Характеристика варианта*	Количество растений, шт/м²		Гибель растений, %	Количество продуктивных стеблей, шт.	
			перед уходом в зиму	перед уборкой опыта		на 1 м²	на одно растение
1	2	3	4	5	6	7	8
Московская 39	без удобрений	б/о	242	100	58,7	469	4,7
		в/п Si	266	102	61,7	470	4,6
		о/с «Восток ЭМ-1»	264	102	61,4	461	4,5
		в/п «Восток ЭМ-1»	262	108	58,2	455	4,2
	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀	б/о	248	108	56,5	462	4,3
		в/п Si	278	102	63,3	459	4,5
		о/с «Восток ЭМ-1»	272	108	60,3	450	4,2
		в/п «Восток ЭМ-1»	301	112	62,8	463	4,1
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	б/о	254	104	59,1	468	4,5
		в/п Si	259	111	57,1	479	4,3
		о/с «Восток ЭМ-1»	260	106	59,2	475	4,5
		в/п «Восток ЭМ-1»	272	114	58,1	469	4,1
Московская 40	без удобрений	б/о	244	106	56,4	443	4,2
		в/п Si	266	109	59,9	459	4,2
		о/с «Восток ЭМ-1»	290	112	61,4	447	4,0
		в/п «Восток ЭМ-1»	288	110	61,8	448	4,1
	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀	б/о	266	106	60,1	435	4,1
		в/п Si	290	108	62,7	447	4,1
		о/с «Восток ЭМ-1»	296	114	61,5	436	3,8
		в/п «Восток ЭМ-1»	310	110	64,5	459	4,2
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	б/о	268	108	59,7	429	4,0
		в/п Si	284	110	61,3	440	4,0
		о/с «Восток ЭМ-1»	290	114	60,7	452	4,0
		в/п «Восток ЭМ-1»	296	112	62,2	465	4,2
Московская 56	без удобрений	б/о	242	96	60,3	430	4,5
		в/п Si	224	102	54,5	436	4,3
		о/с «Восток ЭМ-1»	236	112	52,5	445	4,0
		в/п «Восток ЭМ-1»	258	112	56,3	452	4,0
	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀	б/о	240	106	55,8	427	4,3
		в/п Si	251	112	55,4	438	3,9
		о/с «Восток ЭМ-1»	266	114	57,1	445	3,9
		в/п «Восток ЭМ-1»	278	120	56,8	453	3,8
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	б/о	260	102	60,7	439	4,3
		в/п Si	266	108	59,4	424	3,9
		о/с «Восток ЭМ-1»	269	112	58,4	452	4,0
		в/п «Восток ЭМ-1»	258	114	55,8	448	3,9

1	2	3	4	5	6	7	8
Московская 82	без удобрений	б/о	262	100	61,8	476	4,7
		в/п Si	272	106	61,1	476	4,5
		о/с «Восток ЭМ-1»	278	112	59,7	486	4,3
		в/п «Восток ЭМ-1»	290	106	63,5	481	4,5
	$N_{60}P_{30}K_{30}$	б/о	296	108	63,4	482	4,5
		в/п Si	300	108	64,0	494	4,6
		о/с «Восток ЭМ-1»	306	112	63,4	489	4,4
		в/п «Восток ЭМ-1»	303	118	61,1	505	4,3
	$N_{120}P_{60}K_{60}$	б/о	296	108	63,5	488	4,5
		в/п Si	298	112	62,4	508	4,5
		о/с «Восток ЭМ-1»	304	112	63,2	519	4,6
		в/п «Восток ЭМ-1»	316	120	62,3	521	4,3
Немчиновская 17	без удобрений	б/о	222	102	56,0	393	3,9
		в/п Si	236	108	54,2	408	3,8
		о/с «Восток ЭМ-1»	230	114	50,5	421	3,7
		в/п «Восток ЭМ-1»	224	114	49,1	435	3,8
	$N_{60}P_{30}K_{30}$	б/о	218	102	53,2	405	4,0
		в/п Si	230	108	53,0	426	3,9
		о/с «Восток ЭМ-1»	232	114	50,9	434	3,8
		в/п «Восток ЭМ-1»	236	118	50,0	442	3,8
	$N_{120}P_{60}K_{60}$	б/о	218	112	48,6	411	3,7
		в/п Si	224	108	57,8	423	3,9
		о/с «Восток ЭМ-1»	228	112	50,9	436	3,9
		в/п «Восток ЭМ-1»	236	112	52,5	448	4,0
Немчиновская 57	без удобрений	б/о	242	106	56,2	398	3,8
		в/п Si	260	108	58,5	422	3,9
		о/с «Восток ЭМ-1»	278	112	58,8	434	3,9
		в/п «Восток ЭМ-1»	266	114	57,1	438	3,8
	$N_{60}P_{30}K_{30}$	б/о	248	112	54,8	402	3,6
		в/п Si	242	108	55,4	426	3,9
		о/с «Восток ЭМ-1»	257	108	58,0	439	4,1
		в/п «Восток ЭМ-1»	266	114	55,4	446	3,9
	$N_{120}P_{60}K_{60}$	б/о	269	108	59,9	411	3,8
		в/п Si	278	112	59,8	423	3,8
		о/с «Восток ЭМ-1»	284	110	61,4	430	3,9
		в/п «Восток ЭМ-1»	296	114	61,5	449	3,9
Немчиновская 85	без удобрений	б/о	248	108	56,5	448	4,1
		в/п Si	264	108	59,1	467	4,3
		о/с «Восток ЭМ-1»	280	112	60,0	476	4,2
		в/п «Восток ЭМ-1»	275	112	59,3	483	4,3
	$N_{60}P_{30}K_{30}$	б/о	262	106	59,5	459	4,3
		в/п Si	278	112	59,7	473	4,2
		о/с «Восток ЭМ-1»	265	112	57,4	482	4,3
		в/п «Восток ЭМ-1»	286	118	58,3	468	4,0
	$N_{120}P_{60}K_{60}$	б/о	264	108	59,1	469	4,4
		в/п Si	279	114	59,1	477	4,2
		о/с «Восток ЭМ-1»	272	114	58,1	492	4,3
		в/п «Восток ЭМ-1»	282	120	57,4	489	4,1
Среднее по фактору А	Московская 39		265	106	59,7	465	4,4
	Московская 40		282	102	61,0	447	4,1
	Московская 56		254	109	56,9	441	4,1
	Московская 82		293	110	62,5	494	4,5
	Немчиновская 17		228	110	52,2	423	3,9
	Немчиновская 57		266	111	58,1	427	3,9
	Немчиновская 85		271	112	58,6	474	4,2

1	2	3	4	5	6	7	8
Среднее по фактору В	без удобрений		257	108	58,0	448	4,2
	$N_{60}P_{30}K_{30}$		269	111	58,4	452	4,1
	$N_{120}P_{60}K_{60}$		271	111	58,9	458	4,1
Среднее по фактору С	б/о		253	106	58,1	440	4,2
	в/п Si		264	108	59,2	451	4,2
	о/с «Восток ЭМ-1»		269	111	58,3	457	4,1
	в/п «Восток ЭМ-1»		276	113	58,3	463	4,1
НСР ₀₅ (фактор А — сорт)			68,9	10,3	12,3	10,4	0,4
НСР ₀₅ (фактор В — минеральные удобрения)			12,2	8,3	7,4	7,5	0,3
НСР ₀₅ (фактор С — биопрепараты)			27,2	4,3	4,1	4,6	0,2
НСР ₀₅ (взаимодействие ABC)			91,3	19,8	20,3	18,7	0,9

Примечание: * расшифровка сокращений представлена в разделе «Материалы и методы исследования».

уходом в зиму, и он составил 228–293 шт/м² (НСР₀₅ по фактору А — 68,9). Количество растений перед уборкой составило 102–112 шт/м² (НСР₀₅ по фактору А — 10,3).

К моменту уборки урожая отмечали значительную гибель растений, которая складывается из их гибели при перезимовке и в течение всей вегетации. Показатель гибели растений составил 52,2–62,5% (НСР₀₅ по фактору А — 12,3). В связи с такой гибелью растений важное значение приобретает показатель «количество продуктивных стеблей на 1 м² и на одно растение», которое может компенсировать отмеченные выше потери.

В данном опыте этот показатель изменялся от 423 шт. у сорта Немчиновская 17 до 494 шт. у Московской 82 (НСР₀₅ по фактору А — 10,4). При учете количества продуктивных стеблей на одно растение выявлено, что он варьировал от 3,9 шт. (сорт Немчиновская 17 и Немчиновская 57) до 4,5 шт. (сорт Московская 82) и различался в 1,3 раза (НСР₀₅ по фактору А — 0,4). Применение макро- и микроудобрений, биопрепарата не повлияло на показатели продуктивной кустистости в погодных условиях вегетационного периода.

В таблице 2 представлено формирование основных элементов структуры урожая озимой пшеницы в зависимости от сорта, применяемых минеральных удобрений и биопрепарата.

Элементы структуры урожая (количество продуктивных стеблей, количество зерен в колосе, масса зерна с одного колоса, масса 1000 зерен) позволяют рассчитать потенциальную (биологическую) урожайность озимой пшеницы (табл. 2).

Показатель массы 1000 зерен был значительным и колебался по вариантам опыта от 50,0 г у стандартного сорта Московская 40 до 60,1 г у сорта Московская 82. Внесение изучаемых доз минерального питания растений $N_{60}P_{30}K_{30}$ и $N_{120}P_{60}K_{60}$ позволило повысить изучаемый показатель, соответственно, на 1,4 г и 2,5 г по сравнению с контрольным вариантом. Применение биопрепарата и микроудобрения не повлияло на показатель массы 1000 зерен (табл. 2).

Количество зерен в колосе варьировало по опыту от 32,2 шт. у сортов Московская 39, Немчиновская 57 и Немчиновская 85 до 35,9 шт. у сорта Московская 82 (при НСР₀₅ по фактору А — 0,97). Применение минеральных удобрений в дозах $N_{60}P_{30}K_{30}$ и $N_{120}P_{60}K_{60}$ позволяет повысить данный

Таблица 2. Элементы структуры урожая озимой пшеницы в зависимости от сортов, минеральных удобрений и биопрепарата

Table 2. Elements of the winter wheat crop structure depending on varieties, mineral fertilizers and biological products

Сорт	Фон удобрений	Характеристика варианта*	** Высота растений, см	Масса 1000 зерен, г	Количество колосков в колосе, шт.	Количество зерен в колосе, шт.	Масса зерна с одного колоса, г	Биологическая урожайность, т/га
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Московская 39	без удобрений	б/о	70,1	48,8	17,5	33,3	1,40	6,57
		в/п Si	76,5	48,7	17,4	33,7	1,38	6,49
		о/с «Восток ЭМ-1»	75,6	49,2	16,8	33,5	1,45	6,68
		в/п «Восток ЭМ-1»	83,4	49,7	17,5	33,2	1,47	6,69
	$N_{60}P_{30}K_{30}$	б/о	76,4	50,5	17,2	32,1	1,51	6,98
		в/п Si	70,3	48,6	17,8	30,3	1,49	6,84
		о/с «Восток ЭМ-1»	79,3	51,4	17,0	31,2	1,46	6,57
		в/п «Восток ЭМ-1»	78,6	51,2	17,7	32,7	1,48	6,85
	$N_{120}P_{60}K_{60}$	б/о	81,0	50,4	17,8	32,1	1,41	6,60
		в/п Si	81,8	49,9	17,8	32,7	1,47	6,51
		о/с «Восток ЭМ-1»	79,1	50,9	17,4	30,9	1,51	6,93
		в/п «Восток ЭМ-1»	82,6	51,6	17,9	30,4	1,57	7,03

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Московская 40	без удобрений	б/о	72,9	50,2	17,2	34,7	1,43	6,51
		в/п Si	76,4	51,2	18,5	33,0	1,50	6,70
		о/с «Восток ЭМ-1»	74,4	51,6	17,5	30,9	1,49	6,66
		в/п «Восток ЭМ-1»	75,1	50,3	17,3	32,3	1,52	6,81
	$N_{60}P_{30}K_{30}$	б/о	73,9	49,5	16,6	31,3	1,46	6,55
		в/п Si	68,3	49,7	16,9	32,7	1,62	7,24
		о/с «Восток ЭМ-1»	68,1	49,4	17,5	33,8	1,63	7,11
		в/п «Восток ЭМ-1»	68,7	49,6	17,4	33,2	1,67	7,66
	$N_{120}P_{60}K_{60}$	б/о	66,5	49,0	16,5	31,2	1,37	6,15
		в/п Si	68,3	50,3	16,9	32,7	1,52	6,69
		о/с «Восток ЭМ-1»	69,2	49,3	17,2	31,4	1,59	7,19
		в/п «Восток ЭМ-1»	68,5	50,2	17,8	32,2	1,66	7,38
Московская 56	без удобрений	б/о	70,1	50,6	16,5	33,5	1,45	6,24
		в/п Si	72,7	51,7	17,8	33,1	1,54	6,71
		о/с «Восток ЭМ-1»	69,2	50,7	17,2	30,4	1,48	6,59
		в/п «Восток ЭМ-1»	80,7	53,5	17,7	34,2	1,55	7,00
	$N_{60}P_{30}K_{30}$	б/о	82,8	55,3	17,3	30,3	1,56	6,66
		в/п Si	82,7	55,2	17,8	33,1	1,54	6,74
		о/с «Восток ЭМ-1»	67,3	55,1	17,2	34,5	1,51	6,72
		в/п «Восток ЭМ-1»	76,2	55,4	16,9	32,1	1,54	6,97
	$N_{120}P_{60}K_{60}$	б/о	69,8	57,1	17,8	33,6	1,46	6,41
		в/п Si	84,1	57,9	18,0	33,9	1,47	6,23
		о/с «Восток ЭМ-1»	82,8	58,5	16,6	32,7	1,48	6,68
		в/п «Восток ЭМ-1»	86,2	58,7	18,5	31,6	1,65	7,39
Московская 82	без удобрений	б/о	74,1	57,9	17,8	33,9	1,47	7,00
		в/п Si	73,3	58,5	17,7	33,2	1,51	7,18
		о/с «Восток ЭМ-1»	82,8	58,5	16,6	32,7	1,58	7,67
		в/п «Восток ЭМ-1»	86,2	58,3	18,5	31,6	1,65	7,93
	$N_{60}P_{30}K_{30}$	б/о	66,8	60,1	18,1	37,5	1,64	7,90
		в/п Si	73,5	60,2	18,4	35,2	1,61	7,95
		о/с «Восток ЭМ-1»	70,1	60,6	18,3	36,6	1,65	8,06
		в/п «Восток ЭМ-1»	66,9	61,0	17,2	38,3	1,62	8,18
	$N_{120}P_{60}K_{60}$	б/о	73,2	60,9	17,5	37,8	1,64	8,00
		в/п Si	68,1	59,7	16,6	38,7	1,71	8,34
		о/с «Восток ЭМ-1»	67,2	62,1	16,7	36,3	1,74	8,70
		в/п «Восток ЭМ-1»	69,9	63,0	16,9	38,8	1,71	8,91
Немчиновская 17	без удобрений	б/о	60,3	49,3	16,7	31,3	1,52	5,97
		в/п Si	60,7	53,1	16,7	33,1	1,58	6,45
		о/с «Восток ЭМ-1»	61,5	51,6	17,3	31,8	1,58	6,70
		в/п «Восток ЭМ-1»	63,8	54,4	17,2	32,9	1,63	7,10
	$N_{60}P_{30}K_{30}$	б/о	67,9	52,1	16,3	33,2	1,54	6,23
		в/п Si	67,8	52,6	15,8	31,7	1,52	6,47
		о/с «Восток ЭМ-1»	73,6	53,0	15,7	32,1	1,56	6,77
		в/п «Восток ЭМ-1»	63,8	53,2	18,3	34,2	1,58	6,98
	$N_{120}P_{60}K_{60}$	б/о	64,5	53,3	17,9	38,3	1,55	6,37
		в/п Si	69,2	53,4	18,6	32,5	1,61	6,81
		о/с «Восток ЭМ-1»	79,3	52,1	18,2	34,5	1,61	7,02
		в/п «Восток ЭМ-1»	78,1	51,6	18,2	33,8	1,63	7,30
Немчиновская 57	без удобрений	б/о	71,4	51,6	16,8	32,6	1,52	6,05
		в/п Si	68,1	51,6	17,2	33,1	1,58	6,67
		о/с «Восток ЭМ-1»	71,1	52,0	17,0	32,8	1,61	6,99
		в/п «Восток ЭМ-1»	68,1	52,4	16,8	31,5	1,62	7,10
	$N_{60}P_{30}K_{30}$	б/о	59,6	50,8	18,1	30,5	1,50	6,03
		в/п Si	68,7	54,8	17,0	31,2	1,52	6,47
		о/с «Восток ЭМ-1»	68,7	55,1	17,7	30,3	1,55	6,80
		в/п «Восток ЭМ-1»	68,1	56,2	17,8	34,3	1,59	7,09
	$N_{120}P_{60}K_{60}$	б/о	74,1	55,3	16,4	31,5	1,55	6,37
		в/п Si	70,3	54,8	16,9	32,3	1,50	6,34
		о/с «Восток ЭМ-1»	73,1	55,7	17,0	31,7	1,62	6,96
		в/п «Восток ЭМ-1»	70,1	56,8	17,9	34,1	1,57	7,05

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Немчиновская 85	без удобрений	б/о	67,1	52,4	16,8	30,4	1,43	6,41
		в/п Si	68,5	52,9	16,9	30,9	1,40	6,54
		о/с «Восток ЭМ-1»	66,3	53,1	17,3	31,5	1,42	6,76
		в/п «Восток ЭМ-1»	67,9	54,1	17,2	34,1	1,47	7,10
	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀	б/о	63,7	51,9	17,5	33,8	1,51	6,93
		в/п Si	64,2	52,6	17,2	33,2	1,48	7,00
		о/с «Восток ЭМ-1»	66,9	53,6	16,9	32,8	1,50	7,42
		в/п «Восток ЭМ-1»	68,3	55,2	17,1	32,0	1,54	7,21
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	б/о	69,3	55,3	17,1	31,5	1,45	6,80
		в/п Si	66,3	55,7	16,7	32,3	1,49	7,11
		о/с «Восток ЭМ-1»	66,4	56,5	16,6	31,7	1,44	7,08
		в/п «Восток ЭМ-1»	71,1	56,3	16,9	32,4	1,54	7,53
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Среднее по фактору А	Московская 39		77,9	50,1	17,5	32,2	1,47	6,73
	Московская 40		70,9	50,0	17,3	32,5	1,54	6,89
	Московская 56		77,1	55,0	17,4	32,8	1,52	6,70
	Московская 82		72,7	60,1	17,5	35,9	1,63	7,99
	Немчиновская 17		67,5	52,5	17,2	33,3	1,58	6,68
	Немчиновская 57		69,3	53,9	17,2	32,2	1,56	6,66
	Немчиновская 85		62,2	54,1	17,0	32,2	1,47	6,99
Среднее по фактору В	без удобрений		71,7	52,4	17,3	32,6	1,46	6,76
	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀		70,4	53,7	17,3	33,0	1,55	7,01
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀		73,2	54,9	17,4	33,3	1,55	7,07
Среднее по фактору С	б/о		67,1	54,9	17,2	33,1	1,49	6,61
	в/п Si		74,4	53,4	17,4	33,0	1,53	6,83
	о/с «Восток ЭМ-1»		72,0	53,7	17,1	32,6	1,55	6,83
	в/п «Восток ЭМ-1»		73,4	54,3	17,6	31,9	1,58	7,30
HCP ₀₅ (фактор А — сорт)			2,21	1,52	0,83	0,97	0,04	0,34
HCP ₀₅ (фактор В — минеральные удобрения)			3,37	0,98	0,23	0,30	0,09	0,24
HCP ₀₅ (фактор С — биопрепараты)			1,25	0,75	0,56	1,36	0,03	0,19
HCP ₀₅ (взаимодействие ABC)			4,01	2,43	1,57	2,47	0,21	0,63

Примечание: * расшифровка сокращений представлена в разделе «Материалы и методы исследования»; ** биометрический показатель не является элементом структуры урожая.

показатель на 0,4 шт. и 0,7 шт. зерен с одного колоса по сравнению с контрольным вариантом без их внесения (при HCP₀₅ по фактору В — 0,30). При этом внесение двойной дозы ($N_{120}P_{60}K_{60}$) минерального питания позволило увеличить число зерен в колосе по сравнению с применением одинарных доз ($N_{60}P_{30}K_{30}$) на 0,3 шт. (при HCP₀₅ по фактору В — 0,30).

Применение в технологии возделывания озимой пшеницы биопрепарата «Восток ЭМ-1» (как в виде предпосевной обработки семян) так и при внекорневом опрыскивании вегетирующих растений пшеницы в фазу кущения) и «Нанокремния» позволяет повысить показатель массы зерен с одного колоса по сравнению с контрольным вариантом на 0,04–0,10 г (при HCP₀₅ по фактору С — 0,03). При этом различий от применения таких элементов технологии возделывания озимой пшеницы, как предпосевная обработка биопрепаратом и внекорневая подкормка препаратом, содержащим микроэлементы, не выявлено (табл. 2).

Расчет биологической урожайности показал высокий потенциал изучаемых в опыте сортов — до 7,99 т/га (Московская 82). При этом у стандартного сорта Московская 39 эта биологическая урожайность составляла 6,73 т/га (при HCP₀₅

по фактору А — 0,34) (табл. 2). Применение минеральных удобрений в дозах $N_{60}P_{30}K_{30}$ и $N_{120}P_{60}K_{60}$ позволяет повысить данный показатель на 0,25–0,31 т/га (при HCP₀₅ по фактору В — 0,24). При этом различий от внесения как одинарных ($N_{60}P_{30}K_{30}$), так и двойных ($N_{120}P_{60}K_{60}$) доз минерального питания растений озимой пшеницы в погодных условиях вегетации не обнаружено.

Применение в технологии возделывания озимой пшеницы биопрепарата (как в виде предпосевной обработки семян, так и при внекорневом опрыскивании вегетирующих растений пшеницы в фазу кущения) и внекорневой подкормки препаратом, содержащим микроэлементы, позволяет повысить показатель биологической (потенциальной) урожайности по сравнению с контрольным вариантом на 0,22–0,69 т/га (3,3–10,4%) (при HCP₀₅ по фактору С — 0,19). При этом различий от предпосевной обработки семян биопрепаратом и внекорневой подкормки препаратом, содержащим микроэлементы, не выявлено (табл. 2), что согласуется с данными других авторов [14].

Высота растений не является элементом структуры урожая, но этот признак очень важен для понимания устойчивости растений к полеганию и возможным потерям в урожай. В результате

наблюдений выявлено, что сорта озимой пшеницы под общим названием Немчиновские (Немчиновская 17, Немчиновская 57, Немчиновская 85 — длина составила от 62,2 до 69,3 см) более низкорослые, чем сорта под общим названием Московские (Московская 39, Московская 40, Московская 56, Московская 82 — длина составила от 72,7 до 77,9 см). Это говорит о способности их в большей степени противостоять внешним факторам, способствующим к полеганию растений. Минеральные удобрения в погодных условиях вегетации растений пшеницы (теплая и продолжительная осень и ранняя, но холодная весна) не повлияли на высоту растений (табл. 2).

Сорт Московская 82 в почвенно-климатических условиях Нижегородской области показывает себя более урожайным по сравнению с другими изучаемыми сортами озимой пшеницы, так как это новый сорт интенсивного типа, отзывчивый к применению различных элементов технологии его возделывания (в том числе к внесению минеральных микро- и макроудобрений, биопрепаратов). Кроме того, данный сорт был выведен в результате совместной работы ученых ФИЦ «Немчиновка и Нижегородского НИИСХ в условиях Нижегородской области, и он лучше других исследуемых сортов адаптирован к местным условиям возделывания [15].

Таким образом, в исследованиях выявлено, что наиболее эффективным приемом для повышения биологической урожайности озимой пшеницы является прием внекорневого опрыскивания вегетирующих растений биопрепаратом в

фазу кущения, внесения изучаемых доз минерального питания и в сочетании с возделыванием современных сортов данной культуры (Московская 82).

Выводы/Conclusions

Установлено, что в погодных условиях 2024 г. расчет биологической урожайности показал высокий потенциал изучаемых сортов — до 7,99 т/га (Московская 82). Применение минеральных удобрений в дозах $N_{60}P_{30}K_{30}$ и $N_{120}P_{60}K_{60}$ позволяет повысить данный показатель на 0,25–0,31 т/га. Применение в технологии возделывания озимой пшеницы биопрепарата (как в виде предпосевной обработки семян, так и при внекорневом опрыскивании вегетирующих растений пшеницы в фазу кущения) и внекорневой подкормки препаратом «Нанокремний» позволяет повысить показатель биологической (потенциальной) урожайности по сравнению с контрольным вариантом на 0,22–0,69 т/га (3,3–10,4%).

В результате проведенной научно-исследовательской работы рекомендовать для сельхозтоваропроизводителей Нижегородской области внедрять в производство высокорентабельные современные сорта озимой пшеницы интенсивного типа Московская 82 и Немчиновская 85. В технологии возделывания применять биопрепарат «Восток ЭМ-1» и препарат «Нанокремний» путем опрыскивания растений в фазу кущения при возобновлении их вегетации весной в дозах 500 мл/га по фону минерального питания $N_{60}P_{30}K_{30}$.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено за счет Минобрнауки РФ в рамках государственного задания «Разработка системы удобрения и защиты растений для технологий высокопродуктивного и экологически чистого производства зерновых, зернобобовых и масличных культур» (тема НИР, регистрационный номер НИР в ЕГИСУ НИОКТР 5-4.1.6-1024072200018).

FUNDING

The research was carried out at the expense of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation within the framework of the state assignment "Development of a fertilizer and plant protection system for technologies of highly productive and environmentally friendly production of cereals, legumes and oilseeds" (research topic, research registration number. in EGISU R&D 1024072200018-5-4.1.6).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Черкасов Г.Н., Пыхтин И.Г., Гостев А.В. Современный подход к систематизации обработок почвы в агротехнологиях нового поколения. Достижения науки и техники АПК. 2016; 30(1): 5–8. <https://elibrary.ru/tlfaht>
2. Козлова Л.М., Попов Ф.А., Носкова Е.Н., Денисова А.В. Применение основных элементов ресурсосберегающих экологически безопасных технологий при выращивании яровых зернофуражных культур в центральной зоне Северо-Востока европейской части России. Романюк В. (ред.). Проблемы интенсификации животноводства с учетом охраны окружающей среды и производства альтернативных источников энергии, в том числе биогаза. Фаленты; Варшава: Институт технологических и естественных наук в Фалентах. Отделение в Варшаве. 2018; 67–74. <https://elibrary.ru/uzokxv>
3. Жученко А.А. Обеспечение продовольственной безопасности России в XXI веке на основе адаптивной стратегии устойчивого развития АПК: (теория и практика). Киров: НИИСХ Северо-Востока. 2009; 273. ISBN 978-5-7352-0121-2

REFERENCES

1. Cherkasov G.N., Pykhtin I.G., Gostev A.V. Modern approach to tillage systematization in agricultural technologies of new generation. *Achievements of science and technology in agribusiness*. 2016; 30(1): 5–8 (in Russian). <https://elibrary.ru/tlfaht>
2. Kozlova L.M., Popov F.A., Noskova E.N., Denisova A.V. Technologies of growing of spring grain-forage crops in central part of European North-East of Russia. Romaniuk W. (ed.). Problems of intensification of animal production including environment protection and alternative energy production as well as biogas. Falenty; Warsaw: *Institute of Technology and Life Sciences. Branch Warsaw*. 2018; 67–74 (in Russian). <https://elibrary.ru/uzokxv>
3. Zhuchenko A.A. Ensuring Russia's foods security in the 21st century based on an adaptive strategy for the sustainable development of agriculture: (theory and practice). Kirov: *Scientific Research Institute of Agriculture of the Northeast*. 2009; 273 (in Russian). ISBN 978-5-7352-0121-2

4. Сандухадзе Б.И. и др. Сорты озимой пшеницы центра Нечерноземья РФ и реализация их потенциала в производственных условиях. Достижения и перспективы научного обеспечения агропромышленного комплекса Центрального региона России. Материалы научно-практической конференции, посвященной 80-летию Московского НИИИХ «Немчиновка». М.: Восход-А. 2012; 55–59.

<https://elibrary.ru/zfxrnv>

5. Сандухадзе Б.И., Мамедов Р.З., Крахмалева М.С., Бугрова В.В. Урожайность сортов озимой мягкой пшеницы, элементы ее структуры и адаптивные свойства в условиях Нечерноземной зоны. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2021; (3): 17–22. <https://doi.org/10.24412/2309-348X-2021-3-17-22>

6. Фомин В.Н., Козин А.М., Мардиев И.И., Хуснутдинов Р.Г. Влияние различных схем применения макро- и микроудобрений и стимуляторов роста на водный режим почвы, водопотребление, урожайность и качество зерна озимой пшеницы. *Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии*. 2022; 7(2): 19–29. https://doi.org/10.55471/19973225_2022_7_2_19

7. Васин В.Г., Трифонов Д.И., Саниев Р.Н. Показатели фотосинтетической деятельности растений в посевах кукурузы при выращивании на планируемый урожайность. *Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии*. 2022; 7(2): 3–10. https://doi.org/10.55471/19973225_2022_7_2_3

8. Rusek P., Mikos-Szymańska M., Karsznia M., Sienkiewicz-Cholewa U., Igras J. The effectiveness of nitrogen-phosphorus fertilization in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivation. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2016; 22(5): 752–755.

9. Кошеляев В.В., Карпова Л.В. Влияние элементов технологии на урожай и посевные качества семян озимой пшеницы. *Нива Поволжья*. 2019; (4): 60–66. <https://elibrary.ru/tcvqqz>

10. Simsek S. et al. Effect of pre-harvest sprouting on physicochemical changes of proteins in wheat. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2014; 94(2): 205–212. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6229>

11. Куликова А.Х., Яшин Е.А., Волкова Е.С. Кремнистые породы в системе удобрения озимой пшеницы. *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2020; (3): 53–59. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2020-3-53-59>

12. Ивенин А.В., Ивенин В.В., Шубина К.В., Саков А.П. Влияние технологии возделывания залежных земель на урожайность и энергетическую эффективность выращивания зерновых культур в условиях юго-востока Волго-Вятского региона. *Аграрная наука*. 2022; (7–8): 121–125 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-121-125>

13. Vejan P., Abdullah R., Khadiran T., Ismail S., Nasrulhaq Boyce A. Role of Plant Growth Promoting Rhizobacteria in Agricultural Sustainability — A Review. *Molecules*. 2016; 21(5): 573. <https://doi.org/10.3390/molecules21050573>

14. Насиев Б.Н., Жылкыбай А.М., Беккалиев А.К., Жанаталпов Н.Ж., Беккалиева А.К. Использование посевов сафлора (*Carthamus tinctorius*) для фитомелиорации темно-каштановых почв Западного Казахстана. *Аграрная наука*. 2022; (3): 62–65. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-357-3-62-65>

15. Тедеева А.А., Тедеева В.В. Эффективность применения минеральных удобрений и гербицидов на посевах озимой пшеницы. *Аграрная наука*. 2023; 1(10): 95–99. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-95-99>

ОБ АВТОРАХ

Алексей Валентинович Ивенин

доктор сельскохозяйственных наук,
доцент, ведущий научный сотрудник
a.v.ivenin@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7072-4029>

Валентин Васильевич Ивенин

доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
заведующий кафедрой
iveninvv@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6903-8312>

Леонид Кириллович Петров

кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент, старший научный сотрудник
petrovk@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-2836-7491>

Сергей Михайлович Голубев

аспирант
Golubevvsergey@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0000-0458-4267>

Нижегородский государственный агротехнологический университет им. Л.Я. Флорентьева,
пр-т им. Гагарина, 97, Нижний Новгород, 603107, Россия

4. Sandukhadze B.I. et al. Varieties of winter wheat from the center of the Non-Chernozem region of the Russian Federation and the realization of their potential in production conditions. *Achievements and prospects of scientific support of the agro-industrial complex of the Central region of Russia. Proceedings of the scientific and practical conference dedicated to the 80th anniversary of the Moscow Research Institute of Agriculture "Nemchinovka"*. Moscow: Voskhod-A. 2012; 55–59 (in Russian). <https://elibrary.ru/zfxrnv>

5. Sandukhadze B.I., Mamedov R.Z., Krakhmaleva M.S., Bugrova V.V. Yield of winter bread wheat varieties, elements of its structure and adaptive properties in the conditions of the Nechernozem zone. *Legumes and groat crops*. 2021; (3): 17–22 (in Russian). <https://doi.org/10.24412/2309-348X-2021-3-17-22>

6. Fomin V.N., Kozin A.M., Mardiev I.I., Husnutdinov R.G. Influence of various application schemes of macro- and micro-fertilizers and growth stimulants on soil water regime and consumption, winter wheat grain yield and its class. *Bulletin Samara State Agricultural Academy*. 2022; 7(2): 19–29 (in Russian). https://doi.org/10.55471/19973225_2022_7_2_19

7. Vasin V.G., Trifonov D.I., Saniev R.N. Indicators of corn photosynthesis cultivated for targeted yield. *Bulletin Samara State Agricultural Academy*. 2022; 7(2): 3–10 (in Russian). https://doi.org/10.55471/19973225_2022_7_2_3

8. Rusek P., Mikos-Szymańska M., Karsznia M., Sienkiewicz-Cholewa U., Igras J. The effectiveness of nitrogen-phosphorus fertilization in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivation. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2016; 22(5): 752–755.

9. Koshelyayev V.V., Karpova L.V. The influence of technology elements on yield and sowing quality of winter wheat seeds. *Niva Povolzhya*. 2019; (4): 60–66 (in Russian). <https://elibrary.ru/tcvqqz>

10. Simsek S. et al. Effect of pre-harvest sprouting on physicochemical changes of proteins in wheat. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2014; 94(2): 205–212. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6229>

11. Kulikova A.Kh., Yashin E.A., Volkova E.S. Siliceous rocks in winter wheat fertilizer system. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2020; (3): 53–59 (in Russian). <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2020-3-53-59>

12. Ivenin A.V., Ivenin V.V., Shubina K.V., Sakov A.P. The influence of the technology of cultivation of fallow lands on the yield and energy efficiency of growing grain crops in the conditions of the south-east of the Volga-Vyatka region. *Agrarian science*. 2022; (7–8): 121–125 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-121-125>

13. Vejan P., Abdullah R., Khadiran T., Ismail S., Nasrulhaq Boyce A. Role of Plant Growth Promoting Rhizobacteria in Agricultural Sustainability — A Review. *Molecules*. 2016; 21(5): 573. <https://doi.org/10.3390/molecules21050573>

14. Nasyev B.N., Zhylybay A.M., Bekkaliyev A.K., Zhanatalapov N.Zh., Bekkaliyeva A.K. The use of safflower crops (*Carthamus tinctorius*) for phytomelioration of dark chestnut soils in Western Kazakhstan. *Agrarian science*. 2022; (3): 62–65 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-357-3-62-65>

15. Tedeewa A.A., Tedeewa V.V. Efficiency of using mineral fertilizers and herbicides on winter wheat crops. *Agrarian science*. 2023; 1(10): 95–99 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-375-10-95-99>

ABOUT THE AUTHORS

Alexey Valentinovich Ivenin

Doctor of Agricultural Sciences,
Associate Professor, Leading Researcher
a.v.ivenin@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7072-4029>

Valentin Vasilyevich Ivenin

Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Head of the Department
iveninvv@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6903-8312>

Leonid Kirillovich Petrov

Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor, Senior Researcher
petrovk@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-2836-7491>

Sergey Mikhailovich Golubev

Graduate Student
Golubevvsergey@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0000-0458-4267>

Florentyev Agrotechnological University,

97 Gagarin Ave., Nizhny Novgorod, 603107, Russia