СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

AGRICULTURAL SCIENCES

https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-4-111-125
УДК 631.8:633.11 (470.621)
© 2021

Поступила 06.07.2021 Принята в печать 14.08.2021
Received 06.07.2021 Accepted 14.08.2021

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

ПРОДУКТИВНОСТЬ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ СОРТА *ГРОМ* В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ И АЗОТНЫХ ПОДКОРМОК

Армен А. Макаров[1], Нурбий И. Мамсиров[2*], Зарема А. Иванова[3], Фатима Х. Тхазеплова[3]

[1] ФГБУ «Станция агрохимической службы «Прикумская»; территория Буденновск-3, район Буденновский, Ставропольский край, 356803, Российская Федерация

[2] ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»; ул. Первомайская, д. 191, г. Майкоп, 385000, Российская Федерация

[3] ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова»; пр. Ленина, 1в, г. Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, 360030, Российская Федерация

Аннотация. В статье приводятся результаты многолетних исследований по установлению доли влияния регуляторов роста растений и доз азотных подкормок на рост, развитие, продуктивность и технологические качества зерна озимой мягкой пшеницы сорта Гром селекции ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко». Результаты, полученные в ходе исследования, позволили выявить, что на продолжительность всего вегетационного периода и межфазных этапов развития озимой пшеницы в большей степени оказывают влияние погодные условия в весенне-летний период. Применение азотной подкормки в фазу «кущение – начало выхода в трубку» способствовало формированию более рослых растений озимой пшеницы и обладающих повышенным коэффициентом кустистости. Из применяемых регуляторов роста лучшие показатели получены в вариантах с применением препарата «Биосил». Наиболее интенсивный прирост надземной массы озимой пшеницы на протяжении всей вегетации происходил при использовании регулятора роста «Альфастим», на втором месте препарат «Новосил». Обработка посевов регуляторами роста увеличило продуктивный стеблестой на 7,8–15,2%, но не оказал

существенного воздействия на остальные элементы структуры урожая. Внесение азотной подкормки в дозах $N_{35}+N_{35}$ и $N_{35}+N_{35}+N_{20}$ при обработке регулятором роста «Новосил» обеспечивает получение высокой урожайности – до 7,13 т/га. Несколько ниже была урожайность с применением препарата «Альфастим» по отношению к препарату «Новосил». На варианте без внесения азотных подкормок сформировано зерно пятого класса, а обработка посевов озимой пшеницы исследуемыми препаратами повысило класс зерна до четвертого, за счет повышения содержания белка и клейковины в зерне. Аналогичные изменения отмечались также при внесении азота в подкормку в дозах $N_{20}+N_{20}$ и $N_{35}+N_{35}$. Весенняя подкормка азотом посевов озимой пшеницы в фазу колошения способствовала повышению класса зерна.

Ключевые слова: озимая пшеница, регулятор роста растения, подкормка, азотное удобрение, густота стояния растений, сухая масса растений, структура урожая, урожайность, клейковина, натура зерна

Для цитирования: Продуктивность и технологические качества зерна озимой пшеницы сорта Гром в зависимости от применения регуляторов роста растений и азотных подкормок / Макаров А.А. [и др.] // Новые технологии. 2021. Т. 17, № 4. С. 111-125. https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-4-111-125.

PRODUCTIVITY AND TECHNOLOGICAL QUALITIES OF *GROM* WINTER WHEAT GRAIN ARIETY DEPENDING ON THE APPLICATION OF PLANT GROWTH REGULATORS AND NITROGEN TOP DRESSINGS

Armen A. Makarov[1], Nurbiy I. Mamsirov[2*], Zarema A. Ivanova[3], Fatima H. Tkhazeplova[3]

[1] FSBSI «Prikumskaya» agrochemical service station; Budennovsk-3 territory, the Budennovsky district, the Stavropol Territory, 356803, the Russian Federation

[2] FSBEI HE «Maykop State Technological University»; 191 Pervomayskaya str., Maykop, 385000, the Russian Federation

[3] FSBEI HE «Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov»; Iv Lenin Ave., Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, 360030, the Russian Federation

Annotation. The article presents the results of a multi-year research aimed at establishing the influence of plant growth regulators and doses of nitrogen top dressings on the growth, development, productivity and technological qualities of *Grom* variety of soft winter wheat grain of the FSBSI «SGC named after P.P. Lukyanenko» selection. The results of the research revealed that the duration of the entire growing season and interphase stages of winter wheat development was largely influenced by weather conditions in the spring-summer period. Application of nitrogen top dressing in the «tillering-beginning of stemming» phase promoted the formation of more vigorous winter wheat plants with an increased tillering coefficient. The best indicators were obtained in options where «Biosil» preparation was used. The most intensive increase in the aboveground mass of winter wheat throughout the growing season occurred with the use of the «Alfastim» growth regulator; it was followed by «Novosil» preparation. The cultivation of crops with growth regulators increased the productive plant stand by 7,8–15,2%, but didn't have a significant effect on the other elements of the crop structure. Application of nitrogen fertilizer in doses of $N_{35}+N_{35}$ и $N_{35}+N_{35}+N_{20}$ when treated with «Novosil» growth regulator provided a high yield – up to 7,13 t/ha. Slightly lower was the yield with the use of «Alfastim» preparation compared with «Novosil». In the option without nitrogen fertilizers

the fifth class grain was formed, and the treatment of winter wheat crops with the studied preparations increased the class of grain to the fourth one, due to an increase in the content of protein and gluten in the grain. Similar changes were also noted when nitrogen was added to the top dressing at doses of $N_{20} + N_{20}$ and $N_{35} + N_{35}$. Spring nitrogen fertilization of winter wheat crops in the heading phase contributed to an increase in the grain class.

Keywords: winter wheat, plant growth regulator, top dressing, nitrogen fertilization, plant density, dry weight of plants, yield structure, yield, gluten, grain nature

For citation: Productivity and technological qualities of Grom winter wheat grain variety depending on the application of plant growth regulators and nitrogen top dressings / Makarov A.A. [et al.] // New technologies. 2021. Vol. 17, No. 4. P. 111-125. https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-4-111-125.

Основная задача современного сельскохозяйственного производства заключается в дальнейшем непрерывном увеличении производства зерна. В связи с этим, выращивание озимой пшеницы выгодно и в настоящее время набирает высокие темпы и занимает высокий удельный вес в структуре посевных площадей.

В настоящее время современное практическое мировое земледелие не может существовать без внедрения различных способов повышения продуктивности сельскохозяйственных культур – за счет искусственного регулирования ростовых процессов в культурных растениях, изогенного воздействия на них при помощи полученных промышленностью физиологически активных веществ – регуляторов роста растений. Благодаря широкому спектру их воздействия на многие полевые культуры они способны повышать их устойчивость к био- и абиотическим факторам среды [1; 6].

Повышение рентабельности производства зерна озимой пшеницы в настоящее время может быть достигнуто как за счет ведения классических агротехнических приемов, так и с широким применением регуляторов роста растений [6; 8]. В основном механизм действия данных препаратов заключен в активизации процессов обмена в растениях, что в конечном итоге способствует повышению урожайности и улучшению качества растениеводческой продукции, влияет на ускорение созревания, повышение иммунитета, способствует индуцированию у растений комплексной неспецифической устойчивости к болезням различного происхождения: грибного, бактериального, вирусного, а также формирует устойчивость культурных растений к неблагоприятным факторам внешней среды [10].

Из года в год на российском рынке регистрируются всё более новые препараты, требующие полноценных исследований в зависимости от условий произрастания, систем основной обработки почвы и минерального питания, предшественника, сортов озимой пшеницы и ряда других факторов [3; 4; 5]. И в этой связи, изучение влияния регуляторов роста и развития растений на формирование урожая и качества озимой пшеницы, разработка рекомендаций для их применения в конкретных условиях и прогнозирование урожайности и качества в результате их включения в технологию выращивания озимой пшеницы имеет большое значение для сельскохозяйственного производства.

Исследования проводились согласно Методике полевого опыта по Б.А. Доспехову [2] в 2017–2020 сельскохозяйственных годах на выщелоченных черноземах ООО «Заря» Шовгеновского района Республики Адыгея. Объект исследования – озимая пшеница сорта Гром селекции ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко» [7]. В опытах испытывали три наименования регуляторов роста: Новосил, Биосил и Альфастим.

Исследования с регуляторами роста проводились по следующей схеме:

1. Контроль (без обработки регуляторами роста);

2. Новосил – обработка в фазу «весеннее кущение – выход в трубку» в дозе 60 мл/га + обработка в фазу «колошение» в дозе 60 мл/га;

3. Альфастим – обработка в фазу «весеннее кущение – выход в трубку» в дозе 50 мл/га + обработка в фазу «колошение» в дозе 50 мл/га;

4. Биосил – обработка в фазу «весеннее кущение – выход в трубку» в дозе 50 мл/га + обработка в фазу «колошение» в дозе 50 мл/га.

Исследования с азотными подкормками проводились по следующей схеме:

1. Контроль (без внесения удобрений);

2. Удобрения N_{20} + N_{20}. 1-я подкормка в дозе N_{20} + 2-я подкормка в дозе N_{20} (по листовой диагностике);

3. Удобрения N_{35} + N_{35}. 1-я подкормка в дозе N_{35} + 2-я подкормка в дозе N_{35} (по листовой диагностике);

4. Удобрения N_{20} + N_{20} + N_{20}. 1-я подкормка в дозе N_{20} + 2-я подкормка в дозе N_{20} (по листовой диагностике) + 3-я подкормка на качество зерна N_{20} в фазу колошения;

5. Удобрения N_{35} + N_{35} + N_{20}. 1-я подкормка в дозе N_{35} + 2-я подкормка в дозе N_{35} (по листовой диагностике) + 3-ья подкормка на качество зерна N_{20} в фазу колошения.

Некорневую обработку вегетирующих растений раствором исследуемых препаратов проводили ранцевым распылителем «PT-16LI» – в фазы «весеннее кущение – выход в трубку» и «колошение» с расходом рабочей жидкости 250 л/га, согласно схеме исследования. Доза регуляторов роста определена согласно регламенту их применения. Осенью под основную обработку почвы внесли фоном $N_{35}P_{60}K_{60}$ (аммофос + калий хлор). Согласно схеме исследований вносимые регуляторы роста (фазы «весеннее кущение – выход в трубку», «колошение») и карбамид (в фазу «колошение») смешивались со средствами защиты растений.

Исследования проводились на фоне поверхностной обработки почвы, в целом агротехника возделывания озимой пшеницы соответствовала рекомендованной для хозяйств Республики Адыгея.

Таблица 1

Динамика влаги в почве на момент посева озимой пшеницы и в середине вегетации (среднее за 2018–2020 гг.)

Table 1

Dynamics of soil moisture at the time of sowing winter wheat and in the middle of the growing season, (average for 2018–2020)

Слой почвы, см	Вес сырой почвы, г	Вес почвы после сушки, г	Масса сухой почвы, г	Влажность почвы, %
в начале вегетации				
0–10	28,6	27,0	9,5	17,3
10–20	23,6	22,6	4,2	23,8
20–40	21,4	20,8	3,3	25,8
40–60	32,8	29,5	11,6	29,9
в середине вегетации				
0–10	31,5	29,6	11,9	14,7
10–20	33,6	31,0	14,2	18,3
20–40	31,9	29,6	11,6	19,8
40–60	23,4	22,2	4,6	23,6

Продуктивная влага – один из наиболее важнейших показателей плодородия почвы [9]. В опыте содержание продуктивной влаги в слое 0–60 см варьировалось в зависимости от периода вегетации культуры (табл. 1).

Анализ полученных результатов позволяет судить о том, что имеют место различия в содержании влаги в почве в зависимости от вегетационного периода. Несколько бóльшим был этот показатель в начале вегетации растений озимой пшеницы, так на глубине 0–10 см влажность почвы в среднем находилась в пределах 17,3%, тогда как в середине вегетации – 14,7%.

На глубине 40–60 см влажность почвы увеличивалась и составила 29,9% в начале и 23,6% в середине вегетации, что говорит о достаточно хорошей влагообеспеченности растений продуктивной влагой в начальный период вегетации.

Некоторые различия по вступлению растений в фазы развития в зависимости от изучаемых в опыте факторов появились только в фазу «колошение – молочная спелость». Так, в контрольном варианте без применения азотных подкормок и с внесением двух подкормок вне зависимости от обработки регуляторами роста растений данный период составлял 17 дней. Внесение подкормки в фазу «колошение» увеличивало его незначительно, всего лишь на один день, а использование препарата «Новосил» сократило прохождение этого периода на один день в сравнении с контрольным вариантом, тогда как применение регуляторов роста растений «Альфастим» и «Биосил» ускорили прохождение этой фазы на два дня. В период между фазами «молочная спелость» и «восковая спелость» сохранилась данная закономерность. Вышеупомянутые различия начали сглаживаться ближе к фазе «полная спелость», за исключением вариантов, где применялся «Биосил» с одновременной азотной подкормкой в фазе «колошение» с ускорением созревания на один день. Необходимо отметить, что межфазный период «восковая спелость – полная спелость» по своей продолжительности несколько различался по годам исследования (2018 г. – 8 дней, 2019 г. – 12 дней, 2020 г. – 10 дней).

В среднем за три года исследования, в зависимости от изучаемых факторов, продолжительность вегетационного периода «всходы – полная спелость» составила 246–250 дней, с колебаниями по отдельным годам до 16 дней. В связи с этим установлено, что изучаемые факторы меньше всего повлияли на продолжительность всего вегетационного периода и в отдельности по фазам развития растений озимой пшеницы сорта Гром. Наибольшее значение имели погодные условия весенне-летнего периода.

Густота стояния растений является одним из важных факторов формирования урожая. Она определяется нормой высева семян и уменьшается в течение вегетации с учетом полевой всхожести, перезимовки и сохранности растений к уборке [5; 8]. Норма высева озимой пшеницы составляла 5,5 млн шт./га всхожих семян, однако полевая всхожесть находилась в интервале от 5,02 до 5,20 млн шт./га при больших значениях при интенсивной технологии. В среднем за годы исследования погодные условия осенне-зимнего периода позволяли растениям озимой пшеницы практически не прекращать свою вегетацию (табл. 2).

В результате проведенных исследований установлено незначительное влияние на формирование густоты растений изучаемых факторов в фазу весеннего кущения, когда густота стояния варьировала от 412,3 до 420 шт./м^2. В дальнейшем происходило снижение густоты стояния в фазу «выход в трубку» в среднем на 13,1%, в сравнении с фазой «кущение». В среднем вне зависимости от применения регуляторов роста растений на контроле данный показатель снижения составил 15,2%, при том, что внесение азотных удобрений в виде подкормки в дозах $N_{20} + N_{20}$ и $N_{35} + N_{35}$ способствовало снижению до 12,4 и

Таблица 2

Показатели густоты стояния растений озимой пшеницы в опыте (среднее 2018–2020 гг.), шт./м²

Table 2

Indicators of the density of standing of winter wheat plants in the experiment (average for 2018–2020), pcs/m²

Вариант		Фаза вегетации			
азотная подкормка	регулятор роста	весеннее кущение	выход в трубку	колошение	молочная спелость зерна
Контроль	Контроль	413,2	333,1	326,1	312,4
	Новосил	416,7	376,1	366,2	355,5
	Альфастим	419,4	348,6	339,2	325,0
	Биосил	412,3	366,1	357,1	346,8
$N_{20} + N_{20}$	Контроль	418,2	356,1	341,3	328,2
	Новосил	416,2	379,2	368,2	359,9
	Альфастим	420,3	355,2	348,3	335,4
	Биосил	419,8	360,8	352,2	341,0
$N_{35} + N_{35}$	Контроль	415,2	359,6	350,6	337,4
	Новосил	413,3	380,6	373,6	362,7
	Альфастим	415,8	366,1	359,6	345,7
	Биосил	417,9	371,6	364,8	353,5
$N_{20} + N_{20} + N_{20}$	Контроль	412,8	344,8	337,0	324,1
	Новосил	414,0	373,7	367,3	355,9
	Альфастим	418,4	356,1	348,1	336,1
	Биосил	412,5	362,0	351,6	343,6
$N_{35} + N_{35} + N_{20}$	Контроль	415,7	364,1	353,4	340,3
	Новосил	417,1	374,2	369,3	359,9
	Альфастим	415,8	369,4	361,1	349,3
	Биосил	416,8	376,8	369,6	356,1
$НСР_{05}$		13,7	12,4	12,1	11,8

12,2% соответственно. Установлено, что улучшение условий азотного питания растений способствовало их большей сохранности, а применение в опыте регуляторов роста растений оказывало довольно сильное влияние на густоту стояния озимой пшеницы. Так, с использованием препарата «Новосил» в среднем густота стояния растений озимой пшеницы вне зависимости от дозы азотной подкормки на 6,8% была выше, чем на контрольном варианте с применением регулятора роста «Биостил» на – 4,5%, наряду с этим, обработка препаратом «Альфастим» не оказала существенного влияния на данный показатель. Аналогичная тенденция в опыте была сохранена и в более поздние фазы развития растений озимой пшеницы.

Таблица 3

Влияние регуляторов роста растений и азотной подкормки на темпы накопления сухой массы растениями озимой пшеницы (среднее за 2018–2020 гг.), г/растения

Table 3

Influence of plant growth regulators and nitrogen top dressing on the rate of dry matter accumulation by winter wheat plants (average for 2018–2020), g/plant

Вариант		Фаза вегетации			
азотная подкормка	регулятор роста	весеннее кущение	выход в трубку	колошение	молочная спелость зерна
Контроль	Контроль	0,61	1,19	2,71	4,97
	Новосил	0,62	1,34	3,11	5,78
	Альфастим	0,63	1,27	3,01	5,59
	Биосил	0,63	1,19	2,91	5,34
$N_{20} + N_{20}$	Контроль	0,63	1,23	2,86	5,32
	Новосил	0,62	1,48	3,92	6,00
	Альфастим	0,63	1,49	3,76	6,83
	Биосил	0,63	1,50	3,76	6,80
$N_{35} + N_{35}$	Контроль	0,61	1,49	3,92	6,01
	Новосил	0,63	1,51	3,76	6,99
	Альфастим	0,62	1,65	4,57	7,40
	Биосил	0,62	1,49	4,06	6,08
$N_{20} + N_{20} + N_{20}$	Контроль	0,61	1,51	3,77	6,79
	Новосил	0,62	1,53	3,82	6,95
	Альфастим	0,63	1,42	3,85	6,14
	Биосил	0,62	1,48	3,72	6,76
$N_{35} + N_{35} + N_{20}$	Контроль	0,61	1,52	3,81	6,93
	Новосил	0,63	1,51	3,75	7,13
	Альфастим	0,62	1,63	4,63	7,50
	Биосил	0,61	1,55	3,85	7,21
$НСР_{05}$		0,02	0,05	0,14	0,24

Общеизвестно, что внешние факторы среды способны оказывать значительное влияние на процессы роста и развития в вегетационный период, отражая при этом весь процесс накопления биологической массы растений (табл. 3).

Анализ табличных данных показал, что сухая масса одного растения озимой пшеницы в фазе «кущение» не сильно зависела от изучаемых факторов и составила 0,61–0,63 г. В фазе «выход в трубку» стало проявляться более заметное влияние подкормок азотными удобрениями. В среднем, на контрольном варианте независимо от применяемых регуляторов роста, масса одного растения озимой

пшеницы составила 1,25 г, а на вариантах внесения подкормок в два приема (N_{20} + N_{20}) – 1,42 г и (N_{35} + N_{35}) – 1,53 г.

Отмечается, что темпы интенсивного прироста надземной массы озимой пшеницы увеличиваются в межфазный период «выход в трубку – колошение», при этом сухая масса увеличивается до двух раз и составляет в контрольном варианте 2,93 г/раст., а в вариантах с азотной подкормкой на 3,57 и 4,08 г/раст. соответственно. В фазу молочной спелости зерна третья азотная подкормка стала давать положительную динамику, которая способствовала большему накоплению сухой массы (6,3 и 8,1% в сравнении контролем). Действие регуляторов роста на накопление сухой массы наглядно видно на рисунке 1.

В связи с тем, что регуляторы роста растений в опыте вносились в фазу «кущение», воздействие их на темпы накопления сухого вещества начало существенно прослеживаться с фазы «выход в трубку». Более интенсивный прирост надземной массы озимой пшеницы в течение всего вегетационного периода наблюдался при использовании препарата «Альфастим», а с применением регулятора роста «Новосил» этот процесс шел менее интенсивно (меньше, чем при внесении «Альфастим» на 11,8%). Препарат «Биосил» не оказал значительного влияния на процессы накопления сухого вещества.

Одним из наиболее важных элементов структуры урожая озимой пшеницы является число продуктивных стеблей на единицу площади. В исследованиях установлено, что число продуктивных стеблей в среднем составило 411,4 шт./м^2, число зерен в одном колосе – 34,6 штук, масса зерна с одного колоса – 1,48 г и масса 1000 зерен – 42,5 г (табл. 4).

В условиях опыта применение азотных подкормок независимо от обработки регуляторами роста приводило к формированию густоты продуктивного стеблестоя в пределах 382,5 шт./м^2 (контроль). Двухкратная азотная подкормка в дозах N_{20} + N_{20} не оказала существенного влияния на густоту продуктивного стеблестоя – 389,0 шт./м^2, третья подкормка азотом в фазу «колошение» увеличила этот показатель на 16,2 шт./м^2. Азотная подкормка в дозе N_{35} + N_{35} позволила получить 54,1 шт./м^2 продуктивных стеблей дополнительно к контролю.

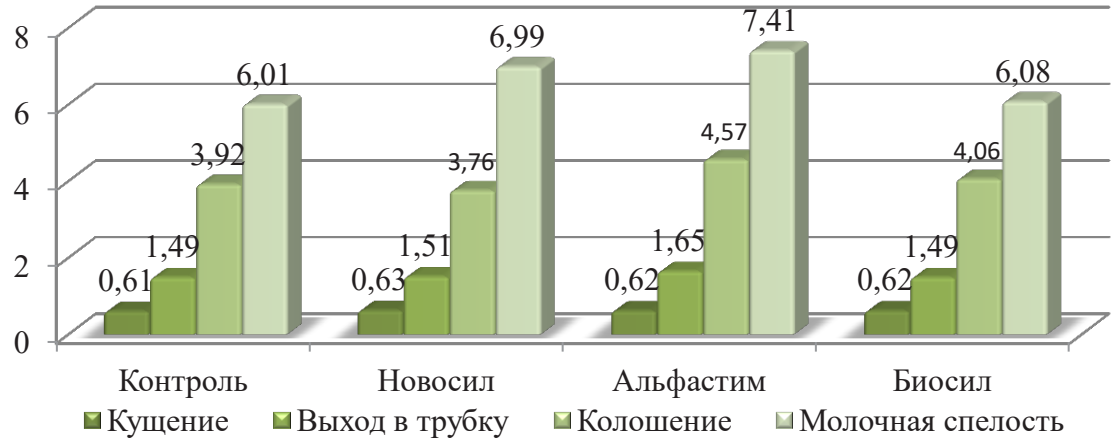

Рис. 1. *Накопление сухой массы растениями озимой пшеницы в зависимости от применения регуляторов роста с внесением удобрений в дозе N_{35} + N_{35} (среднее за 2018–2020 гг.), г/растение*

Fig. 1. *Accumulation of dry matter by winter wheat plants depending on the use of growth regulators when using fertilizers at the dose of N_{35} + N_{35} (average for 2018–2020), g/plant*

Таблица 4

Элементы структуры урожая озимой пшеницы в зависимости от регуляторов роста и доз азотной подкормки (среднее за 2018–2020 гг.)

Table 4

Elements of the structure of the winter wheat yield depending on growth regulators and doses of nitrogen fertilization (average for 2018–2020)

Вариант		Продуктивный стеблестой, шт./м²	Количество зерен в колосе, шт.	Масса, г	
азотная подкормка	регулятор роста			с 1 колоса	1000 зерен
Контроль	Контроль	331,18	32,3	1,35	40,8
	Новосил	401,74	31,7	1,34	42,2
	Альфастим	370,51	33,9	1,41	41,6
	Биосил	426,61	33,2	1,37	41,3
$N_{20} + N_{20}$	Контроль	344,63	35,8	1,47	41
	Новосил	406,74	34,3	1,45	42,3
	Альфастим	382,41	36,0	1,51	41,9
	Биосил	416,12	35,6	1,49	41,8
$N_{35} + N_{35}$	Контроль	415,01	36,2	1,54	42,5
	Новосил	446,14	35,9	1,58	44
	Альфастим	421,76	35,2	1,53	43,4
	Биосил	463,19	32,8	1,42	43,2
$N_{20} + N_{20} + N_{20}$	Контроль	346,40	37,1	1,54	41,5
	Новосил	417,68	35,1	1,51	43
	Альфастим	414,16	34,1	1,45	42,4
	Биосил	442,54	33,9	1,43	42,1
$N_{35} + N_{35} + N_{20}$	Контроль	431,17	35,3	1,52	43
	Новосил	457,38	35,2	1,56	44,3
	Альфастим	437,49	35,6	1,57	44
	Биосил	455,28	33,9	1,48	43,6
$НСР_{05}$		15,0	1,2	0,05	1,4

Наравне с показателями густоты продуктивного стеблестоя на число зерен в колосе значительное влияние в условиях данного опыта оказали азотные подкормки. Так, в среднем, вне зависимости от применения регуляторов роста растений на контроле озерненность одного колоса была 32,8 штук, а в вариантах с подкормками азотными удобрениями – 34,8–35,4 шт./колос. Масса зерна с одного колоса на контроле в среднем составляла 1,37 г, что ниже на 0,10–0,16 г ниже, чем в вариантах с азотными подкормками. Наиболее весомый колос был сформирован в вариантах с подкормками в дозах $N_{35} + N_{35}$ и $N_{35} + N_{35} + N_{20}$ – 1,52 г

Таблица 5

Урожайность озимой пшеницы в зависимости от исследуемых факторов (2017–2020 сельскохозяйственные годы), т/га

Table 5

Winter wheat yield depending on the factors studied (2017–2020 agricultural years), t/ha

Вариант		Средняя урожайность	Средние по:	
доза азотной подкормки	регулятор роста		азотным подкормкам	регуляторам роста
Контроль	Контроль	4,37	4,83	5,71
	Новосил	5,12		6,45
	Альфастим	4,87		6,16
	Биосил	4,70		6,01
$N_{20} + N_{20}$	Контроль	5,56	5,98	
	Новосил	6,33		
	Альфастим	6,01		
	Биосил	5,83		
$N_{35} + N_{35}$	Контроль	6,34	6,81	
	Новосил	7,11		
	Альфастим	6,83		
	Биосил	6,67		
$N_{20} + N_{20} + N_{20}$	Контроль	5,58	5,98	
	Новосил	6,24		
	Альфастим	5,99		
	Биосил	5,83		
$N_{35} + N_{35} + N_{20}$	Контроль	6,41	6,83	
	Новосил	7,13		
	Альфастим	6,79		
	Биосил	6,75		
Контроль	Контроль	4,52		
	Новосил	5,24		
	Альфастим	4,95		
	Биосил	4,83		
$N_{20} + N_{20}$	Контроль	5,69		
	Новосил	6,37		
	Альфастим	6,05		
	Биосил	5,97		
$N_{35} + N_{35}$	Контроль	6,51		
	Новосил	7,29		
	Альфастим	6,93		
	Биосил	6,79		
$N_{20} + N_{20} + N_{20}$	Контроль	5,68		
	Новосил	6,41		
	Альфастим	6,14		
	Биосил	5,93		
$N_{35} + N_{35} + N_{20}$	Контроль	6,48		
	Новосил	7,25		
	Альфастим	7,01		
	Биосил	6,80		
$НСР_{05}$		0,23	0,10	0,09

и 1,53 г, что на 0,05 и 0,06 г выше, чем на более низких изучаемых дозах азота. Масса 1000 зерен в среднем независимо от регуляторов роста варьировала от 41,5 до 43,7 г и более высокой была в вариантах с подкормками в дозах $N_{35} + N_{35}$ и $N_{35} + N_{35} + N_{20}$.

Анализ данных структуры урожая озимой пшеницы с применением регуляторов роста, вне зависимости от подкормок азотом, показал, что на контрольном варианте число продуктивных стеблей достигало 373,8 шт./м^2. При обработке посевов озимой пшеницы препаратом «Новосил» стеблестой увеличивался на 12,2%, а при обработке препаратом «Альфастим» увеличение стеблестоя было отмечено на уровне 7,8%, препаратом «Биосил» – на 15,2%. Прямо пропорционально числу продуктивного стеблестоя озимой пшеницы менялось и количество зерен в колосе, при наибольшем их количестве на контрольном варианте – 35,4 шт./колос, и наименьшем – при внесении регулятора роста «Биосил» – 33,2 шт./колос.

Урожайность любой полевой культуры является одним из определяющих показателей эффективности ведения сельскохозяйственного производства. Данные по урожайности представлены в среднем за годы исследования (табл. 5).

Урожайность озимой пшеницы в среднем за годы исследования менялась от 4,37 до 7,29 т/га, составив в среднем по опыту – 6,08 т/га. Анализ средних данных по дозам азотных подкормок выявил положительное влияние на урожайность озимой пшеницы сорта Гром. При дозе азотных подкормок $N_{35} + N_{35}$ растения сформировали в условиях опыта довольно высокую урожайность, в среднем 6,80 т/га, существенно превышающую данные контрольного варианта на 41,0%. Несколько ниже отмечалась урожайность при дозе внесения подкормки $N_{20} + N_{20}$ – 5,98 т/га, что значительно уступает дозе $N_{35} + N_{35}$ на 13,9%, с достоверным превышением контроля на 23,8%. Внесенный согласно схеме исследования карбамид в дозе N_{20} не оказал влияния на урожайность озимой пшеницы. Средняя урожайность зерна озимой пшеницы при внесении регуляторов роста растений на контрольном варианте составила 5,71 т/га ($НСР_{05}$ – 0,09 т/га). В опыте установлен факт достоверного повышения данного показателя, при обработке посевов озимой пшеницы регуляторами роста на основе тритерпеновых кислот. Максимальное значение по урожаю зерна отмечается при обработке посевов озимой пшеницы регулятором роста «Новосил» – 6,45 т/га, что превышает значения контрольного варианта на 13,0%, а препараты «Альфастим» и «Биосил» повысили урожай в среднем на 5,7%.

Качество зерна озимой пшеницы определяется различными признаками объединенных в несколько групп, и в таблице 6 представлены некоторые показатели из физических и химических групп.

Процентное содержание белка в зерне озимой пшеницы в условиях опыта находилось в пределах 9,9–13,8%. Внесение азота в подкормку на вариантах 5 и 9 в фазу «весеннее кущение– выход в трубку» существенного влияния на изменение данного показателя не дало. Аналогичные данные были получены и при обработке вегетирующих растений озимой пшеницы карбамидом в варианте 13 в фазу «колошение», а при внесении в подкормку азота под посевы озимой пшеницы ($N_{35} + N_{35} + N_{20}$ – вариант 17) содержание белка увеличивалось по сравнению с контролем на 3,1%, что составило 13,0%.

Обработка растений озимой пшеницы регуляторами роста при ее возделывании приводит к увеличению содержания белка в зерне, что отмечается как в вариантах с внесением азотных подкормок, так и без их внесения. Изменение показателей содержания белка в зерне озимой пшеницы под влиянием препаратов «Новосил», «Альфастим» и «Биосил» более детально можно рассмотреть на фоне внесения подкормки азотом в дозе

Таблица 6

Качество зерна озимой пшеницы в зависимости от изучаемых факторов на фоне поверхностной системы обработки почвы (2018–2020 гг.)

Table 6

Grain quality of winter wheat depending on the factors studied against the background of a surface tillage system (2018–2020)

Вариант			Натура, г/л	Содержание белка, % а.с.в.	Качество зерна	
доза азотной подкормки		регулятор роста			клейковина, %	ИДК
1	Контроль	Контроль	690	9,9	17	105
2		Новосил	712	10,3	19	96
3		Альфастим	720	10,9	21	89
4		Биосил	716	10,5	21	92
5	$N_{20} + N_{20}$	Контроль	707	9,8	18	104
6		Новосил	722	10,5	20	89
7		Альфастим	727	11,3	22	80
8		Биосил	720	10,8	21	86
9	$N_{35} + N_{35}$	Контроль	710	10,0	20	105
10		Новосил	725	12,1	21	85
11		Альфастим	726	12,8	23	79
12		Биосил	727	12,5	23	82
13	$N_{20} + N_{20} + N_{20}$	Контроль	715	10,1	20	103
14		Новосил	740	13,2	25	40
15		Альфастим	760	13,5	28	75
16		Биосил	735	13,4	26	39
17	$N_{35} + N_{35} + N_{20}$	Контроль	729	13,0	23	85
18		Новосил	762	13,3	25	40
19		Альфастим	780	13,7	29	69
20		Биосил	760	13,7	27	41
$НСР_{05}$			26	0,5	0,9	–

N_{35} + N35 + N20, так как здесь отмечается самое высокое содержание белка в зерне.

Внесение регуляторов роста по вегетирующим растениям повышало данный показатель от 0,3 до 0,7% в сравнении с контрольным 17 вариантом, где получено 13,0%. Максимально высокие результаты по содержанию белка в зерне озимой пшеницы отмечаются при внесении регуляторов роста растений «Альфастим» и «Биосил» – 13,7%, что выше контроля на 0,7% и на 0,4% препарата «Новосил».

Уровень содержания клейковины в зерне озимой пшеницы и ее качество также сильно зависели от изучаемых в опыте факторов. Так, на контрольном варианте

без подкормки растений азотными удобрениями содержание клейковины в зерне составило около 17%, с обработкой вегетирующих растений регуляторами роста оно увеличилось от 2% по препарату «Новосил» и до 4% по препаратам «Альфастим», «Биосил». Внесение азотных подкормок в дозе $N_{20} + N_{20}$ и $N_{35} + N_{35}$ содействовало увеличению данного показателя. Натура зерна озимой пшеницы в среднем по опыту составляла 729,2 г/л и изменялась от 690 (вариант 1) до 780 (вариант 19) г/л.

Обобщая результаты исследования, можно констатировать, что погодные условия в весенне-летний период оказывают существенное влияние на продолжительность вегетационного периода озимой пшеницы. Проведение азотной подкормки в дозах $N_{20} + N_{20}$ и $N_{35} + N_{35}$ в фазу «кущение – начало выхода в трубку» способствует повышению высоты растений озимой пшеницы и увеличению коэффициента продуктивной кустистости. Отмечается повышение надземной массы озимой пшеницы при обработке посевов регуляторами роста «Альфастим» и «Новосил», также она увеличивает продуктивный стеблестой на 7,8–15,2%.

Для получения высоких урожаев озимой пшеницы целесообразно внесение азотной подкормки в дозах $N_{35} + N_{35}$ и $N_{35} + N_{35} + N_{20}$ с одновременной обработкой регулятором роста «Новосил», способствующему формированию наиболее высокого уровня урожайности – до 7,13 т/га. Применение азотной подкормки в опыте в дозе $N_{20} + N_{20} + N_{20}$ повышало классность зерна озимой пшеницы с пятого на четвертый класс. При обработке посевов регуляторами роста растений «Новосил» и «Биосил» класс зерна увеличился до третьего, при обработке препаратом «Альфастим» за счет повышения белка в зерне сформировалось зерно, соответствующее второму классу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Вьюгин С.М., Вьюгина Г.В. Регулирование фитосанитарного состояния агроценозов // Земледелие. 2012. № 1. С. 39–41.

2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

3. Kishev A.Y., Berbekov K.Z., Shibzukhova Z.S., Shibzukhov Z.-G.S., Mamsirov N.I. Improvement of cultivation technology of winter durum wheat in the conditions of the Kabardino-Balkarian Republic // Fundamental and Applied Research in Biology and Agriculture: Current Issues, Achievements and Innovations: E3S Web of Conferences. International Scientific and Practical Conference. FARBA, 2021.

4. Костин В.И., Исайчев В.А., Костин О.В. Элементы минерального питания и росторегуляторы в онтогенезе сельскохозяйственных культур. М.: Колос, 2006. 290 с.

5. Мамсиров Н.И., Мнатсаканян А.А. Эффективность разных доз минеральных удобрений под озимую пшеницу // Новые технологии. 2021. Т. 17, № 3. С. 77–85.

6. Мамсиров Н.И., Ачугов З.Р., Макаров А.А. Эффективность регуляторов роста при возделывании новых сортов озимой пшеницы // Экология: вчера, сегодня, завтра: материалы всероссийской научно-практической конференции. Махачкала: АЛЕФ, 2019. С. 301–308.

7. Сорта пшеницы и тритикале Краснодарского НИИСХ имени П.П. Лукьяненко / Л.А. Беспалова [и др.]; КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко. Краснодар: ЭДВИ, 2017. 167 с.

8. Регуляторы роста растений с антистрессовыми и иммунопротекторными свойствами / Прусакова Л.Д. [и др.] // Агрохимия. 2005. № 11. С. 76–86.

9. Седых Н.В., Каргалев И.В., Подколзин О.А. Влияние регуляторов роста и биопрепаратов на урожайность и качество зерна озимой пшеницы на темно-каштановых почвах Ставропольского края // Плодородие. 2011. № 1 (58). С. 15–16.

10. Шеуджен А.Х., Онищенко Л.М. Удобрения, почвенные грунты и регуляторы роста растений. Майкоп: Адыгея, 2005. 404 с.

REFERENCES:

1. Vyugin S.M., Vyugina G.V. Regulation of the phytosanitary state of agrocenoses // Land husbandry. 2012. No. 1. P. 39–41.

2. Dospekhov B.A. Field experiment technique. M.: Agropromizdat, 1985. 351 p.

3. Kishev A.Y., Berbekov K.Z., Shibzukhova Z.S., Shibzukhov Z.-G.S., Mamsirov N.I. Improvement of cultivation technology of winter durum wheat in the conditions of the Kabardino-Balkarian Republic // Fundamental and Applied Research in Biology and Agriculture: Current Issues, Achievements and Innovations: E3S Web of Conferences. International Scientific and Practical Conference. FARBA, 2021.

4. Kostin V.I., Isaichev V.A., Kostin O.V. Elements of mineral nutrition and growth regulators in ontogeny of agricultural crops. M.: Kolos, 2006. 290 p.

5. Mamsirov N.I., Mnatsakanyan A.A. The effectiveness of different doses of mineral fertilizers for winter wheat // New technologies. 2021. Vol. 17, No. 3. P. 77–85.

6. Mamsirov N.I., Achugov Z.R., Makarov A.A. The effectiveness of growth regulators in the cultivation of new varieties of winter wheat // Ecology: yesterday, today, tomorrow: materials of the All-Russian scientific and practical conference. Makhachkala: Alef, 2019. P. 301–308.

7. Varieties of wheat and triticale of the Krasnodar Research Institute of Agriculture named after P.P. Lukyanenko / L.A. Bespalov [et al.]; KNIISH them. P.P. Lukyanenko. Krasnodar: EDVI, 2017. 167 p.

8. Plant growth regulators with anti-stress and immunoprotective properties / Prusakova LD. [and others] // Agrochemistry. 2005. No. 11. P. 76–86.

9. Sedykh N.V., Kargalev I.V., Podkolzin O.A. Influence of growth regulators and biological products on yield and grain quality of winter wheat on dark chestnut soils of the Stavropol Territory // Fertility. 2011. No. 1 (58). P. 15–16.

10. Sheudzhen A.Kh., Onishchenko L.M. Fertilizers, soil and plant growth regulators. Maykop: Adygea, 2005. 404 p.

Информация об авторах / Information about the authors

Армен Александрович Макаров, врио директора ФГБУ «Станция агрохимической службы «Прикумская»
makarov.georgievsk@mail.ru
тел.: 8 (961) 494 62 80

Нурбий Ильясович Мамсиров, заведующий кафедрой технологии производства сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», доктор сельскохозяйственных наук, доцент
nur.urup@mail.ru
тел.: 8 (918) 223 23 25

Зарема Амурхановна Иванова, доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Armen A. Makarov, acting director of the FSBI «Prikumskaya» Agrochemical Service Station
makarov.georgievsk@mail.ru
tel.: 8 (961) 494 62 80

Nurbiy I. Mamsirov, head of the Department of Agricultural Production Technologies of FSBEI HE «Maykop State Technological University», Doctor of Agricultural Sciences, an associate professor
nur.urup@mail.ru
tel.: 8 (918) 223 23 25

Zarema A. Ivanova, an associate professor of the Department of Production Technology and Processing of Agricultural Products of FSBEI HE «Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov», Candidate of Agricultural Sciences, an associate professor

fnagudova@mail.ru
тел.: 8 (909) 487 15 18

Фатима Хатабиевна Тхазеплова, доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
fnagudova@mail.ru
тел.: 8 (906) 485 21 97

fnagudova@mail.ru
tel.: 8 (909) 487 15 18

Fatima Kh. Tkhazeplova, an associate professor of the Department of Production Technology and Processing of Agricultural Products of FSBEI HE «Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov», Candidate of Agricultural Sciences, an associate professor
fnagudova@mail.ru
tel.: 8 (906) 485 21 97