

## Применение регулятора роста «Эдагум СМ» на посевах озимой пшеницы в РСО-Алания

А. А. Тедеева<sup>1</sup>, В. В. Тедеева<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup>Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства – филиал Федерального центра «Владикавказский научный центр Российской академии наук», Михайловское, Россия

✉E-mail: vikkimarik@bk.ru

**Аннотация.** Авторами представлены результаты применения регулятора роста на посевах озимой пшеницы в условиях степной зоны Республики Северная Осетия – Алания. **Цель работы** – изучить влияние регулятора роста «Эдагум СМ» на рост, развитие, продуктивность и качество зерна перспективных сортов озимой пшеницы с учетом эколого-экономической эффективности и совершенствование на этой основе ресурсосберегающей технологии возделывания культуры в условиях степной зоны РСО-Алания. **Научная новизна** состоит в том, что изучены особенности роста и развития перспективных сортов озимой пшеницы в зависимости от доз регулятора роста «Эдагум СМ» и показано их влияние на фотосинтетическую деятельность растений. Установлены оптимальные нормы высева перспективных сортов, обеспечивающие высокую продуктивность культуры и повышение качественных показателей получаемой продукции. Объектом исследований были высокоурожайные сорта озимой пшеницы Гомер и Багра́т селекции ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко». **Методы.** Учеты и наблюдения проводили по общепринятым методам, описанным учебно-методическом руководстве по проведению исследований в агрономии. **Результаты.** В результате применения регулятора роста по сортам Гомер и Багра́т оптимальным вариантом является вариант «Эдагум СМ» (450 мл/га), а оптимальной нормой высева – 5 млн/га (сорт Гомер) и 4 млн/га (сорт Багра́т). Наибольшее формирование фотосинтетической деятельности наблюдалось в период выхода в трубку – колошения. Чистая продуктивность фотосинтеза озимой пшеницы повышалась от фазы кушения к фазе выхода в трубку и максимальных показателей достигала в период «колошение – молочная спелость». Урожайность культуры в зависимости от дозы регулятора роста возрастала на 0,13–0,22 т/га (сорт Гомер, норма высева 3 млн/га). Показатель натуры зерна в зависимости от изучаемых вариантов изменялся в пределах 691–722 г/л (сорт Гомер) и 689–720 г/л (сорт Багра́т). Содержание белка варьировало в диапазоне 10,1–13,2 %, а клейковины – 24–26 %. Рентабельность колебалась в пределах 22–47 %.

**Ключевые слова:** озимая пшеница, сорт, нормы высева, регулятор роста, фотосинтетическая деятельность, качество зерна, элемент технологии, экономическая эффективность, продуктивность.

**Для цитирования:** Тедеева А. А., Тедеева В. В. Применение регулятора роста «Эдагум СМ» на посевах озимой пшеницы в РСО-Алания // Аграрный вестник Урала. 2022. № 04 (219). С. 26–36. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-219-04-26-36.

**Дата поступления статьи:** 25.02.2022, **дата рецензирования:** 11.03.2022, **дата принятия:** 21.03.2022.

### Постановка проблемы (Introduction)

Среди зерновых культур наиболее распространенной на земном шаре является пшеница, посевная площадь которой превышает 240 млн га. По посевным площадям и производству зерна пшеницы Российская Федерация занимает одно из ведущих мест в мире [1–5].

Одним из способов стимуляции роста и развития растений, повышения урожайности, качества продукции, а также устойчивости растений к вредителям и болезням является применение регуляторов

роста. Они способны в малых дозах положительно влиять на процессы метаболизма в растениях и приводить к значительным положительным изменениям процессов роста и развития [6–9]. Практическое значение этих препаратов определяется, прежде всего, их действием на процессы развития растений на разных этапах онтогенеза и способностью значительно ускорять рост и повышать урожайность. При этом использование регуляторов роста следует рассматривать как экологически чистый и экономически эффективный способ повышения продуктивности

сельскохозяйственных культур, способствующий более полной реализации биоресурсного потенциала растений, в том числе озимой пшеницы [10–13].

Регуляторы роста, обладая антистрессовыми свойствами, повышают устойчивость растений к низким и высоким температурам, избытку и недостатку воды, засухе и заморозкам. Следовательно, широкое применение регуляторов роста следует рассматривать как важный элемент в технологии возделывания озимой пшеницы [14–17].

#### Методология и методы исследования (Methods)

Экспериментальные исследования проводились на расположенных в степной зоне (Моздокский район) опытных полях Северо-Кавказского научно-исследовательского института горного и предгорного сельского хозяйства ВНИЦ РАН в 2019–2021 гг.

Степная зона предгорий Северного Кавказа (150–450 м над уровнем моря) по характеру растительности относится к полынно-злаковым провинциям. Климат в зоне континентальный жаркий. Весна здесь начинается с первой декады марта, когда температура устойчиво превышает 0 °С. Осадки выпадают неравномерно и не обеспечивают оптимального водного режима для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур. Среднегодовое количество осадков составляет 360–480 мм. Из них на вегетационный период приходится 289–300 мм. Больше осадков выпадает летом (170–200 мм), меньше – зимой.

Среднемесячная температура января составляет –3,0...–3,6 °С, июля – 25,3 °С, устойчивый переход температуры воздуха через +10 °С отмечается весной 15–20 апреля, осенью – 5–10 ноября.

Почвы представлены предкавказскими мощными и средней мощности карбонатными и обыкновенными черноземами, переходящими на северо-востоке в каштановые. Мощность гумусового слоя достигает 60–100 см, а содержание гумуса в пахотном слое колеблется от 3 до 4,9 %. Реакция почвы слабощелочная (рН в пределах 7,6–8,0).

Опыты закладывались в трехкратной повторности, размещение делянок рендомизированное. Общая площадь делянки – 63 м<sup>2</sup>, учетная – 38 м<sup>2</sup>. Статистическая обработка исследований проводилась методом дисперсионного анализа.

Уборку урожая озимой пшеницы провели в фазу полной спелости при влажности зерна 13–14 %.

В результате исследований в ходе вегетации озимой пшеницы отбирались почвенные и растительные образцы, проводились учеты, наблюдения и анализы по общепринятым методикам.

Все показатели определялись согласно методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур:

– в фазы всходов, кушения, конца осенней и начала весенней вегетации, выхода в трубку, колошения, цветения, молочной, восковой и полной спелости зерна проводились фенологические наблюдения;

– после появления всходов на закрепленных площадках (размером 0,33 м<sup>2</sup>, размещенных в 3 точках по диагонали делянки в двух несмежных повторениях) отмечали густоту стояния и количество стеблей озимой пшеницы;

– на 100 растениях (от узла кушения до верхушки вытянутого листа или колоса на главном побеге) отмеряли высоту;

– из общих проб на 100 растениях проводили подсчет общей и продуктивной кустистости;

– фитосанитарный мониторинг состояния посевов проводили по методике ВИЗР.

Полевые опыты закладывали по следующей схеме:

1. Контроль (без биостимулятора роста).

2. «Эдагум СМ» – 400 мл/га (опрыскивание в фазу весеннего кушения).

3. «Эдагум СМ» – 450 мл/га (опрыскивание в фазу весеннего кушения).

4. «Эдагум СМ» – 500 мл/га (опрыскивание в фазу весеннего кушения).

В опыте были изучены следующие нормы высева: 3 млн, 4 млн, 5 млн всхожих семян на 1 га на двух сортах озимой пшеницы – Гомер и Баграт.

Общая площадь посевов – 8 га. Перед посевом семена были обработаны пестицидами:

– «Табу Нео, СК» с нормой применения препарата 1 кг/т (уникальный двухкомпонентный инсектицидный протравитель семян для защиты от почвообитающих и наземных вредителей);

– «Максим Форте, КС» – 1,75 кг/т (трехкомпонентный фунгицид с выраженным физиологическим эффектом для защиты семян высокоинтенсивных сортов озимой пшеницы от широкого комплекса патогенов).

При посеве вносилось комплексное серосодержащее азотно-фосфорное удобрение «Сульфаммофос» с нормой внесения 100 кг/га.

#### Результаты (Results)

Для озимой пшеницы одним из наиболее важных при формировании урожая является период «посев – всходы», который в зависимости от изучаемых факторов варьировал в пределах 11–14 дней. Продолжительность вегетационного периода от появления всходов до полной спелости составила 248–254 дня.

От того, как будут развиваться растения в осенний период, во многом зависит будущее урожая. В осенний период вегетации с появлением всходов заканчиваются рост и дифференциация зародышевых органов. Получение хороших всходов в осенний период – одно из основных условий при возделывании озимой пшеницы.

Проведенные исследования позволили отметить незначительное влияние изучаемых факторов (норма высева, различные дозы регулятора роста) на формирование густоты стояния растений. По сортам Гомер и Баграт оптимальным вариантом является вариант «Эдагум СМ» (450 мл/га), а опти-

мальной нормой высева с точки зрения густоты стояния растений является 5 млн/га (сорт Гомер) и 4 млн/га (сорт Багра́т) (таблица 1). Наибольшая разница между изучаемыми вариантами была отмечена в фазы выхода в трубку, колошения, молочной спелости. При этом значения по сорту Гомер превосходили значения сорта Багра́т.

На протяжении всего периода вегетации идет активный рост растений озимой пшеницы, который возможен только при соответствии условий ее произрастания потребностям на каждом этапе развития.

Являясь генетически обусловленным признаком, высота растений широко варьирует под влиянием внешних условий. Наши наблюдения за ро-

Таблица 1  
Влияние различных доз регулятора роста и норм высева на густоту стояния растений сортов озимой пшеницы в условиях степной зоны РСО-Алания (2019–2021 гг., шт/м<sup>2</sup>)

Сорта	Регулятор роста	Норма высева	Фаза вегетации			
			Весеннее кущение (конец фазы)	Выход в трубку	Колошение	Молочная спелость зерна
Гомер	1. Контроль	а) 3 млн	411,3	331,4	326,1	311,8
		б) 4 млн	414,8	348,3	340,6	338,6
		в) 5 млн	416,3	355,6	342,2	339,1
	2. «Эдагум СМ» (400 мл/га)	а) 3 млн	412,6	336,2	331,8	328,4
		б) 4 млн	418,8	350,6	343,9	341,2
		в) 5 млн	421,3	357,2	351,2	346,8
	3. «Эдагум СМ» (450 мл/га)	а) 3 млн	416,1	340,1	336,1	334,2
		б) 4 млн	422,3	354,8	350,9	348,6
		в) 5 млн	426,1	360,3	353,2	351,8
	4. «Эдагум СМ» (500 мл/га)	а) 3 млн	413,2	337,1	330,0	328,4
		б) 4 млн	414,8	342,1	336,2	331,5
		в) 5 млн	415,4	343,8	336,8	332,4
Багра́т	1. Контроль	а) 3 млн	409,7	328,9	322,6	305,1
		б) 4 млн	412,6	345,1	336,1	332,1
		в) 5 млн	414,3	352,2	330,1	330,8
	2. «Эдагум СМ» (400 мл/га)	а) 3 млн	410,8	333,1	327,6	324,1
		б) 4 млн	416,3	347,2	342,3	340,2
		в) 5 млн	419,8	354,6	337,6	337,1
	3. «Эдагум СМ» (450 мл/га)	а) 3 млн	414,6	337,1	332,4	330,1
		б) 4 млн	420,1	351,8	346,4	342,6
		в) 5 млн	424,9	357,3	340,1	340,0
	4. «Эдагум СМ» (500 мл/га)	а) 3 млн	411,1	334,1	325,3	322,7
		б) 4 млн	412,6	340,1	333,2	330,6
		в) 5 млн	413,8	342,1	331,0	327,1

Table 1  
The effect of different doses of the growth regulator and seeding rates on the density of standing plants of winter wheat varieties in the conditions of the steppe zone of the Republic of North Ossetia – Alania (2019–2021, pcs/m<sup>2</sup>)

Varieties	Growth regulator	Seeding rate	Vegetation phase			
			Spring tillering (end of phase)	Exit into the tube	Earing	Milk ripeness of grain
Gomer	1. Control	a) 3 mln	411.3	331.4	326.1	311.8
		b) 4 mln	414.8	348.3	340.6	338.6
		c) 5 mln	416.3	355.6	342.2	339.1
	2. "Edagum SM" (400 ml/ha)	a) 3 mln	412.6	336.2	331.8	328.4
		b) 4 mln	418.8	350.6	343.9	341.2
		c) 5 mln	421.3	357.2	351.2	346.8
	3. "Edagum SM" (450 ml/ha)	a) 3 mln	416.1	340.1	336.1	334.2
		b) 4 mln	422.3	354.8	350.9	348.6
		c) 5 mln	426.1	360.3	353.2	351.8
	4. "Edagum SM" (500 ml/ha)	a) 3 mln	413.2	337.1	330.0	328.4
		b) 4 mln	414.8	342.1	336.2	331.5
		c) 5 mln	415.4	343.8	336.8	332.4
Bagrat	1. Control	a) 3 mln	409.7	328.9	322.6	305.1
		b) 4 mln	412.6	345.1	336.1	332.1
		c) 5 mln	414.3	352.2	330.1	330.8
	2. "Edagum SM" (400 ml/ha)	a) 3 mln	410.8	333.1	327.6	324.1
		b) 4 mln	416.3	347.2	342.3	340.2
		c) 5 mln	419.8	354.6	337.6	337.1
	3. "Edagum SM" (450 ml/ha)	a) 3 mln	414.6	337.1	332.4	330.1
		b) 4 mln	420.1	351.8	346.4	342.6
		c) 5 mln	424.9	357.3	340.1	340.0
	4. "Edagum SM" (500 ml/ha)	a) 3 mln	411.1	334.1	325.3	322.7
		b) 4 mln	412.6	340.1	333.2	330.6
		c) 5 mln	413.8	342.1	331.0	327.1

стом и развитием растений озимой пшеницы позволили отметить воздействие изучаемых факторов на ее высоту.

Установлено, что в конце фазы весеннего кущения высота растений в зависимости дозы регулятора роста и нормы высева (сорт Гомер) колебалась в пределах 23,1–29,1 см, в фазу выхода в трубку – 40,6–54,3 см, колошения – 64,8–76,2 см, молочной спелости зерна – 68,3–77,1. Аналогичные показатели сорта Баграт составили 22,7–28,4 см, 39,5–53,8 см, 63,5–75,8 см, 67,5–76,1 см.

Преимуществом характеризовался вариант «Эдагум СМ» (450 мл/га) с нормой высева 5 млн/га по обоим сортам.

Отмечено, что активная фаза растений озимой пшеницы отмечалась в межфазный период «выход в трубку – колошение», что способствовало существенному увеличению анализируемого показателя – 1,5–1,6 раза. В последующий период – от колошения до молочной спелости – увеличение линейного роста растений озимой пшеницы происходило менее интенсивно по сравнению с предыдущим межфазным периодом и составило всего несколько сантиметров, сохранив те же тенденции зависимости от изучаемых факторов.

Важной особенностью озимой пшеницы является ее способность к побегообразованию, которая позволяет ей восстанавливаться и использовать пространство для формирования наибольшей урожайности. Определенное положительное влияние на данный процесс оказывали и дозы регулятора роста и нормы высева. Так, в фазу весеннего кущения общая кустистость по изучаемым вариантам (сорт Гомер) варьировала в пределах 1,98–2,69, а по сорту Баграт – 1,91–2,64. В более поздние фазы вегетации количество побегов начинает уменьшаться, и к молочной спелости продуктивная кустистость колебалась по изучаемым вариантам от 1,13 до 1,24 (сорт Гомер). Аналогичные показатели сорта Баграт составили 1,06–1,21. Особо следует отметить положительное влияние на кустистость препарата «Эдагум СМ» в дозе 450 мл/га. Анализ данных по продуктивной кустистости показал преимущества препарата в указанной дозе по сравнению с другими дозами.

Решающая роль в формировании урожая полевых культур отводится фотосинтезу, так как 95 % массы сухого вещества растений образуется в ходе фотосинтетических процессов. Установлено, что высокая продуктивность фитоценозов обеспечивается при условии формирования оптимального по размерам и длительности работы фотосинтетического аппарата. Лист – это основной орган, который в процессе вегетации создает органические вещества, тем самым в значительной мере определяя продуктивность. На изменения состояния среды (например, влажности, условий питания) растения быстрее всего реагируют изменением площади ли-

стьев. В этой связи одной из важных физиологических характеристик посева является площадь листьев растений, приходящаяся на единицу площади почвы.

Показатели фотосинтетической деятельности озимой пшеницы в значительной степени зависят от генетических и физиологических особенностей самого растения, а также от условий внешней среды.

Наши исследования показали, что формирование площади листовой поверхности растений озимой пшеницы в зависимости от регулятора роста и нормы высева происходило следующим образом: динамика развития листовой поверхности озимой пшеницы в течение вегетационного периода подчиняется определенной закономерности, которая заключается в том, что средняя площадь возрастает от 10,4–17,2 (фаза весеннего кущения) до 19,8–27,0 тыс. м<sup>2</sup>/га (выход в трубку) (таблица 2).

В фазу колошения идет дальнейший ее рост, достигая максимума – 31,1–38,9 тыс. м<sup>2</sup>/га (сорт Гомер) и 30,1–38,0 тыс. м<sup>2</sup>/га (сорт Баграт). После этого рост листьев прекращается, часть их отмирает, и в фазу молочной спелости зерна их ассимиляционная поверхность уменьшается в 2,0–2,5 раза по сравнению с предыдущей. Следует отметить, что по площади ассимиляционной поверхности сорт Гомер незначительно превосходил сорт Баграт (таблица 4). Доказано, что преимущественным стал вариант «Эдагум СМ» (450 мл/га) как по сорту Гомер, так и по сорту Баграт, а по норме высева выделялся вариант 5 млн семян на 1 га (таблица 2).

Формирование урожая зависит не только от величины площади листьев, но также от продолжительности ее жизнедеятельности. Это в итоге определяет фотосинтетический потенциал растений, который дает комплексную характеристику деятельности ассимиляционной поверхности. Он позволяет судить о мощности рабочей поверхности листьев озимой пшеницы в общем за период вегетации. Величина этого показателя зависит от условий произрастания культуры.

Установлено, что наибольшее формирование фотосинтетической деятельности наблюдалось в период выхода в трубку – колошения: на контроле (без обработки) фотосинтетический потенциал был равен 699,4 тыс. м<sup>2</sup>/га в сутки (3 млн/га), 722,8 тыс. м<sup>2</sup>/га в сутки (4 млн/га) и 732,7 тыс. м<sup>2</sup>/га в сутки (5 млн/га). На вариантах по сорту Гомер с обработкой регулятором роста показатели составили соответственно 718,4; 739,9; 751,1 тыс. м<sup>2</sup>/га в сутки («Эдагум СМ», 400 мл/га), 729,3; 751,3; 778,4 тыс. м<sup>2</sup>/га в сутки («Эдагум СМ», 450 мл/га), 721,5; 746,3; 760,4 тыс. м<sup>2</sup>/га в сутки («Эдагум СМ», 500 мл/га). В более поздние фазы вегетации фотосинтетический потенциал в период «колошение – молочная спелость» снижается, но закономерность его зависимости от изучаемых вариантов оста-

ся прежней. Среди изучаемых вариантов по этому показателю выделился вариант «Эдагум СМ» (450 мл/га) по обоим сортам, а по нормам высева – 5 млн/га.

Важным показателем, от которого зависит величина урожая, является чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ). Она характеризует накопление сухой биомассы в сутки в расчете на единицу площади листьев.

Установлено, что чистая продуктивность фотосинтеза озимой пшеницы повышается от фазы кущения к фазе выхода в трубку и максимальных показателей достигает в период «колошение – молочная спелость». В период «весеннее кущение – выход в трубку» показатель ЧПФ в зависимости от изучаемых вариантов изменялся в пределах 2,87–4,01 г/м<sup>2</sup> в сутки, в период «выход в трубку – колошение» – 4,41–6,29 г/м<sup>2</sup> в сутки, в период «колоше-

Таблица 2  
Влияние различных доз регулятора роста и норм высева на динамику площади листьев в условиях степной зоны РСО-Алания (2019–2021 гг., тыс. м<sup>2</sup>/га)

Сорта	Регулятор роста	Норма высева	Фаза вегетации			
			Весеннее кущение (конец фазы)	Выход в трубку	Колошение	Молочная спелость зерна
Гомер	1. Контроль	а) 3 млн	10,7	20,6	27,1	10,8
		б) 4 млн	11,4	21,2	28,1	11,8
		в) 5 млн	12,0	22,0	29,2	12,1
	2. «Эдагум СМ» (400 мл/га)	а) 3 млн	12,9	23,1	29,9	11,8
		б) 4 млн	14,2	25,6	32,7	14,3
		в) 5 млн	15,3	26,2	34,6	16,2
	3. «Эдагум СМ» (450 мл/га)	а) 3 млн	14,8	24,8	31,1	12,7
		б) 4 млн	16,8	27,1	34,7	15,9
		в) 5 млн	17,2	29,2	38,9	16,9
	4. «Эдагум СМ» (500 мл/га)	а) 3 млн	13,4	24,2	30,6	12,2
		б) 4 млн	13,8	25,9	33,6	14,9
		в) 5 млн	14,6	27,0	34,9	16,1
Баграп	1. Контроль	а) 3 млн	10,4	19,8	26,3	10,1
		б) 4 млн	11,1	20,5	27,5	11,5
		в) 5 млн	11,7	21,4	28,5	11,6
	2. «Эдагум СМ» (400 мл/га)	а) 3 млн	12,6	22,5	28,7	11,5
		б) 4 млн	13,8	24,8	31,4	13,6
		в) 5 млн	14,8	25,9	33,5	15,2
	3. «Эдагум СМ» (450 мл/га)	а) 3 млн	14,1	24,1	30,1	12,1
		б) 4 млн	16,1	27,0	32,9	15,0
		в) 5 млн	16,8	28,3	38,0	16,5
	4. «Эдагум СМ» (500 мл/га)	а) 3 млн	12,7	23,5	29,2	12,0
		б) 4 млн	13,2	24,6	31,9	13,2
		в) 5 млн	14,0	25,9	33,4	15,7

Table 2  
Influence of different doses of growth regulator and seeding rates on the dynamics of leaf area in the conditions of the steppe zone of the Republic of North Ossetia – Alania (2019–2021, thousand m<sup>2</sup>/ha)

Varieties	Growth regulator	Seeding rate	Vegetation phase			
			Spring tillering (end of phase)	Exit into the tube	Earing	Milk ripeness of grain
Gomer	1. Control	a) 3 mln	10.7	20.6	27.1	10.8
		b) 4 mln	11.4	21.2	28.1	11.8
		c) 5 mln	12.0	22.0	29.2	12.1
	2. "Edagum SM" (400 ml/ha)	a) 3 mln	12.9	23.1	29.9	11.8
		b) 4 mln	14.2	25.6	32.7	14.3
		c) 5 mln	15.3	26.2	34.6	16.2
	3. "Edagum SM" (450 ml/ha)	a) 3 mln	14.8	24.8	31.1	12.7
		b) 4 mln	16.8	27.1	34.7	15.9
		c) 5 mln	17.2	29.2	38.9	16.9
	4. "Edagum SM" (500 ml/ha)	a) 3 mln	13.4	24.2	30.6	12.2
		b) 4 mln	13.8	25.9	33.6	14.9
		c) 5 mln	14.6	27.0	34.9	16.1
Bagrat	1. Control	a) 3 mln	10.4	19.8	26.3	10.1
		b) 4 mln	11.1	20.5	27.5	11.5
		c) 5 mln	11.7	21.4	28.5	11.6
	2. "Edagum SM" (400 ml/ha)	a) 3 mln	12.6	22.5	28.7	11.5
		b) 4 mln	13.8	24.8	31.4	13.6
		c) 5 mln	14.8	25.9	33.5	15.2
	3. "Edagum SM" (450 ml/ha)	a) 3 mln	14.1	24.1	30.1	12.1
		b) 4 mln	16.1	27.0	32.9	15.0
		c) 5 mln	16.8	28.3	38.0	16.5
	4. "Edagum SM" (500 ml/ha)	a) 3 mln	12.7	23.5	29.2	12.0
		b) 4 mln	13.2	24.6	31.9	13.2
		c) 5 mln	14.0	25.9	33.4	15.7

ние – молочная спелость» – 9,13–19,40 г/м<sup>2</sup> в сутки. Лучшими вариантами по этому показателю были «Эдагум СМ» (450 мл/га) и 5 млн/га.

У озимой пшеницы основными элементами структуры урожая являются густота продуктивного стеблестоя, продуктивность колоса и масса 1000 зерен. Эти элементы формируются в процессе развития растений и в значительной степени регулируются условиями их произрастания. Величина уро-

жайности в основном определяется количеством продуктивных стеблей на единице площади и продуктивностью колоса. Изменения элементов структуры урожая в зависимости от изучаемых факторов представлены в таблице 3.

Наши исследования показали, что по показателю «продуктивный стеблестой» выделился вариант «Эдагум СМ» (450 мл/га): у сорта Гомер – 355,1 шт/м<sup>2</sup> (3 млн/га), 372,6 шт/м<sup>2</sup> (4 млн/га), и

Таблица 3  
Изменения структуры урожая озимой пшеницы в зависимости от изучаемых факторов (дозы регулятора роста, норм высева) в условиях степной зоны РСО-Алания (2019–2021 гг.)

Сорта	Регулятор роста	Норма высева	Продуктивный стеблестой, шт/м <sup>2</sup>	Количество зерен в колосе, шт.	Масса, г	
					Зерна с 1 колоса	1000 зерен
Гомер	1. Контроль	а) 3 млн	320,1	30,6	1,29	40,8
		б) 4 млн	341,2	32,1	1,30	41,4
		в) 5 млн	349,4	32,8	1,31	41,6
	2. «Эдагум СМ» (400 мл/га)	а) 3 млн	341,4	33,3	1,34	41,2
		б) 4 млн	356,3	33,9	1,36	42,4
		в) 5 млн	362,7	34,2	1,38	42,9
	3. «Эдагум СМ» (450 мл/га)	а) 3 млн	355,1	34,8	1,35	43,0
		б) 4 млн	372,6	36,2	1,40	44,9
		в) 5 млн	389,1	37,4	1,43	45,3
	4. «Эдагум СМ» (500 мл/га)	а) 3 млн	342,1	33,8	1,34	42,1
		б) 4 млн	350,6	35,1	1,38	42,4
		в) 5 млн	360,4	36,8	1,41	44,1
Баграт	1. Контроль	а) 3 млн	317,2	28,4	1,27	39,9
		б) 4 млн	336,1	29,7	1,29	40,6
		в) 5 млн	340,6	30,6	1,30	40,8
	2. «Эдагум СМ» (400 мл/га)	а) 3 млн	329,9	31,4	1,33	40,9
		б) 4 млн	350,3	30,9	1,33	41,0
		в) 5 млн	356,2	31,4	1,34	41,8
	3. «Эдагум СМ» (450 мл/га)	а) 3 млн	349,1	32,6	1,34	42,1
		б) 4 млн	364,2	33,7	1,36	43,5
		в) 5 млн	380,1	34,6	1,40	43,8
	4. «Эдагум СМ» (500 мл/га)	а) 3 млн	336,1	31,8	1,33	41,5
		б) 4 млн	341,2	32,3	1,34	41,2
		в) 5 млн	354,1	32,6	1,36	42,3

Table 3  
Changes in the structure of the winter wheat crop depending on the studied factors (doses of the growth regulator, seeding rates) in the conditions of the steppe zone of the Republic of North Ossetia – Alania (2019–2021)

Varieties	Growth regulator	Seeding rate	Productive stem, pcs/m <sup>2</sup>	Number of grains per ear, pcs	Weight, g	
					Grains from 1 ear	1000 grains
Gomer	1. Control	a) 3 mln	320.1	30.6	1.29	40.8
		b) 4 mln	341.2	32.1	1.30	41.4
		c) 5 mln	349.4	32.8	1.31	41.6
	2. "Edagum SM" (400 ml/ha)	a) 3 mln	341.4	33.3	1.34	41.2
		b) 4 mln	356.3	33.9	1.36	42.4
		c) 5 mln	362.7	34.2	1.38	42.9
	3. "Edagum SM" (450 ml/ha)	a) 3 mln	355.1	34.8	1.35	43.0
		b) 4 mln	372.6	36.2	1.40	44.9
		c) 5 mln	389.1	37.4	1.43	45.3
	4. "Edagum SM" (500 ml/ha)	a) 3 mln	342.1	33.8	1.34	42.1
		b) 4 mln	350.6	35.1	1.38	42.4
		c) 5 mln	360.4	36.8	1.41	44.1
Bagrat	1. Control	a) 3 mln	317.2	28.4	1.27	39.9
		b) 4 mln	336.1	29.7	1.29	40.6
		c) 5 mln	340.6	30.6	1.30	40.8
	2. "Edagum SM" (400 ml/ha)	a) 3 mln	329.9	31.4	1.33	40.9
		b) 4 mln	350.3	30.9	1.33	41.0
		c) 5 mln	356.2	31.4	1.34	41.8
	3. "Edagum SM" (450 ml/ha)	a) 3 mln	349.1	32.6	1.34	42.1
		b) 4 mln	364.2	33.7	1.36	43.5
		c) 5 mln	380.1	34.6	1.40	43.8
	4. "Edagum SM" (500 ml/ha)	a) 3 mln	336.1	31.8	1.33	41.5
		b) 4 mln	341.2	32.3	1.34	41.2
		c) 5 mln	354.1	32.6	1.36	42.3

389,1 шт/м<sup>2</sup> (5 млн/га), у сорта Баграт – 349,1 шт/м<sup>2</sup>; 364,2 шт/м<sup>2</sup> и 380,1 шт/м<sup>2</sup> (таблица 3). Лучшим вариантом по нормам высева был вариант 5 млн/га по обоим сортам озимой пшеницы.

Продуктивность растений озимой пшеницы в большей степени зависит от продуктивности колоса – количества зерен в колосе, их массы и массы

1000 зерен: с увеличением этих показателей растет урожайность. А они зависят от погодных условий в период закладки, дифференциации колоса, условий питания. Большую роль играют также особенности роста. На эти показатели положительное влияние оказали как нормы высева, так и регулятор роста. Так, количество зерен в колосе в зависимости от

Таблица 4  
Урожайность озимой пшеницы в зависимости от изучаемых факторов в условиях степной зоны РСО-Алания (2019–2021 гг., т/га)

Сорт (Фактор А)	Норма высева (Фактор В)	Норма высева (Фактор С)	Средняя урожайность по вариантам
Гомер (1)	1. Контроль	а) 3 млн	4,27
		б) 4 млн	4,39
		в) 5 млн	4,46
	2. «Эдагум СМ» (400 мл/га)	а) 3 млн	4,40
		б) 4 млн	4,56
		в) 5 млн	4,63
	3. «Эдагум СМ» (450 мл/га)	а) 3 млн	4,49
		б) 4 млн	4,63
		в) 5 млн	4,75
	4. «Эдагум СМ» (500 мл/га)	а) 3 млн	4,42
		б) 4 млн	4,53
		в) 5 млн	4,60
HCP <sub>0,5</sub> 0,03	HCP <sub>0,5</sub> 0,06	HCP <sub>0,5</sub> 0,07	HCP <sub>0,5</sub> 0,05
Баграт (2)	1. Контроль	а) 3 млн	4,17
		б) 4 млн	4,30
		в) 5 млн	4,37
	2. «Эдагум СМ» (400 мл/га)	а) 3 млн	4,29
		б) 4 млн	4,45
		в) 5 млн	4,53
	3. «Эдагум СМ» (450 мл/га)	а) 3 млн	4,41
		б) 4 млн	4,52
		в) 5 млн	4,66
	4. «Эдагум СМ» (500 мл/га)	а) 3 млн	4,32
		б) 4 млн	4,44
		в) 5 млн	4,50
HCP <sub>0,5</sub> 0,03	HCP <sub>0,5</sub> 0,07	HCP <sub>0,5</sub> 0,08	HCP <sub>0,5</sub> 0,06

Table 4  
The yield of winter wheat depending on the studied factors in the conditions of the steppe zone of the Republic of North Ossetia – Alania (2019–2021, t/ha)

Grade (Factor A)	Seeding rate (Factor B)	Seeding rate (Factor C)	Average yield by variants
Gomer (1)	1. Control	a) 3 mln	4.27
		b) 4 mln	4.39
		c) 5 mln	4.46
	2. "Edagum SM" (400 ml/ha)	a) 3 mln	4.40
		b) 4 mln	4.56
		c) 5 mln	4.63
	3. "Edagum SM" (450 ml/ha)	a) 3 mln	4.49
		b) 4 mln	4.63
		c) 5 mln	4.75
	4. "Edagum SM" (500 ml/ha)	a) 3 mln	4.42
		b) 4 mln	4.53
		c) 5 mln	4.60
LSD <sub>0,5</sub> 0.03	LSD <sub>0,5</sub> 0.06	LSD <sub>0,5</sub> 0.07	LSD <sub>0,5</sub> 0.05
Bagrat (2)	1. Control	a) 3 mln	4.17
		b) 4 mln	4.30
		c) 5 mln	4.37
	2. "Edagum SM" (400 ml/ha)	a) 3 mln	4.29
		b) 4 mln	4.45
		c) 5 mln	4.53
	3. "Edagum SM" (450 ml/ha)	a) 3 mln	4.41
		b) 4 mln	4.52
		c) 5 mln	4.66
	4. "Edagum SM" (500 ml/ha)	a) 3 mln	4.32
		b) 4 mln	4.44
		c) 5 mln	4.50
LSD <sub>0,5</sub> 0.03	LSD <sub>0,5</sub> 0.07	LSD <sub>0,5</sub> 0.08	LSD <sub>0,5</sub> 0.06

изучаемых вариантов варьировало в пределах 30,6–37,4 шт., масса зерна с 1 колоса – 1,29–1,43 г, масса 1000 зерен – 40,8–45,3 г (таблица 3).

Урожайность – это та продуктивность, к которой стремятся все природные фитоценозы, чтобы победить в конкурентной борьбе другие виды, находящиеся в одной и той же экологической нише. В этой связи исходным принципом науки и производства является создание оптимальных условий функционирования посевов.

Практическая реализация этого принципа связана с рассмотрением множества различных факторов, каждому сочетанию которых соответствует определенное численное значение урожая. В связи с этим в настоящее время в агрономической науке все большее значение приобретают многофакторные полевые опыты, когда учитывается не только влияние одного фактора, но и воздействие различных факторов и сами типы взаимодействий.

Установлено, что урожайность озимой пшеницы в зависимости от дозы регулятора роста возрастала на 0,13–0,22 т/га (сорт Гомер, норма высева 3 млн/га). Аналогичные показатели по нормам высева 4 и 5 млн/га составили 0,14–0,24 т/га и 0,14–0,29 т/га. Примерно такая же закономерность получена и по сорту Баграт (таблица 4).

Урожайность в зависимости от нормы возрастала на 0,19 т/га (сорт Гомер, контроль). Показатели по вариантам «Эдагум СМ» (400 мл/га), «Эдагум СМ» (450 мл/га), «Эдагум СМ» (500 мл/га) составили соответственно: 0,13; 0,26; 0,18 т/га. Значения по сорту Баграт были равны 0,20; 0,24; 0,25; 0,18 т/га (таблица 4)

В нынешних условиях все больше сельхозпроизводителей стремится увеличить урожайность сельскохозяйственных культур, в том числе и озимой пшеницы, за счет различных агроприемов. Высокое качество зерна озимой пшеницы – это и повышение хлебопекарных качеств, и увеличение доходов за счет реализации такого зерна.

Согласно нашим исследованиям, показатель натурности зерна в зависимости от изучаемых вариантов изменялся в пределах 691–722 г/л (сорт Гомер) и 689–720 г/л (сорт Баграт). Содержание белка варьировало в диапазоне 10,1–13,2 %, а клейковины – 24–26 %.

Одним из основных показателей эффективного возделывания сельскохозяйственных культур выступает расчет экономической эффективности путем учета полученного урожая соответствующего качества и понесенных затрат на его производство. Включение новых элементов в технологию возделывания должно быть оправдано как с агрономической, так и с экономической точки зрения, что позволит получить высокие урожаи зерна соответствующего качества при оптимально малых затратах на производство.

Установлено, что рентабельность по изучаемым вариантам колебалась в пределах 22–47%.

#### **Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)**

1. По сортам Гомер и Баграт оптимальным вариантом является «Эдагум СМ» (450 мл/га), а оптимальной нормой высева – 5 млн/га (сорт Гомер) и 4 млн/га (сорт Баграт). Наибольшая разница между изучаемыми вариантами была отмечена в фазы выхода в трубку, колошения, молочной спелости.

2. В конце фазы весеннего кущения высота растений в зависимости от дозы регулятора роста и нормы высева (сорт Гомер) колебалась в пределах 23,1–29,1 см; в фазу выхода в трубку – 40,6–54,3 см, колошения – 64,8–76,2 см, молочной спелости зерна – 68,3–77,1. Преимуществом характеризовался вариант «Эдагум СМ» (450 мл/га) с нормой высева 5 млн/га по обоим сортам.

3. В фазу весеннего кущения общая кустистость варьировала в пределах 1,98–2,69 у сорта Гомер, и 1,91–2,64 у сорта Баграт. В более поздние фазы вегетации количество побегов начинает уменьшаться, и к молочной спелости продуктивная кустистость колебалась по изучаемым вариантам от 1,13 до 1,24 (сорт Гомер) и 1,06–1,21 (сорт Баграт). Отмечено положительное влияние на кустистость препарата «Эдагум СМ» в дозе 450 мл/га.

4. Наибольшее формирование фотосинтетической деятельности наблюдалось в период выхода в трубку – колошения. Чистая продуктивность фотосинтеза озимой пшеницы повышалась от фазы кущения к фазе выхода в трубку и максимальных показателей достигал в период колошения – молочной спелости. Во время весеннего кущения – выхода в трубку показатель ЧПФ в зависимости от изучаемых вариантов изменялся в пределах 2,87–4,01 г/м<sup>2</sup> в сутки, в период выхода в трубку – колошения – от 4,41 до 6,29 г/м<sup>2</sup> в сутки. По показателю «продуктивный стеблестой» выделился вариант «Эдагум СМ» (450 мл/га) – 355,1 шт/м<sup>2</sup> (3 млн/га), 372,6 шт/м<sup>2</sup> (4 млн/га) и 389,1 шт/м<sup>2</sup> (5 млн/га).

5. Количество зерен в колосе в зависимости от изучаемых вариантов варьировало в пределах 30,6–37,4 шт., масса зерна с 1 колоса – 1,29–1,43 г, масса 1000 зерен – 40,8–45,3 г.

6. Благодаря применению изучаемого регулятора роста удалось повысить урожайность культуры. В зависимости от дозы регулятора роста она возрастала на 0,13–0,22 т/га (сорт Гомер, норма высева 3 млн/га). Аналогичные показатели по нормам высева 4 и 5 млн/га составили 0,14–0,24 т/га и 0,14–0,29 т/га. Показатель натурности зерна в зависимости от изучаемых вариантов изменялся в пределах 691–722 г/л (сорт Гомер) и 689–720 г/л (сорт Баграт). Содержание белка варьировало в диапазоне 10,1–13,2 %, а клейковины – 24–26 %. Рентабельность колебалась в пределах 22–47 %.

Считаем целесообразным применение регулятора роста «Эдагум СМ» на посевах озимой пшеницы.

## Библиографический список

1. Адиньяев Э. Д., Абаев А. А., Адаев Н. Л. Учебно-методическое руководство по проведению исследований в агрономии. Грозный: Издательство ЧГУ, 2012. 345 с.
2. Шалыгина А. А., Тедеева А. А. Влияние регуляторов роста на структуру урожая озимой пшеницы // Аграрная наука. 2021. № 4. С. 64–67.
3. Мамсиоров Н. И., Макаров А. А. Влияние способов основной обработки почвы и предшественников на продуктивность озимой пшеницы // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2020. № 2 (94). С. 72–79.
4. Тедеева А. А., Абаев А. А., Мамиев Д. М., Тедеева В. В., Хохоева Н. Т. Эффективность гербицидов на посевах озимой пшеницы в условиях степной зоны республики Северная Осетия-Алания // Аграрный вестник Урала. 2020. № 02 (193). С. 20–26.
5. Мамсиоров Н. И. О роли регуляторов роста растений в повышении продуктивности зерна новых сортов озимой пшеницы // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2019. № 4 (90). С. 89–95.
6. Тедеева А. А., Тедеева В. В. Агротехнические приемы повышения продуктивности перспективных сортов озимой пшеницы // Научная жизнь. 2020. Т. 15. № 6 (106). С. 777–784.
7. Манукян И. Р., Басиева М. А., Мирошникова Е. С., Абиева Т. С. Направление селекции озимой пшеницы на зерно в предгорной зоне РСО-Алания // Тенденции развития науки и образования. 2021. № 74-1. С. 156–159.
8. Адиньяев Э. Д., Халилов М. Б. Влияние различных приемов обработки почвы на динамику питательных веществ в почве и продуктивность озимой пшеницы в различных природных условиях // Известия Горского государственного аграрного университета. 2018. Т. 55. С. 6.
9. Макаров А. А., Мамсиоров Н. И. Значение регуляторов роста в формировании высоких показателей продуктивности и качества зерна озимой пшеницы // Новые технологии. 2019. № 3. С. 173–180.
10. Нитченко Л. Б., Лукьянов В. А. Эффективность основной обработки почвы и доз удобрений при возделывании озимой пшеницы на черноземе типичном // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 4 (56). С. 40–45.
11. Хатков К. Х., Дагужиева З. Ш. Влияние новых гуминовых препаратов на продуктивность озимой пшеницы в предгорной зоне Республики Адыгея // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. 2016. № 4 (191). С. 122–126.
12. Иванченко Т. В., Игольникова И. С. Влияние регуляторов роста на продуктивность и качество зерна озимой пшеницы в условиях Нижнего Поволжья // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 1 (49). С. 101–108.
13. Pushkareva V. I., Goleva G. G., Vashchenko T. G., Fedulova T. P., Golev A. D., Ivannikov V. A. Assessment of ecological properties of winter wheat seeds // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 6th International Conference on Agriproducts Processing and Farming. 2020. Article number 012031.
14. Ivanchenko T. V., Belikina A. V., Igolnikova I. S. Technological aspects of growing winter wheat in arid conditions // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies. Krasnoyarsk, 2020. Article number 82086.
15. Voronov S. I., Vlasova O. I., Shtyrkhunov V. D., Govorkova S. B., Savinov E. V. The effect of growth regulators with retardant properties on the growth and development of winter wheat // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. ASAGRIC 2020. 2021. Article number 012022.
16. Melnikova O. V., Torikov V. E., Kononov A. S., Kosyanchuk V. P., Prosyannikov E. V., Osipov A. A. Efficiency of the solar energy usage by winter wheat plantings made with different crop cultivation technologies // Journal of Environmental Treatment Techniques. 2020. Т. 8. No. 2. Pp. 657–663.
17. Zhichkina L. N., Zhichkin K. A., Vlasov A. V., Belyaev A. M., Borobov V. N., Lyubimova N. G. The effectiveness of nitrogen fertilizing in the cultivation of winter wheat // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Scientific and Practical Conference “Improving Energy Efficiency, Environmental Safety and Sustainable Development in Agriculture” (EESTE 2021). Series “IOP Conference Series: Earth and Environmental Science”. 2022. Article number 012015.

**Об авторах:**

Альбина Ахурбековна Тедеева<sup>1</sup>, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории земледелия, ORCID 0000-0002-0638-5269, AuthorID 611912; +7 918 820-33-74

Виктория Витальевна Тедеева<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, младший научный сотрудник лаборатории земледелия, ORCID 0000-0001-7543-8355, AuthorID 936219; +7 919 421-32-46, vikkimari@bk.ru

<sup>1</sup>Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства – филиал Федерального центра «Владикавказский научный центр Российской академии наук», Михайловское, Россия

## Application of the growth regulator “Edagum SM” on winter wheat crops in the Republic of North Ossetia – Alania

A. A. Tedeeva<sup>1</sup>, V. V. Tedeeva<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup>North Caucasian Research Institute of Mining and Foothill Economy – branch of the Federal Center “Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences”, Mikhaylovskoe, Russia

✉E-mail: vikkimarik@bk.ru

**Abstract.** The authors present the results of the use of a growth regulator on winter wheat crops in the conditions of the steppe zone of the Republic of North Ossetia – Alania. **The purpose** of the work is to study the influence of the growth regulator “Edagum SM” on the growth, development, productivity and quality of grain of promising winter wheat varieties, taking into account ecological and economic efficiency and improving on this basis the resource-saving technology of culture cultivation in the conditions of the steppe zone of the Russian Federation. **The scientific novelty** lies in the fact that the features of the growth and development of promising winter wheat varieties have been studied depending on the doses of the growth regulator “Edagum SM” and their effect on the photosynthetic activity of plants has been shown. Optimal seeding rates of promising varieties have been established, ensuring high crop productivity and improving the quality indicators of the products obtained. The object of research were high-yielding varieties of winter wheat – Gomer and Bagrat, selected by the P. P. Lukyanenko National Research Center. **Methods.** Records and observations were carried out according to generally accepted methods described in the educational and methodological manual for conducting research in agronomy. **Results.** As a result of the use of a growth regulator, for Gomer and Bagrat varieties, the best option is “Edagum SM” (450 ml/ha), and the optimal seeding rate is 5 mln/ha (Gomer variety) and 4 mln/ha (Bagrat variety). The greatest increase in photosynthetic power was observed during the period of exit into the tube-earring. The net photosynthesis productivity of winter wheat increased from the tillering phase to the exit phase into the tube and the maximum indicators reached during earing-milk ripeness. The crop yield, depending on the dose of the growth regulator, increased by 0.13–0.22 t/ha (Gomer variety, seeding rate 3 mln/ha). The grain nature index, depending on the studied variants, varied between 691–722 g/l (Gomer variety) and 689–720 g/l (Bagrat variety). The protein content varied in the range of 10.1–13.2 % a. s. v., and gluten – 24–26 %. Profitability ranged from 22–47 %.

**Keywords:** winter wheat, variety, seeding rates, growth regulator, photosynthetic activity, grain quality, technology element, economic efficiency, productivity.

**For citation:** Tedeeva A. A., Tedeeva V. V. Primenenie regulyatora rosta “Edagum SM” na posevakh ozimoy pshenitsy v RSO-Alaniya [Application of the growth regulator “Edagum SM” on winter wheat crops in the Republic of North Ossetia – Alania] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2022. No. 04 (219). Pp. 26–36. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-219-04-26-36. (In Russian.)

**Date of paper submission:** 25.02.2022, **date of review:** 11.03.2022, **date of acceptance:** 21.03.2022.

### References

1. Adin'yaev E. D., Abaev A. A., Adaev N. L. Uchebno-metodicheskoe rukovodstvo po provedeniyu issledovaniy v agronomii [Educational and methodological guide for conducting research in agronomy]. Groznyy: Izdatel'stvo ChGU, 2012. 345 p. (In Russian.)
2. Shalygina A. A., Tedeeva A. A. Vliyanie regulyatorov rosta na strukturu urozhaya ozimoy pshenitsy [Influence of growth regulators on the structure of winter wheat crop] // Agrarian science. 2021. No. 4. Pp. 64–67. DOI: 10.32634/0869-8155-2021-348-4-64-67. (In Russian.)
3. Mamsirov N. I., Makarov A. A. Vliyanie sposobov osnovnoy obrabotki pochvy i predshestvennikov na produktivnost' ozimoy pshenitsy [The influence of the methods of basic tillage and precursors on the productivity of winter wheat] // News of the Kabardin-Balkar scientific center of RAS. 2020. No. 2 (94) Pp. 72–79. DOI: 10.35330/1991-6639-2020-2-94-72-79. (In Russian.)
4. Tedeeva A. A., Abaev A. A., Mamiev D. M., Tedeeva V. V., Khokhueva N. T. Effektivnost' gerbitsidov na posevakh ozimoy pshenitsy v usloviyakh stepnoy zony Respubliki Severnaya Osetiya – Alaniya [The effectiveness of herbicides on winter wheat crops in the conditions of the steppe zone of the Republic of North Ossetia-Alania] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 2 (193). Pp. 20–26. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-193-2-20-26. (In Russian.)
5. Mamsirov N. I. O roli regulyatorov rosta rasteniy v povyshenii produktivnosti zerna novykh sortov ozimoy pshenitsy [On the role of plant growth regulators in increasing grain productivity of new varieties of winter wheat] // News of the Kabardin-Balkar scientific center of RAS. 2019. No. 4 (90). Pp. 89–95. DOI: 10.35330/1991-6639-2019-4-90-89-95. (In Russian.)

6. Tedeeva A. A., Tedeeva V. V. Agrotekhnicheskie priemy povysheniya produktivnosti perspektivnykh sortov ozimoy pshenitsy [Agrotechnical techniques for increasing the productivity of promising winter wheat varieties] // Nauchnaya zhizn'. 2020. Vol. 15. No. 6 (106). Pp. 777–784. DOI: 10.35679/1991-9476-2020-15-6-777-784. (In Russian.)
7. Manukyan I. R., Basieva M. A., Miroshnikova E. S., Abieva T. S. Napravlenie selektsii ozimoy pshenitsy na zerno v predgornoy zone RSO-Alaniya [The direction of selection of winter wheat for grain in the foothill zone of the RNO-Alania] // Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya. 2021. No. 74-1. Pp. 156–159. DOI: 10.18411/lj-06-2021-35. (In Russian.)
8. Adin'yaev E. D., Khalilov M. B. Vliyanie razlichnykh priemov obrabotki pochvy na dinamiku pitatel'nykh veshchestv v pochve i produktivnost' ozimoy pshenitsy v razlichnykh prirodnykh usloviyakh [The influence of various tillage techniques on the dynamics of nutrients in the soil and the productivity of winter wheat in various natural conditions] // Proceedings of Gorsky State Agrarian University. 2018. Vol. 55. P. 6. (In Russian.)
9. Makarov A. A., Mamsirov N. I. Znachenie regulyatorov rosta v formirovanii vysokikh pokazateley produktivnosti i kachestva zerna ozimoy pshenitsy [The importance of growth regulators in the formation of high productivity and quality indicators of winter wheat grain] // Novye tehnologii. 2019. No. 3. Pp. 173–180. DOI: 10.24411/2072-0920-2019-10316. (In Russian.)
10. Nitchenko L. B., Luk'yanov V. A. Effektivnost' osnovnoy obrabotki pochvy i doz udobreniy pri vozdeleyvanii ozimoy pshenitsy na chernozeme tipichnom [The effectiveness of basic tillage and fertilizer doses in the cultivation of winter wheat on typical chernozem] // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2021. No. 4 (56). Pp. 40–45. (In Russian.)
11. Khatkov K. Kh., Daguzhieva Z. Sh. Vliyanie novykh guminovykh preparatov na produktivnost' ozimoy pshenitsy v predgornoy zone Respubliki Adygeya [The effect of new humic preparations on the productivity of winter wheat in the foothill zone of the Republic of Adygea] // The Bulletin of the Adyghe State University, the series "Natural-Mathematical and Technical Sciences". 2016. No. 4 (191). Pp. 122–126. (In Russian.)
12. Ivanchenko T. V., Igol'nikova I. S. Vliyanie regulyatorov rosta na produktivnost' i kachestvo zerna ozimoy pshenitsy v usloviyakh Nizhnego Povolzh'ya [The influence of growth regulators on the productivity and quality of winter wheat grain in the conditions of the Lower Volga region] // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2018. No. 1 (49). Pp. 101–108. DOI: 10.32786/2071-9485-2018-02-101-108. (In Russian.)
13. Pushkareva V. I., Goleva G. G., Vashchenko T. G., Fedulova T. P., Golev A. D., Ivannikov V. A. Assessment of ecological properties of winter wheat seeds // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 6th International Conference on Agriproducts Processing and Farming. 2020. Article number 012031.
14. Ivanchenko T. V., Belikina A. V., Igolnikova I. S. Technological aspects of growing winter wheat in arid conditions // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies. Krasnoyarsk, 2020. Article number 82086.
15. Voronov S. I., Vlasova O. I., Shtyrkhunov V. D., Govorkova S. B., Savinov E. V. The effect of growth regulators with retardant properties on the growth and development of winter wheat // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. ASAGRIC 2020. 2021. Article number 012022.
16. Melnikova O. V., Torikov V. E., Kononov A. S., Kosyanchuk V. P., Prosyannikov E. V., Osipov A. A. Efficiency of the solar energy usage by winter wheat plantings made with different crop cultivation technologies // Journal of Environmental Treatment Techniques. 2020. T. 8. No. 2. Pp. 657–663.
17. Zhichkina L. N., Zhichkin K. A., Vlasov A. V., Belyaev A. M., Borobov V. N., Lyubimova N. G. The effectiveness of nitrogen fertilizing in the cultivation of winter wheat // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Scientific and Practical Conference "Improving Energy Efficiency, Environmental Safety and Sustainable Development in Agriculture" (EESTE 2021). Series "IOP Conference Series: Earth and Environmental Science". 2022. Article number 012015.

#### Authors' information:

Albina A. Tedeeva<sup>1</sup>, candidate of biological sciences, leading researcher of the laboratory of agriculture, ORCID 0000-0002-0638-5269, AuthorID 611912; +7 918 820-33-74

Viktoriya V. Tedeeva<sup>1</sup>, candidate of agricultural sciences, junior researcher of the laboratory of agriculture, ORCID 0000-0001-7543-8355, AuthorID 936219; +7 919 421-32-46, [vikkimarik@bk.ru](mailto:vikkimarik@bk.ru)

<sup>1</sup>North Caucasian Research Institute of Mining and Foothill Economy – branch of the Federal Center "Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences", Mikhaylovskoe, Russia