

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА И ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Р.Р. Галеев, М.А. Альберт, А.Е. Зверев, А.Ф. Петров

Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

E-mail: rastniev@mail.ru

Для цитирования: Эффективность применения стимуляторов роста и органоминеральных удобрений при интенсификации производства зерновых культур в Западной Сибири / Р.Р. Галеев, М.А. Альберт, А.Е. Зверев, А.Ф. Петров // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2025. – № 3 (76). – С. 59–70. – DOI: 10.31677/2072-6724-2025-76-3-59-70.

Ключевые слова: яровая пшеница, яровой ячмень, овес, сорт, рост и развитие, урожайность и качество зерна.

Реферат. Представлены результаты опытов 2020–2023 гг. по оценке эффективности применения стимуляторов роста нового поколения на яровой мягкой пшенице, яровом ячмене и овсе на черноземе выщелочном лесостепи Новосибирского Приобья. Показано, что опытные поля ЗАО племзавод «Ирмень» Ордынского района Новосибирской области имели содержание гумуса в среднем 6,78 %, емкость катионного обмена – 49,5 ммоль/100 г почвы при pH 6,4. Плотность сложения почвы в пахотном слое (0–30 см) составила 1,10 г/см³, наименьшая влажность – 33,7 %, пористость равна 54,3 %. В почвах содержалось азота валового по Кьельдалю 0,24 %, фосфора – 0,24 % и калия 1,32 %. Концентрация легкогидролизуемого азота по Тюрину, Кононовой, Коринфильду – 9,47, подвижного фосфора по Чирикову – 26,9 мг и обменного калия по Масловой – 15,7 мг на 100 г почвы при pH солевой вытяжкой 5,87 (слабокислые и близкие к нейтральным почвы). Метеорологические условия в годы исследований отличались и по температурному режиму, и по сумме осадков за вегетационный период. Показано, что инновационные стимуляторы роста («Энергия-М», Крезацин и Новосил) более эффективны при использовании в качестве предпосевной обработки в следующих дозах: «Энергия-М» 4,5 г/т, Крезацин 4 г/т и Новосил 50 мг/т с расходом рабочей жидкости 10 л/т. При этом превышение к контролю (вода) составляло у яровой пшеницы 19, 22 и 24 % соответственно. Кроме того, выявлена эффективность применения стимуляторов и во время вегетации, а также сочетание этих сроков обработок. Параметры были эффективны как на яровой мягкой пшенице, так и на яровом ячмене и овсе. В исследованиях сорта ячменя Паустиан и овса сорта Макс прибавка урожайности составила 28 и 26 %. Большая эффективность была у стимуляторов роста Крезацин и Новосил относительно препарата «Энергия-М». Дисперсионным анализом показано, что урожайность зависела от сорта на 30 %, стимулятора роста – на 26 % и способа их применения – на 24 %. В разные по погодным условиям годы показана эффективность применения органоминерального удобрения путем предпосевной обработки 2 л/т с расходом рабочей жидкости 10 л/т с последующим трехкратным опрыскиванием в фазы: кущения, флаг-листа и колошения в дозе 2 л/га с расходом рабочей жидкости 300 л/га. Прибавка урожайности при влиянии этого препарата составляла у яровой пшеницы сорта Лицамеро 25 % и Новосибирская 31–23 % при улучшении качественных показателей зерна.

EFFECTIVENESS OF GROWTH STIMULATORS AND ORGANOMINERAL FERTILIZERS IN THE INTENSIFICATION OF GRAIN PRODUCTION IN WESTERN SIBERIA

R.R. Galeev, M.A. Albert, A.E. Zverev, A.F. Petrov

Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

E-mail: rastniev@mail.ru

Keywords: spring wheat, spring barley, oats, variety, growth and development, yield and grain quality.

Abstract. The article presents the results of 2020–2023 experiments to assess the effectiveness of using new-generation growth stimulants on spring soft wheat, spring barley, and oats on leached chernozem of the forest-steppe of the Novosibirsk Ob region. It is shown that the experimental fields of the Irmen breeding farm, Ordynsky district, Novosibirsk region had an average humus content of 6.78 %, a cation exchange capacity of 49.5 mmol/100

g of soil at a pH of 6.4. The bulk density of the soil in the arable layer (0–30 cm) was 1.10 g/cm³, the lowest moisture content was 33.7 %, and the porosity was 54.3%. The soils contained 0.24% total nitrogen according to Kjeldahl, 0.24 % phosphorus, and 1.32 % potassium. The concentration of easily hydrolyzable nitrogen according to Tyurin, Kononova, Korinfild is 9.47, mobile phosphorus according to Chirikov is 26.9 mg and exchangeable potassium according to Maslova is 15.7 mg per 100 g of soil at a pH of salt extract of 5.87 (slightly acidic and close to neutral soils). Meteorological conditions during the years of research differed both in temperature and in the amount of precipitation during the growing season. It is shown that innovative growth stimulants (Energy-M, Krezacin and Novosil) are more effective when used as pre-sowing treatment in the following doses: Energy-M 4.5 g / t, Krezacin 4 g / t and Novosil 50 mg / t with a working fluid consumption of 10 l / t. At the same time, the excess over the control (water) was 19, 22 and 24% for spring wheat, respectively. In addition, the efficiency of using stimulants during the growing season, as well as a combination of these treatment periods, was revealed. The parameters were effective both on spring soft wheat and on spring barley and oats. In studies of the Paustian barley variety and Max oats, the yield increase was 28 % and 26 %. The growth stimulants Krezatsin and Novosil were more effective than the Energy-M preparation. The dispersion analysis showed that the yield depended on the variety by 30 %, the growth stimulant – 26 % and the method of their application – by 24 %. In years with different weather conditions, the efficiency of using organomineral fertilizer was shown by pre-sowing treatment of 2 l / t with a working fluid consumption of 10 l / t followed by three-fold spraying in the phases of tillering, flag leaf and heading at a dose of 2 l / ha with a working fluid consumption of 300 l / ha. The increase in yield under the influence of this preparation was 25 % for spring wheat of the Likamero variety and 31–23 % for Novosibirskskaya variety, with an improvement in the quality indicators of the grain.

Зерновые культуры в мировом земледелии занимают ведущие позиции, под них отведено 56 % всех посевных площадей [1, 2]. В Российской Федерации доля посевных площадей под зерновыми культурами значительна: пшеница занимает 37 %, в том числе озимая 24 %, яровая – 12 %, ячмень – 13 %, овес – 5 % [3, 4]. Для усовершенствования и разработки инновационных и внедрения адаптивных технологий их производства необходимо выявление биологического потенциала урожайности выращиваемых сортов применительно к конкретной зоне возделывания [5, 8]. При разработке этих технологий необходим учет всех природных факторов, влияющих на урожайность и качество зерновых культур [9, 10]. Создание подобных технологий для условий Западной Сибири имеет значимость в условиях неоднородности почвенного плодородия, следует более полно реализовывать потенциал продуктивности возделываемых сортов зерновых культур при хороших качественных показателях продукции [11–16]. С целью усиления темпов роста и развития зерновых культур используются стимуляторы роста как путем обработки семян, так и в период вегетации с целью получения более ранней продукции и повышения качества зерна [17–20].

Цель исследований заключается в установлении влияния разных стимуляторов роста и органо-минеральных удобрений на параметры роста и развития, урожайности и качества зерновых культур.

Для достижения поставленной цели были поставлены задачи по выявлению оптимальных способов применения стимуляторов роста на яровой мягкой пшенице, яровом ячмене и овсе

и оценка их влияния на урожайность и качество продукции. Установление доли влияния органо-минеральных удобрений и способов их влияния на урожайность и технологическое качество зерна двух сортов зерновой мягкой пшеницы.

Исследования проводили в 2020–2023 гг. в условиях почвенно-климатической зоны дренированной лесостепи Новосибирского Приобья.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Почва опытных участков ЗАО племзавод «Ирмень» Ордынского района Новосибирской области содержала 6,78 % гумуса и имела емкость катионного обмена 49,5 ммоль на 100 г почвы со значениями pH 6,4. Плотность сложения почвы пахотного слоя равна 1,10 г/см³ при наименьшей влагоемкости 33,7 % и пористости 54,3 %. По данным агрохимического анализа содержалось валового азота по Кьельдалю 0,24 %, фосфора 0,24 % и калия – 1,32 %. Легкогидролизуемого азота по Тюрину, Кононовой, Коинфильду – 0,47, подвижного фосфора по методу Чирикова – 26,9 мг и обменного калия по Масловой – 15,7 мг на 100 г почвы с pH солевой вытяжки 5,87. Метеорологические условия сильно разнились в годы опытов. Год 2020-й характеризовался относительно теплым и засушливым климатом. В мае наибольшая температура была в третьей декаде, на 0,5 °C выше нормы. Июнь был жарким и засушливым, на 1,9 °C выше среднееголетних значений. Июль отмечался температурами около нормы с максимумом во второй декаде 21,4 °C. В августе температура была выше нормы на 2,9 °C. Май был засушли-

вым, на 82 % отличался от нормы. Острая засуха имела место и в июне (51 % от нормы). В июле наблюдались осадки 116 мм, что в 1,7 раза выше нормы. В августе был недостаток тепла. В 2020 г. сумма активных температур составила 2047 °С, количество осадков 239 мм и ГТК – 1,08.

В 2021 г. в мае температура была в значениях нормы. В июне температурный режим был ниже нормы на 1,8 °С. Июль характеризовался теплым климатом, также как и август, среднемесячные температуры составляли около 19,2 °С. ГТК – 1,17, при сумме осадков ниже нормы за период вегетации (92 %). В 2022 г. температура воздуха мая была на 4,2 °С выше нормы. Июнь был на уровне среднееголетних значений с повышением температуры до 20,7 °С в третьей декаде. Август также был ниже среднееголетних значений на 0,9 °С при температуре 16,4 °С. По сумме осадков в мае выпало 16,9 мм, что составляло 46 % от нормы. В июле наблюдалось превышение нормы в 1,4 раза. В мае выпало лишь 38 % от нормы всех осадков. В августе – на уровне нормы. Всего за вегетацию выпало 206 мм при сумме активных температур 2012 °С и ГТК – 1,11. В 2023 г. погодные условия были близки к 2022 г. Всего за вегетацию зерновых культур выпало 214 мм с суммой активных температур 2023 °С и ГТК – 1,13.

В исследованиях использовали сорта яровой мягкой пшеницы – Ликамеро, Новосибирская 31, яровой ячмень сорта Паустиан и овес сорта Макс.

Исследования проводились в научно-производственных и полевых опытах в соответствии с методикой Б.А. Доспехова [21]. Полевые опыты проводили в 4-кратной повторности на опытных делянках в соответствии со схемой опыта с учетной площадью 60 м² и рандомизированным размещением опытных вариантов. Почвенные образцы анализировали в ФГУ «Центр агрохимической службы по Новосибирской области».

Фенологические наблюдения, сохранность растений к уборке и структурный анализ выполняли по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [22]. Площадь листьев оценивали по методике Н.Ф. Коняева [23], фотосинтетический потенциал посева – по А.А. Нечипоровичу. Статистическую обработку данных выполняли по Б.А. Доспехову, использовался пакет прикладных программ Snedecor [24].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В исследованиях 2020–2023 гг. на черноземе выщелочном опытных полей ЗАО племзавод «Ирмень» определялась эффективность применения стимуляторов роста и органоминеральных удобрений на яровой мягкой пшенице, яровом ячмене и овсе.

Нами установлены данные наступления фенологических фаз (массовая) зерновых культур на фоне разных способов применения стимуляторов роста. В качестве контроля использовалась обработка водой, семена до посева обрабатывали стимулятором роста «Энергия-М» 4,5 г/т, Крезацином 4 г/т и Новосилом 50 мг/т с расходом рабочей жидкости 10 л/т. Наряду с этим в период вегетации проводилось опрыскивание в период вегетации: «Энергия-М» – 10 г/га в фазе кущения – выхода в трубку, Крезацин – 6 г/га в фазе кущения, Новосил – 30 мл/га дважды в фазе кущения и колошения с расходом рабочего раствора 300 л/га.

Показано, что обработка семян стимуляторами роста способствовала ускорению прохождения фенологических фаз у яровой мягкой пшеницы сорта Ликамеро на 4–6 сут, у ярового ячменя сорта Паустиан на 3–5 сут и у овса сорта Макс 5–7 сут (табл. 1).

Таблица 1

Даты наступления фенологических фаз (массовая) зерновых культур в зависимости от стимуляторов роста 2023 г.
Dates of phenological phases (mass) of grain crops, depending on growth stimulants, 2023

Вариант	Посев	Всходы	3-й лист	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Спелость		
							молочная	восковая	полная
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Яровая мягкая пшеница. Сорт Ликамеро</i>									
<i>Предпосевная обработка</i>									
Контроль (вода)	14.05	25.05	04.06	08.06	18.06	06.07	18.08	29.08	08.09
«Энергия-М», 4,5 г/т	14.05	25.05	03.06	06.06	18.06	03.07	14.08	21.08	04.09

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Крезацин, 4 г/т	14.05	22.05	02.5	05.06	14.06	03.07	12.08	24.08	03.09
Новосил, 50 мл/т	14.05	23.05	02.05	06.06	14.06	02.06	14.08	25.08	03.09
<i>Опрыскивание в период вегетации</i>									
Контроль (вода)	14.05	25.05	04.06	05.06	18.06	07.07	15.08	30.08	09.09
«Энергия-М», 10 г/га в фазе кущения – выхода в трубку	14.05	24.05	03.06	05.06	14.06	04.07	13.08	24.08	06.09
Крезацин, 6 г/га в фазе кущения	14.05	23.05	02.5	05.06	15.06	03.07	12.08	25.08	05.09
Новосил, 30 мл/га дважды в фазе кущения и колошения	14.05	22.05	01.05	06.06	13.06	02.06	13.08	26.08	05.09
<i>Яровой ячмень сорта Паустиян</i>									
<i>Предпосевная обработка</i>									
Контроль (вода)	12.05	23.05	27.06	05.06	20.06	02.07	16.08	21.08	23.08
«Энергия-М» 4,5 г/т	12.05	22.05	27.06	03.06	18.06	01.07	14.08	20.08	22.08
Крезацин 4 г/т	12.05	21.05	26.06	04.06	16.06	01.07	13.08	18.08	21.08
Новосил 50 мл/т	12.05	20.05	25.06	04.06	14.06	30.06	12.08	16.08	18.08
<i>Опрыскивание в период вегетации</i>									
Контроль (вода)	12.05	26.05	30.05	05.06	19.06	02.07	15.08	21.08	23.08
«Энергия-М», 10 г/га в фазе кущения – выхода в трубку	12.05	25.05	29.05	06.06	19.06	03.07	09.08	13.08	16.08
Крезацин, 6 г/га в фазе кущения	12.05	24.05	28.05	05.06	17.06	02.06	11.08	14.08	17.08
Новосил, 30 мл/га дважды в фазе кущения и колошения	12.05	24.05	28.05	02.06	16.06	02.06	09.08	11.08	14.08
<i>Овес. Сорт Макс</i>									
<i>Предпосевная обработка</i>									
Контроль (вода)	20.05	30.05	08.06	15.06	19.06	07.07	13.08	20.08	26.08
«Энергия-М», 4,5 г/т	20.05	28.05	05.06	12.06	18.06	03.07	11.08	17.08	22.08
Крезацин, 4 г/т	20.05	27.05	05.06	12.06	16.06	03.07	10.08	17.08	21.08
Новосил, 50 мл/т	20.05	27.05	04.06	11.06	17.06	04.07	09.08	17.08	20.08
<i>Опрыскивание в период вегетации</i>									
Контроль (вода)	20.05	30.05	05.06	15.06	22.06	07.07	14.08	20.08	27.08
«Энергия-М», 10 г/га в кущения – выхода в трубку	20.05	30.05	06.06	14.06	22.06	06.07	14.08	18.08	22.08
Крезацин, 6 г/га в фазе кущения	20.05	30.05	06.06	14.06	21.06	05.07	12.08	16.08	22.08
Новосил, 30 мл/га дважды в фазе кущения и колошения	20.05	30.05	07.06	15.06	22.06	06.07	12.08	17.08	23.08

Примечание. Норма расхода препарата при предпосевной обработке – 10 л/т, при опрыскивании в период вегетации – 300 л/га.

Следует отметить большую эффективность у яровой мягкой пшеницы препарата Энергия М и у ячменя и овса препаратов Крезацин и Новосил. При изучении фотосинтетических показателей

при использовании разных стимуляторов роста следует отметить, что максимальная площадь листьев у яровой пшеницы сорта Ликамеро была в вариантах с предпосевной обработкой у яровой мягкой пшеницы сорта Ликамеро в сравнении с опрыскиванием в период вегетации. Выше показатели были как максимальной, так и средней площади листьев при использовании препарата Крезацин 4 г/т. На фоне опрыскивания в период вегетации выделяется вариант с двукратной обработкой семян Новосилом 30 мл/га в фазе кущения и колошения соответственно 23,4 и 13,7 тыс. м²/га. Максимальные значения фотосинтетического потенциала наблюдались в варианте с Новосилом при опрыскивании растений в фазы кущения и колошения 1315 тыс. м²/га и при обработке семян на фоне Крезацина 4 г/т – 1257 тыс. м² сут/га.

В исследованиях с яровым ячменем сорта Паустиан максимальная и средняя площадь листьев

была выше в вариантах с предпосевной обработкой на фоне препаратов Крезацин 4 г/т и Новосил 50 мл/т, соответственно 19,9 и 10,9 тыс. м²/га. В период вегетации также использование Крезацина и Новосила на 23 % повышало площадь листьев относительно контроля (вода). Максимальные показатели фотосинтетического потенциала наблюдались на фоне применения препаратов Крезацин и Новосил в фазе кущения 1003–1030 тыс. м² сут/га.

У овса сорта Макс также показатели максимальной и средней площади листьев были выше на фоне использования препаратов Крезацин и Новосил: до 19,9 и 11,2 тыс. м²/га. На фоне этих препаратов фотосинтетический потенциал достиг 897 тыс. м² сут/га с применением Новосила 60 мл/га в фазе кущения с расходом рабочей жидкости 300 л/га (табл. 2).

Таблица 2

**Фотосинтетические параметры зерновых культур в зависимости от стимуляторов роста
(среднее за 2020–2023 гг.)**
Photosynthetic parameters of grain crops depending on growth stimulants (average for 2020–2023)

Вариант	Площадь листьев		ФСП, тыс. м ² сут/га
	Максимальная	Средняя	
1	2	3	4
<i>Яровая мягкая пшеница. Сорт Ликамеро</i>			
<i>Предпосевная обработка</i>			
Контроль (вода)	19,6	10,2	979
«Энергия-М», 4,5 г/т	23,2	12,7	1218
Крезацин, 4 г/т	24,2	13,1	1257
Новосил, 50 мл/т	24,0	12,9	1238
<i>Опрыскивание в период вегетации</i>			
Контроль (вода)	19,2	9,83	944
«Энергия-М», 10 г/га в фазе кущения – выхода в трубку	22,6	12,8	1229
Крезацин, 6 г/га в фазе кущения	22,9	13,0	1248
Новосил, 30 мл/га дважды в фазе кущения и колошения	23,4	13,7	1315
<i>Яровой ячмень сорта Паустиан</i>			
<i>Предпосевная обработка</i>			
Контроль (вода)	18,7	9,37	862
«Энергия-М», 4,5 г/т	19,5	10,6	975
Крезацин, 4 г/т	19,9	10,9	1002
Новосил, 50 мл/т	19,8	10,8	994

1	2	3	4
<i>Опрыскивание в период вегетации</i>			
Контроль (вода)	17,9	9,16	842
«Энергия-М», 10 г/га в фазе кущения – выхода в трубку	18,7	10,3	948
Крезацин, 6 г/га в фазе кущения	19,4	10,9	1003
Новосил, 30 мл/га дважды в фазе кущения и колошения	19,9	11,2	1030
<i>Овес. Сорт Макс</i>			
<i>Предпосевная обработка</i>			
Контроль (вода)	17,4	8,24	786
«Энергия-М», 4,5 г/т	17,9	8,76	816
Крезацин, 4 г/т	18,6	9,57	868
Новосил, 50 мл/т	19,9	10,2	876
<i>Опрыскивание в период вегетации</i>			
Контроль (вода)	16,8	8,02	810
«Энергия-М», 10 г/га в фазе кущения – выхода в трубку	17,6	9,72	858
Крезацин, 6 г/га в фазе кущения	18,3	9,96	870
Новосил, 30 мл/га дважды в фазе кущения и колошения	19,1	10,3	897
НСР ₀₅	0,29	0,17	232

Определение показателей урожайности зерновых культур свидетельствует о том, что стимуляторы роста существенно повышают урожайность и качество зерна яровой мягкой пшеницы, ярового ячменя и овса. При предпосевной обработке семян яровой мягкой пшеницы сорта Ликамеро урожайность повышалась на фоне Крезацина до 26 %, Новосила до 25 % и в период опрыскивания в период вегетации до 23 % с применением Новосила 30 мл/га в фазе кущения и колошения. У ярового ячменя сорта Паустиан также при предпосевной обработке семян стимуляторами роста урожайность была выше в сравнении с их использованием в период вегетации. Наибольшие прибавки урожайности достигнуты на фоне препарата «Энергия-М» 4,5 г/т – 26 % к контролю (вода), Новосила 50 мл/т – 25 % и Крезацина 4 г/т – 24 %. В период вегетации стимуляторы роста дали прибавку до 22 % при использовании Новосила 30 мл/га в фазе кущения.

В опытах с овсом сорта Макс максимальная прибавка урожайности наблюдалась в варианте с предпосевной обработкой зерна препаратом «Энергия-М» 4,5 г/т до 24 % и Новосилом

60 мл/т – 22 %. В период вегетации более эффективным был Крезацин 6 г/га в фазе кущения с прибавкой к контролю 22 %.

Дисперсионным анализом трехфакторного опыта определено, что урожайность зерна зависела от стимулятора роста на 31 %, изучаемой культуры – на 29 % и способа внесения стимулятора роста на 24 % (табл. 3).

Относительно показателей качества зерна следует отметить, что стимуляторы роста у всех культур улучшали качество продукции. У яровой мягкой пшеницы содержание сырой клейковины в сравнении с контролем повышалось на 0,3–0,8 %, белка до 0,5 и натуры до 29 % в вариантах с применением стимуляторов роста. Стекловидность зерен составила 78 % и на фоне Крезацина выросла до 85 %. У ярового ячменя сорта Паустиан стимуляторы роста незначительно увеличивали содержание белка и существенно повышали натуру зерна до 642 г/л со стимуляторами роста при 615 г/л в контроле. В опыте с овсом сорта Макс показано, что стимуляторы роста увеличивали содержание белка на 0,3–0,5 % и натуру зерна на 37–46 г/л.

Урожайность и качество зерна в зависимости от применения стимуляторов роста ЗАО племзавод «Ирмень» (средние данные за 2020—2023 гг.)
Grain yield and quality depending on the use of growth stimulants at Irmen Breeding Farm (average data for 2020—2023)

Вариант	Урожайность			Сырая клейковина, %	Белок, %	Натура, г/л	Стекловидность, %
	т/га	Отклонение от контроля					
		т/га	%				
1	2	3	4	5	6	7	8
Яровая мягкая пшеница сорт Ликамеро							
Предпосевная обработка							
Контроль (вода)	4,78	—	—	28,5	12,8	786	78
«Энергия-М», 4,5 г/т	5,83	1,05	22	28,8	13,2	793	82
Крезацин, 4 г/т	6,02	1,24	26	29,3	12,9	815	85
Новосил, 50 мл/т	5,97	1,19	25	28,7	13,3	807	81
Опрыскивание в период вегетации							
Контроль (вода)	4,56	—	—	28,3	13,0	790	80
«Энергия-М», 10 г/га в фазе кущения – выхода в трубку	5,38	0,82	21	29,1	13,4	798	81
Крезацин, 6 г/га в фазе кущения	5,51	0,95	20	28,6	13,2	814	82
Новосил, 30 мл/га дважды в фазе кущения и колошения	5,60	1,04	23	28,4	13,3	821	81
Яровой ячмень сорт Паустуан							
Предпосевная обработка							
Контроль (вода)	5,16	—	—	—	11,1	610	—
«Энергия-М», 4,5 г/т	6,50	1,34	26	—	11,0	636	—
Крезацин, 4 г/т	6,39	1,23	24	—	11,3	632	—
Новосил, 50 мл/т	6,46	1,30	25	—	11,2	629	—
Опрыскивание в период вегетации							
Контроль (вода)	5,21	—	—	—	10,8	615	—
«Энергия-М», 10 г/га в фазе кущения – выхода в трубку	6,14	0,93	18	—	11,4	638	—
Крезацин, 6 г/га в фазе кущения	6,20	0,99	19	—	11,2	642	—
Новосил, 30 мл/га дважды в фазе кущения и колошения	6,35	1,14	22	—	11,2	639	—
Овес. Сорт Макс							
Предпосевная обработка							
Контроль (вода)	5,86	—	—	—	10,06	496	—
«Энергия-М», 4,5 г/т	7,27	1,41	24	—	10,05	538	—
Крезацин, 4 г/т	6,97	1,11	19	—	10,8	543	—
Новосил, 50 мл/т	7,15	1,29	22	—	10,6	535	—
Опрыскивание в период вегетации							
Контроль (вода)	5,67	—	—	—	10,4	483	—

1	2	3	4	5	6	7	8
«Энергия-М», 10 г/га в фазе кущения – выхода в трубку	6,80	1,13	20	–	10,02	524	–
Крезацин, 6 г/га в фазе кущения	6,92	1,25	22	–	10,07	516	–
Новосил, 30 мл/га дважды в фазе кущения и колошения	6,74	1,07	19	–	10,6	529	–
НСР ₀₅	0,53	–	–	0,16	0,23	16,7	0,32

Примечание. Результаты дисперсионного анализа трехкратного опыта: *A* (стимулятор роста), *B* (сельскохозяйственная культура), *C* (способ внесения стимулятора роста): НСР₀₅ для частных различий – 0,53, НСР₀₅ для *B* и *AB* – 0,62. Главные эффекты и взаимодействия *A* – 31,2 %; *B* – 28,6 %; *C* – 23,5 %; *AB* – 4,7; *BC* – 2,9; *AC* – 3,1; *ABC* – 2,88 %.

Нами изучалась эффективность применения органоминерального удобрения Гуминатрин 2 л/т (10 л/т расход рабочего раствора) в качестве предпосевной обработки и в период вегетации трижды в фазах: кущения, флаг-листа и колошения при дозе 2 л/га с расходом рабочей жидкости 300 л/га. Гуминатрин является продуктом местного сибирского происхождения на основе Леонардита, предшествующего образованию бурого угля. Производится Гуминатрин в ООО «Сибирские гуматы» г. Томск. В ходе опытов с яровой мягкой пшеницей сортов Ликамеро и Новосибирская 31 выявлено, что совместная обработка зерна до посева Гуминатрином 2 л/т, а также в период вегетации, у обоих сортов увеличилось количество зерен в колосе с 26,2 шт. в контроле до 35,8 шт.

Отмечено, что органоминеральное удобрение повышало содержание клейковины на 2,6 % в сравнении с контролем. Индекс деформации клейковины у сорта Ликамеро был выше, чем у сорта Новосибирская 31 на 2 %. Стимуляторы роста повышали параметры ИДК на 4,7.

В опыте у обоих сортов отмечено повышение урожайности на фоне применения удобрения Гуминатрин, в особенности при его использовании как до посева, так и в период вегетации, при максимальной урожайности его внесения в оба этих срока. Гуминатрин способствовал повышению урожайности зерна у сорта Ликамеро до 28 % относительно контроля и сорта Новосибирская 31 до 21 % (табл. 4).

Таблица 4

Влияние органоминерального удобрения Гуминатрин на сортах яровой мягкой пшеницы (средние данные за 2020–2023 гг.)

The effect of organomineral fertilizer Huminatrin on varieties of spring soft wheat (average data for 2020–2023)

Вариант	Кол-во продуктивных стеблей, шт./м ²	Кол-во зерен в колосе, шт.	Сырая клейковина, %	Белок, %	ИДК	Урожайность		
						т/га	Отклонение от контроля	
							т/га	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Яровая пшеница сорт Ликамеро</i>								
Контроль (без удобрений)	447	28,2	30,6	12,6	89,6	4,82	–	–
Гуминатрин (предпосевная обработка), 2 л/т (I)	482	36,1	32,8	13,0	92,4	6,07	1,25	26
Гуминатрин (трижды): кущение, флаг-лист, колошение 2 л/т (II)	476	34,5	31,4	13,2	90,8	5,98	1,16	24
I+ II	485	38,9	33,2	13,4	94,1	6,17	1,35	28

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Яровая пшеница сорт Новосибирская 31</i>								
Контроль (без удобрений)	502	26,2	26,7	14,3	87,2	4,25	–	–
Гуминатрин (предпосевная обработка), 2 л/т (I)	518	30,1	27,2	14,6	89,6	5,06	0,81	19
Гуминатрин (трижды): кущение, флаг-лист, колошение 2 л/т (II)	520	33,2	27,0	14,2	92,1	4,94	0,68	16
I+ II	529	35,8	28,1	14,6	93,4	5,14	0,89	21
НСР ₀₅	8,37	0,65	0,12	0,15	1,26	0,31	–	–

Примечание. Результаты дисперсионного анализа трехфакторного опыта (2×3×4): НСР₀₅ для частных различий – 0,31 т, НСР₀₅ для главных эффектов 0,58, НСР₀₅ для парных взаимодействий – 0,47. Индексы детерминации *A* (сорт) – 26,4 %; *B* (стимулятор роста) – 31,6 %; *C* (год) – 233,8 %; *AB* – 3,56 %; *AC* – 2,8 %; *BC* – 1,9 %; *ABC* – 1,62 %.

Статистически определено дисперсионным анализом трехкратного опыта, что урожайность зерна яровой пшеницы зависела от стимулятора роста на 32 %, от сорта на 26 % и от условий года на 24 %.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

На основе прогнозированного увеличения продукции мирового растениеводства на фоне роста потребления сельскохозяйственной продукции необходимо использовать все инструменты для оптимизации агропромышленного комплекса. В современных условиях значимая роль отводится технологиям, направленным на ускорение всех физиологических процессов основных сельскохозяйственных культур для получения высокой продуктивности и хорошего качества продукции. При этом особое значение имеют регуляторы роста, которые способны ускорять или затормаживать процессы роста. Как констатирует М.Н. Кислова [11], в условиях нечерноземной зоны России регуляторы роста на посевах зерновых культур могут повысить урожайность до 32 %. По данным ученых Удмуртии, стимуляторы роста не только повышают урожайность зерновых культур, но и способствуют повышению качества продукции, стресс-устойчивости растений к неблагоприятным факторам внешней среды и вредным организмам [13]. В ряде работ ученых дальнего зарубежья также показана эффективность использования регуляторов роста на зерновых культурах [16–20].

В наших исследованиях, приведенных в разные по метеорологическим условиям годы с острым дефицитом влаги, в особенности в 2022, 2023 гг., показана эффективность использования

на основных зерновых культурах стимуляторов роста нового поколения: «Энергия-М», Крезацин и Новосил, а также органоминерального удобрения местного происхождения, производства ООО «Сибирские гуматы» г. Томск, полученного из предшественника бурого угля леонардита.

Данные препараты проявили действия по ускорению процессов роста и развития, нарастания фотосинтетического потенциала с формированием более ранней продукции зерновых культур. Стимуляторы роста оказали положительное влияние по формированию урожая разных сортов яровой мягкой пшеницы, ярового ячменя и овса, что согласуется с рядом литературных источников [10, 11, 18, 19]. Вместе с тем в наших опытах показано, что стимуляторы роста «Энергия-М», Крезацин и Новосил улучшали качество зерна, что не согласуется с данными ряда авторов [13].

Использование органоминерального удобрения Гуминатрин 2л/т или 2л/га обеспечивало формирование должной структуры урожая и способствовало формированию высокой продуктивности при хорошем качестве продукции.

ВЫВОДЫ

1. В условиях чернозема выщелочного лесостепи Западной Сибири (на примере дренированной лесостепи Новосибирского Приобья) на опытных полях ЗАО племзавод «Ирмень» Ордынского района Новосибирской области в 2020–2023 гг. при остром дефиците атмосферной и почвенной влаги в течение мая, июня и первой декады июля 2022 и 2023 гг. установлена эффективность применения на яровой мягкой пшенице сорта Ликамеро и Новосибирская 31,

яровом ячмене сорта Паустиан и овса сорта Макс экологически приемлемых стимуляторов роста: «Энергия-М», Крезацин и Новосил, а также органоминерального удобрения Гуминатрин.

2. Более эффективны при использовании в качестве предпосевной обработки были стимуляторы роста «Энергия-М» 4,5 г/т, Крезацин 4 г/т и Новосил 50 мл/т с превышением к контролю (вода) по прохождению фенологических фаз роста и развития у яровой мягкой пшеницы на 4–6 сут, ярового ячменя 5–7 сут и овса 3–5 сут.

3. Стимуляторы роста при использовании как до посева, так и при опрыскивании в период вегетации повышали показатели площади листьев у яровой мягкой пшеницы сорта Ликамеро до 24 %, ярового ячменя сорта Паустиан – 21 % и овса сорта Макс – 26 %. Фотосинтетический потенциал на фоне применения стимуляторов роста был выше контроля на 27 %.

4. Установлено, что данные препараты более эффективны при использовании в качестве предпосевной обработки «Энергией-М» 4,5 г/т, Крезацином 4 г/т и Новосилом 50 мл/т с превышением урожайности контроля (вода) соответственно 21, 23 и 26 % с нормой расхода препарата 10 л/т семян. Наряду с этим эффективно использование препаратов в период вегетации, а также сочетание этих обработок.

5. Отмечено, что стимуляторы роста были эффективны и в опытах с яровым ячменем сорта

Паустиан и овсом сорта Макс с прибавкой урожайности 28 и 26 % соответственно. Препараты Крезацин и Новосил были более эффективны в сравнении со стимулятором роста «Энергия-М».

6. Стимуляторы роста достоверно улучшали качество зерна яровой пшеницы: сырая клейковина, белок, ИДК, стекловидность, натура, ярового ячменя и овса (белок, натура).

7. Статистически определено, что урожайность зерна зависит от стимулятора роста на 31 %, изучаемой культуры – на 29 %, способа применения – на 24 %.

8. Выявлена эффективность применения органоминеральных удобрений на основе продуктов бурого угля сибирского происхождения в виде препарата Гуминатрин 2 л/т с расходом рабочего раствора 10 л/т и использования также по вегетации 2 л/га трижды с расходом 300 л/га. Гуминатрин в период вегетации применяли в фазы кушения, флаг-листа и колошения в дозе 2 л/га, что обеспечило прибавку урожайности у сортов яровой пшеницы Ликамеро 25 % и Новосибирская 31 – 23 %. При этом существенно улучшилась структура урожайности и качество продукции.

9. Статистически показано, что урожайность зерна пшеницы зависела от сорта на 26 %, стимулятора роста – на 32 % и условий года – на 24 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Альберт М.А., Галеев Р.Р., Ковалев Е.А. Инновационные подходы к применению элементов точного земледелия в лесостепи Западной Сибири // Инновации и продовольственная безопасность. – 2022. – № 1 (35). – С. 33–40.
2. Альберт М.А., Галеев Р.Р., Ковалев Е.А. Эффективность применения Гуминатрина на зерновых культурах лесостепи Новосибирского Приобья // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2022. – № 1 (62). – С. 7–13.
3. Альберт М.А., Галеев Р.Р., Ковалев Е.А. Особенности программирования урожайности зерновых культур при точном земледелии в лесостепи Новосибирского Приобья // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2022. – № 4 (65). – С. 5–11.
4. Семенов Н.И. Регуляторы роста в земледелии Поволжья. – Саратов, 2013. – 176 с.
5. Труфляк Е.В. Использование элементов точного сельского хозяйства в России. – Краснодар, 2018. – 26 с.
6. Фомин Д.С., Зубарев Ю.Н., Фомин Д.С. Применение элементов точного земледелия при защите посевов яровой пшеницы в Среднем Предуралье // Агрофирма. – 2023. – № 4. – С. 18–24.
7. Галеев Р.Р. ГИС-технологии в растениеводстве Западной Сибири. – Новосибирск, 2019. – 115 с.
8. Петров А.Ф., Капустянчик С.Ю., Митракова А.Г. Использование ГИС-технологий в агрономии. – Новосибирск, 2020. – 191 с.
9. Галеев Р.Р. Регуляторы роста в растениеводстве Сибири. – Новосибирск, 2014. – 96 с.
10. Кабанов П.И. Органоминеральные удобрения при интенсификации земледелия. – Киров: Ритм, 2016. – 133 с.
11. Кислова М.Н. Применение регуляторов роста при возделывании зерновых культур. – Пенза, 2014. – 152 с.
12. Санрыкин Е.И., Сладких Л.А., Нулик Е.Н. Оценка состояния посевов зерновых культур по данным дистанционного зондирования Земли // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2015. – Т. 4, № 1. – С. 40–46.
13. Поршенков П.Н. Особенности применения регуляторов роста в интенсивном земледелии. – Ижевск, 2012. – 113 с.

14. *Игнатов М.М.* Современные технологии при использовании регуляторов роста на Южном Урале. – Челябинск, 2009. – 87 с.
15. *Галеев Р.Р., Локтев И.И.* Эффективность применения регуляторов роста в растениеводстве Западной Сибири. – Новосибирск, 2018. – 114 с.
16. *Siddiqui M.H., Al-Wahaibi M., Basalah A.* Role of plant growth regulators in abiotic stress tolerance // *Plant Growth Regulators: Agricultural Uses and Mechanisms*. – Cham: Springer International Publishing, 2015. – P. 133–148. – (Springer Series in Plant Biology; vol. 17).
17. *Plant growth regulators for crop improvement under abiotic stresses* / M. Farooq, A. Wahid, M. Kobayashi [et al.] // *Functional Plant Science and Biotechnology*. – 2012. – Vol. 6, № 1. – P. 1–15.
18. *Applications of plant growth-promoting rhizobacteria and plant growth regulators in sustainable agriculture* / W. Khan, J. Kang, Z. Yu [et al.] // *Frontiers in Plant Science*. – 2020. – Vol. 11. – Art. 594239.
19. *Use of phytohormones to enhance crop productivity under changing climate* / P. Ahmad, S.A. Anjum, A. Singh [et al.] // *Journal of Plant Growth Regulation*. – 2022. – Vol. 41, is. 3. – P. 1122–1138.
20. *Role of plant growth regulators in improving cereal crop productivity under abiotic stress conditions* / S. Hussain, M. Sarwar, M. Arif [et al.] // *Journal of Plant Growth Regulation*. – 2023. – Vol. 42, № 4. – P. 1678–1692.
21. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учеб. для студ. высш. с.-х. учеб. завед. по агроном. спец. – М., 1985. – 365 с.
22. *Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур*. – М., 1985. – 324 с.
23. *Коняев Н.Ф.* Математический метод определения площади листьев. – Иркутск, 1970. – 18 с.
24. *Нечипорович А.А.* Продуктивность посевов и урожай. – М., 1961. – 261 с.
25. *Сорокин О.Д.* Прикладная статистика на компьютере. – Новосибирск, 2009. – 228 с.

REFERENCES

1. Al'bert M.A., Galeev R.R., Kovalev E.A., *Innovatsii i prodovol'stvennaya bezopasnost'*, 2022, No. 1 (35), pp. 33–40. (In Russ.)
2. Al'bert M.A., Galeev R.R., Kovalev E.A., *Vestnik NGAU (Novosibirskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet)*, 2022, No. 1 (62), pp. 7–13. (In Russ.)
3. Al'bert M.A., Galeev R.R., Kovalev E.A., *Vestnik NGAU (Novosibirskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet)*, 2022, No. 4 (65), pp. 5–11. (In Russ.)
4. *Semenov N.I., Regulatory rosta v zemledelii Povolzh'ya* (Growth Regulators in the Agriculture of the Volga Region), Saratov, 2013, 176 p.
5. *Truflyak E.V., Ispol'zovanie elementov tochnogo sel'skogo khozyaystva v Rossii* (The Use of Elements of Precision Agriculture in Russia), Krasnodar, 2018, 26 p.
6. *Fomin D.S., Zubarev Yu.N., Fomin Dm.S., Agrofirma*, 2023, No. 4, pp. 18–24. (In Russ.)
7. *Galeev R.R., GIS-tekhnologii v rastenievodstve Zapadnoy Sibiri* (Gis technologies in crop production in Western Siberia), Novosibirsk, 2019, 115 p.
8. *Petrov A.F., Kapustyanchik S.Yu., Mitrakova A.G., Ispol'zovanie GIS-tekhnologiy v agronomii* (The use of Gis technologies in agronomy), Novosibirsk, 2020, 191 p.
9. *Galeev R.R., Regulatory rosta v rastenievodstve Sibiri* (Growth Regulators in Crop Production in Siberia), Novosibirsk, 2014, 96 p.
10. *Kabanov P.I., Organomineral'nye udobreniya pri intensifikatsii zemledeliya* (Organomineral Fertilizers in the Intensification of Agriculture), Kirov: Ritm, 2016, 133 p.
11. *Kislova M.N., Primenenie regul'yatorov rosta pri vozdeystvovanii zernovykh kul'tur* (Application of growth regulators in the cultivation of grain crops), Penza, 2014, 152 p.
12. *Sanrykin E.I., Sladkikh L.A., Nulik E.N., Interekspo Geo-Sibir'*, 2015, T. 4, No. 1, pp. 40–46. (In Russ.)
13. *Porshenkov P.N., Osobennosti primeneniya regul'yatorov rosta v intensivnom zemledelii* (Features of the Application of Growth Regulators in Intensive Agriculture), Izhevsk, 2012, 113 p.
14. *Ignatov M.M., Sovremennye tekhnologii pri ispol'zovanii regul'yatorov rosta na Yuzhnom Urale* (Modern technologies in the use of growth regulators in the Southern Urals), Chelyabinsk, 2009, 87 p.
15. *Galeev R.R., Loktev I.I., Effektivnost' primeneniya regul'yatorov rosta v rastenievodstve Zapadnoy Sibiri* (The effectiveness of the use of growth regulators in the plant growing of Western Siberia), Novosibirsk, 2018, 114 p.
16. *Siddiqui M.H., Al-Wahaibi M., Basalah A., Role of plant growth regulators in abiotic stress tolerance, Plant Growth Regulators: Agricultural Uses and Mechanisms*, Cham: Springer International Publishing, 2015, pp. 133–148, (Springer Series in Plant Biology; vol. 17).
17. *Farooq M., Wahid A., Kobayashi M. [et al.], Plant growth regulators for crop improvement under abiotic stresses, Functional Plant Science and Biotechnology*, 2012, Vol. 6, No. 1, pp. 1–15.

18. Khan W., Kang J., Yu Z. [et al.], Applications of plant growth-promoting rhizobacteria and plant growth regulators in sustainable agriculture, *Frontiers in Plant Science*, 2020, Vol. 11, Art. 594239.
19. Ahmad P., Anjum S.A., Singh A. [et al.], Use of phytohormones to enhance crop productivity under changing climate, *Journal of Plant Growth Regulation*, 2022, Vol. 41, is. 3, pp. 1122–1138.
20. Hussain S., Sarwar M., Arif M. [et al.], Role of plant growth regulators in improving cereal crop productivity under abiotic stress conditions, *Journal of Plant Growth Regulation*, 2023, Vol. 42, No. 4, pp. 1678–1692.
21. Dospekhov B.A., *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* (Methodology of field experience), Moscow, 1985, 365 p.
22. *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur* (Methodology of state variety testing of agricultural crops), Moscow, 1985, 324 p.
23. Konyaev N.F., *Matematicheskiy metod opredeleniya ploshchadi list'ev* (Mathematical method for determining the area of leaves), Irkutsk, 1970, 18 p.
24. Nechiporovich A.A., *Produktivnost' posevov i urozhay* (Productivity of crops and harvest), Moscow, 1961, 261 p.
25. Sorokin O.D., *Prikladnaya statistika na komp'yutere* (Applied Statistics on a Computer), Novosibirsk, 2009, 228 p.

Информация об авторах:

Р.Р. Галеев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

М.А. Альберт, младший научный сотрудник

А.Е. Зверев, аспирант, младший научный сотрудник

А.Ф. Петров, доктор сельскохозяйственных наук

Contribution of the authors:

R.R. Galeev, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

M.A. Albert, junior researcher

A.E. Zverev, graduate student, junior researcher

A.F. Petrov, Doctor of Agricultural Sciences

Вклад авторов:

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.