

УДК 633.11

4.1.1 – Общее земледелие, растениеводство  
(сельскохозяйственные науки)**ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ПЛОЩАДЬ ЛИСТЬЕВ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ**Терехова Светлана Серафимовна  
канд. с.-х. наук, профессор  
SPIN-код автора: 3210-7883Скородинский Руслан Николаевич  
студент  
E-mail: nichipurenko-1993@mail.ru  
*Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина.*

В статье рассмотрено влияние различных доз минеральных удобрений и регуляторов роста на площадь листового аппарата растений озимой пшеницы. Благодаря увеличению площади листьев в растениях усиливается процесс фотосинтеза, что позволяет растениям формировать высокую продуктивность зерна. Так же фотосинтетический потенциал играет важную роль в улучшении показателей качества зерна озимой пшеницы. Класс качества озимых хлебов характеризует их хлебопекарные свойства, чем ближе номер качества к единице, тем количество полезных веществ в нем выше. Получение высокого класса качества зерна озимой пшеницы приоритетная задача растениеводства. Минеральное питание озимой пшеницы состоит из основного внесения (зачастую вносится под основную обработку почвы и направлено на разложение пожнивных остатков), а также предпосевного внесения аммофоса в дозе P<sub>20</sub>, которое усиливает рост корневой системы. Помимо применения комплекса макроэлементов, значимость которых уже определена, не стоит и забывать о микроэлементах, недостаток которых также отразится как на качестве, так и на урожайности. Рынок постоянно пополняется все новыми и новыми видами, формами, которые богаты как комплексом микроэлементов, так и определенным элементом питания. Они могут быть приспособлены к применению на всех культурах или специализируются только на одной

Ключевые слова: МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ, РЕГУЛЯТОРЫ РОСТА, ПЛОЩАДЬ ЛИСТЬЕВ, УРОЖАЙНОСТЬ, КАЧЕСТВО ЗЕРНА, ОЗИМАЯ ПШЕНИЦА, ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-195-021>

UDC 633.11

4.1.1 General farming, crop production (agricultural sciences)

**THE INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS AND GROWTH REGULATORS ON LEAF AREA AND PRODUCTIVITY OF WINTER WHEAT**Terekhova Svetlana Serafimovna  
Cand.Agr.Sci., professor  
RSCI SPIN-code: 3210-7883Skorodinsky Ruslan Nikolaevich  
student  
E-mail: nichipurenko-1993@mail.ru  
*Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin.*

The article examines the influence of various doses of mineral fertilizers and growth regulators on the leaf area of winter wheat plants. Due to the increase in leaf area in plants, the process of photosynthesis is enhanced, which allows plants to form high grain productivity. Also, photosynthetic potential plays an important role in improving the quality of winter wheat grain. The quality class of winter bread characterizes its baking properties; the closer the quality number is to one, the higher the amount of nutrients it contains. Obtaining a high quality class of winter wheat grain is a priority task of crop production. Mineral nutrition of winter wheat consists of the main application (often applied during the main tillage and aimed at decomposing crop residues), as well as the pre-sowing application of ammophos at a dose of P<sub>20</sub>, which enhances the growth of the root system. In addition to using a complex of macroelements, the importance of which has already been determined, one should not forget about microelements, the lack of which will also affect both quality and yield. The market is constantly replenished with more and more new species, forms that are rich in both a complex of microelements and a certain nutritional element. They can be adapted for use on all crops or specialize in only one particular

Keywords: MINERAL FERTILIZERS, GROWTH REGULATORS, LEAF AREA, YIELD, GRAIN QUALITY, WINTER WHEAT, PLANT PRODUCTIVITY

**Введение.** В 2023 году Краснодарский край в России первым завершил уборку озимой пшеницы. Пшеницы было собрано 9 млн 626 тыс. тонн. Средняя урожайность по краю – 58,3 ц/га. Пшеница 3-го и 4-го продовольственных классов составила 85%, 5 класса (15%). Продовольственная программа нашей страны направлена на увеличение и стабильное наращивание производства зерна, ведь это основная задача, которую необходимо решить. Это связано с тем, что необходимо обеспечить возрастающие потребности страны высококачественным продовольственным зерном, для постоянного пополнения государственных резервов и возможности поддержания экспорта [1].

Возделывание озимой пшеницы, как и других сельскохозяйственных культур требует особого внимания к элементам ее технологий, одним из которых является внесение минеральных удобрений. Принимая во внимание биологические особенности культуры, а именно мочковатую корневую систему, которая не имеет высокой способности к усваиванию питательных элементов из слаборастворимых соединений в глубоких слоях почвы, целесообразность внесения удобрений резко возрастает.

Внесение азотных удобрений рано весной способствует усилению побегообразованию, и закладки числа колосков в колосе (определяется его длина). Поздняя подкормка (колошение пшеницы) – это питание растений и улучшение качества зерна. Такое планирование внесения минеральных удобрений направлено на получение высоких урожаев, которое возможно при их обеспечении легкодоступными и легкоусвояемыми формами элементов питания.

Помимо всего это повышение спроса на такие препараты возрастет, если они наряду с эффективностью их действия были бы безопасным для применения в производстве. Основное значение регуляторов роста и иных препаратов такого спектра действия заключается в том, что все они способны в той или иной мере управлять ростовыми процессами,

протекающими в клетках растений и косвенно влиять на развитие самого растения. Накопленный большой опыт в этом направлении позволит нам если не управлять, то по крайней мере помогать растениям избегать стрессовые факторы. имеющие природное (перепады температур, отсутствие или переизбыток влаги, ветра и другое.) или антропогенное происхождение, а также иными факторами отрицательно сказывающимися на росте и развитии растений в целом, а в последующем на урожае и качестве полученной продукции.

### **Цель и задачи исследования.**

Цель нашей работы – определение влияния фона минерального питания и применение регуляторов роста Полидон Био зерновой и Биостим зерновой на продуктивность озимой пшеницы.

Задачи исследований:

– исследование внесения минеральных удобрений и препаратов Полидон Био Зерновой и Биостим Зерновой на агрохимические свойства почвы;

– выявить влияние минеральных удобрений и препаратов Полидон Био Зерновой и Биостим Зерновой на продуктивность озимой пшеницы;

Почва характеризуется содержанием гумуса 3,23–3,30%, нитратного азота 9,4 мг/кг, среднее фосфора (31,3 мг/кг почвы) среднее калия 421 мг/кг почвы, рН – 5,6. Количество микроэлементов: серы – 4,2 мг/кг, цинка 0,9 мг/кг, марганца 8,6 мг/кг, меди 0,13 мг/кг почвы.

Биометрические показатели растений пшеницы определялись по методике Государственного сортоиспытания. По методике А. А. Ничипоровича определяли площадь листовой поверхности. Колориметрическим методом в почве определяли нитратный азот по Грандвальд-Лянсу. Уборку урожая проводили прямым комбайнированием комбайном Сампо-500. Статистическая обработка по Б. А. Доспехову. Качество зерна определяли по ГОСТу 9353 – 2016.

### **Объекты и методы.**

Исследования проводили в Краснодарском крае в ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П. П. Лукьяненко» почвенная разность – чернозем, выщелоченный в 2020-2021 и 2021-2022 сельскохозяйственных годах, по предшественнику подсолнечник.

Схема 2-х факторного опыта

Фактор А (фон минерального питания):

1. Контроль (без внесения минеральных удобрений);
2.  $N_{80}P_{60}K_{90}$  – внесение под основную обработку удобрений в дозе  $N_{20}P_{60}K_{90}$  + в начале весенней вегетации –  $N_{20}$  + начало выхода в трубку –  $N_{20}$  + колошение –  $N_{20}$ ;
3.  $N_{120}P_{60}K_{90}$  – под основную обработку удобрений в дозе  $N_{20}P_{60}K_{90}$  + в начале весенней вегетации –  $N_{40}$  + начало выхода в трубку –  $N_{40}$  + колошение –  $N_{20}$ .

Фактор В (регуляторы роста растений):

1. Контроль – обработка водой;
2. Биостим зерновой – обработка посевов в фазу весеннее кущение в дозе 1,25 л/га + обработка в фазу колошение – 1,25 л/га, расход рабочей жидкости – 250 л/га;
3. Полидон Био зерновой – обработка посевов в фазу весеннее кущение в дозе 0,75 л/га. + обработка в фазу колошение – 0,75 л/га, расход рабочей жидкости – 250 л/га.

### **Результаты исследований и их обсуждение.**

Лист – это наружный орган растения, основной функцией которого является фотосинтез, поэтому от размера ассимиляционной поверхности и интенсивности её работы зависит продуктивность посева. В наших исследованиях изучено формирование ассимиляционной поверхности по фазам вегетации таблица 1.

Таблица 1 – Площадь листовой поверхности посева озимой пшеницы, в зависимости от фона минерального питания и применения регуляторов роста Полидон Био зерновой и Биостим зерновой, тыс. м<sup>2</sup>/га, (2021-2022 гг.)

Фон минерального питания	Регуляторы роста растений	Фаза развития			
		кущение	выход в трубку	колошение	молочная спелость
Контроль (без удобрений)	обработка водой	8,6	26,4	38,1	6,7
	Биостим зерновой	8,7	27,9	39,7	7,1
	Полидон Био зерновой	8,7	27,5	39,7	7,2
N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	обработка водой	9,1	29,1	40,2	7,3
	Биостим зерновой	9,4	31,5	42,8	7,8
	Полидон Био зерновой	9,5	31,8	42,9	7,9
N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	обработка водой	10,2	32,1	43,1	8,3
	Биостим зерновой	10,4	34,0	45,9	9,0
	Полидон Био зерновой	10,5	34,8	46,1	9,6

В фазу кущение, когда уже внесена азотная подкормка и обработаны посевы регуляторами роста Полидон Био зерновой и Биостим зерновой прослеживается зависимость площади листьев от применения минеральных удобрений. Так, на контроле в среднем она составила 8,7 тыс. м<sup>2</sup>/га, на фоне внесения минерального питания N<sub>80</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> – на 0,6 тыс. м<sup>2</sup>/га и на фоне N<sub>120</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> – на 1,8 тыс.м<sup>2</sup>/га выше.

Более интенсивно нарастание площади листьев у озимой пшеницы проходило в фазу выхода в трубку и до колошения. В фазе колошения площадь листьев была максимальной и достигала на контроле в среднем 38,1 тыс.м<sup>2</sup>/га, внесение препаратов Полидон Био зерновой и Биостим зерновой позволили сформировать ассимиляционную поверхность на 1,6 тыс.м<sup>2</sup>/га больше. Следует также отметить, что на удобренных фонах применение изучаемых регуляторов роста способствовало образованию

листовой поверхности на 2,6-3,0 тыс. м<sup>2</sup>/га выше, чем при обработке посевов водой.

После этого листья постепенно отмирают, площадь их значительно сокращается. Использование регуляторов роста Полидон Био зерновой и Биостим зерновой способствовало менее интенсивному отмиранию листьев на этих вариантах. В результате при применении Полидон Био зерновой в эту фазу листовая поверхность на 15,7%, а Биостим зерновой на 7,3% выше, чем при обработке посева водой.

Качество зерна – это совокупность биологических, физико-химических, технологических и потребительских свойств, показывающих пригодность зерна для использования в продовольственных целях. Большую роль здесь играют как наследственные отличия сорта, так и почвенно-климатические, и агротехнические условия. Результаты наших исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Качество зерна озимой пшеницы в зависимости от фона минерального питания и применения регуляторов роста Полидон Био зерновой и Биостим зерновой, (2021-2022 гг.)

Фон минерального питания, фактор А	Регуляторы роста растений, фактор В	Содержание белка, %	Клейковина		Натура зерна, г/л
			%	ИДК	
Контроль (без внесения минеральных удобрений)	обработка водой	11,6	18,5	67	772
	Биостим зерновой	11,9	18,9	68	781
	Полидон Био зерновой	12,4	19,4	68	780
Внесение минеральных удобрений в дозе N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	обработка водой	12,1	20,1	75	778
	Биостим зерновой	12,8	21,1	74	787
	Полидон Био зерновой	13,2	22,5	75	784
Внесение минеральных удобрений в дозе N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	обработка водой	13,3	25,6	67	792
	Биостим зерновой	14,2	26,1	70	791
	Полидон Био зерновой	14,0	27,6	70	792

Проведем оценку основных показателей, влияющих на качество зерна согласно межгосударственному стандарту ГОСТ 9353 2016. На контроле при обработке растений пшеницы водой и препаратом Биостим зерновой содержание белка составило 11,6 и 11,9%, т. е. зерно относится к четвертому классу.

Зерно, соответствующее третьему классу по содержанию белка было получено на фоне  $N_{80}P_{60}K_{90}$  – 13,2%. Высокие результаты по содержанию белка получены на фоне внесения минерального удобрения в дозе  $N_{120}P_{60}K_{90}$  и обработки посева пшеницы регуляторами роста 14,2 (Биостим зерновой) и 14,0 (Полидон Био зерновой) %. Такое содержание белка в зерне классифицируется как второй класс.

Клейковина – это важный показатель хлебопекарных свойств муки. Образовывать клейковину способны белки пшеницы, содержание её в зерне может изменяться от 14-15 до 30-35%. Анализ полученных в наших исследованиях данных показал, что на контроле (фон без внесения удобрений) среднее содержание клейковины в зерне озимой пшеницы составило 18,9%. Использование для обработки посева регуляторов роста при этом не оказало большого значение на этот показатель. Среднее количество клейковины на фоне  $N_{80}P_{60}K_{90}$  – 21,2%, что на 2,3% выше, чем на фоне без удобрений. Обработка посевов регуляторами роста Биостим зерновой и Полидон Био зерновой позволило на 1,0% и 2,4%, соответственно, увеличить этот показатель. Среднее количество клейковины на фоне  $N_{120}P_{60}K_{90}$  – 26,4%, что на 5,2% выше, чем на фоне  $N_{80}P_{60}K_{90}$  и на 7,5%, чем на контроле. Применение препарата Полидон Био зерновой повысило количество клейковины на 2,0%. Стоит отметить, что как на фоне без внесения удобрений, так и на фоне внесения в дозе  $N_{80}P_{60}K_{90}$  в том числе и с применением изучаемых препаратов имеющееся количество клейковины согласно ГОСТУ 9353 2016 соответствовало четвертому классу, тогда как на фоне  $N_{120}P_{60}K_{90}$  при обработке посевов как

водой, так и изучаемыми препаратами полученная клейковина соответствовала третьему классу.

ИДК в наших исследованиях отличное, согласно стандарту, соответствует 1-2 классу и не имеет значительных отличий по вариантам опыта, изменяется в пределах от 67 до 75.

Еще одним из значимых показателем влияющих на формирование зерна является ее натура. В сложившихся погодных условиях и под действием изучаемы факторов данный показатель имеет высокое значение, что соответствует 1-2 классу. Существенных отличий между изучаемыми вариантами не отмечено и изменялась в пределах 772 (без внесения удобрений, обработка водой) -792 (без внесения удобрений и обработка водой/ обработка препаратом Полидон Био зерновой) г/л.

Анализ полученных результатов показал, что изучаемые в опыте регуляторы роста не сказались на изменение класса зерна озимой пшеницы сорта Веха. В большей степени на этот показатель влиял фон минерального питания.

Так, на фоне без внесения минеральных удобрений и внесение минерального питания в технологию возделывания озимой пшеницы в дозе  $N_{80}P_{60}K_{90}$  получен 4 класс зерна. Повышение доз азотных удобрений (фон минерального питания  $N_{120}P_{60}K_{90}$ ) способствовало получению зерна 3 класса.

### **Выводы:**

1. В 2021 году средняя урожайность по вариантам изменилась от 57,2 до 76,8 ц/га. На фоне без внесения, удобрений получена незначительная прибавка 2,6 и 2,4 ц/га от внесения регуляторов роста Биостим зерновой и Полидон Био зерновой соответственно при урожайности на контроле 57,2 ц/га, при  $НСР_{0,5} - 2,9$  ц/га.

2. На фоне минерального питания (фактор А) уровень урожайности 69,9 ц/га при внесении  $N_{80}P_{60}K_{90}$ , а на варианте  $N_{120}P_{60}K_{90}$  урожайность 74,8 ц/га, что соответственно на 11,0 и 15,9 ц/га или на 18,7 и 27,0% больше по сравнению с вариантом без удобрения (58,9 ц/га) при НСР<sub>05</sub> фактора А – 1,1 ц/га.

3. Применение регуляторов роста (фактор В) Биостим зерновой и Полидон Био зерновой увеличило урожайность соответственно на 3,7 и 4,0 ц/га или на 5,7 и 6,1% при урожайности на контроле 65,3 ц/га при НСР<sub>05</sub> фактора В – 1,0 ц/га, то есть получена существенная прибавка урожая.

4. В 2022 году средняя урожайность озимой пшеницы по вариантам опыта варьировала в пределах 50,9–75,5 ц/га. На неудобренном фоне при обработке водой урожайность 50,9 ц/га, при обработке регуляторами роста Биостим зерновой и Полидон Био зерновой урожайность озимой пшеницы соответственно равнялась 52,3 и 53,5 ц/га, что на 1,9 и 2,6 ц/га или на 2,8 и 5,1% больше по сравнению с контролем, при НСР<sub>05</sub> по вариантам 2,8 ц/га, то есть полученная прибавка не существенна.

5. На фоне минерального питания (фактор А) на контроле урожайность зерна озимой пшеницы 52,2 ц/га при внесении  $N_{80}P_{60}K_{90}$  и  $N_{120}P_{60}K_{90}$  урожайность озимой пшеницы соответствовала 68,4 и 73,4 ц/га, что на 16,2 и 21,2 ц/га или на 31,0 и 40,4% больше по сравнению с контролем, при НСР<sub>05</sub> по фактору А – 1,2 ц/га, то есть полученные прибавки урожая существенны.

6. Применение регуляторов роста (фактор В) способствовало получению прибавки зерна озимой пшеницы 6,2 и 6,7 ц/га или 10,0 и 10,8% соответственно при внесении Биостим зерновой и Полидон Био зерновой. При этом уровень урожайности на контроле составил 62,2 ц/га. НСР<sub>05</sub> по фактору В – 1,0 ц/га, то есть получены существенные прибавки зерна.

7. Класс зерна озимой пшеницы сорта Веха не зависел от изучаемых

регуляторов роста. На этот показатель в большей степени влияли вносимые удобрения. Так, на фоне без внесения минеральных удобрений и их применение в дозе  $N_{80}P_{60}K_{90}$  получено зерно 4 класса. Увеличение доз азотных удобрений до  $N_{120}$  (фон минерального питания –  $N_{120}P_{60}K_{90}$ ) повысил класс зерна, который соответствовал – 3.

8. Экономический расчет изучаемых элементов технологий выявил, что наиболее высокий чистый доход по опыту получен на фоне внесения удобрений в дозе  $N_{120}P_{60}K_{90}$  с применением регулятора роста Полидон Био зерновой и составил 39 087,4 руб./га, рентабельности производства на данном варианте и окупаемость затрат составили 60,2% и 1,60 руб. на один затраченный рубль, соответственно.

9. Максимальная ассимиляционная поверхность озимой пшеницей достигнута в фазу колошения. На контроле 38,1 тыс.  $m^2$ /га. На удобренных фонах ( $N_{80}P_{60}K_{90}$  и  $N_{120}P_{60}K_{90}$ ) площадь листовой поверхности соответственно равнялась 40,2 и 43,1 тыс.  $m^2$ /га, что на 2,1 и 5,0 тыс.  $m^2$ /га или на 5,5 и 13,1% больше по сравнению с контролем. На этих же фонах применение изучаемых регуляторов роста способствовало увеличению ассимиляционной поверхности на 2,6–3,0 тыс.  $m^2$ /га. Изучаемые регуляторы роста способствовали менее интенсивному отмиранию листьев; после фазы колошения. В фазу молочной спелости зерна озимой пшеницы (на фоне  $N_{120}P_{60}K_{90}$ ) наибольшая ассимиляционная поверхность 9,0 и 9,6 тыс.  $m^2$ /га получена при использовании регулятором Биостим зерновой и Полидон Био зерновой соответственно.

## Литература

1. Влияние системы удобрений на высоту озимой пшеницы сорта граф в Центральной зоне Краснодарского края / Е. Н. Ничипуренко, Д. В. Горобец, Ш. Ю. Чимидов, Т. Д. Федорова // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения : Материалы XI Международной научно-практической конференции, Ульяновск, 23–24 июня 2021 года. Том 2021-1. – Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2021. – С.

71-76.

### References

1. Vlijanie sistemy udobrenij na vysotu ozimoj pshenicy sorta graf v Central'noj zone Krasnodarskogo kraja / E. N. Nichipurenko, D. V. Gorobec, Sh. Ju. Chimidov, T. D. Fedorova // Agrarnaja nauka i obrazovanie na sovremennom jetape razvitija: opyt, problemy i puti ih reshenija : Materialy XI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, Ul'janovsk, 23–24 ijunja 2021 goda. Tom 2021-1. – Ul'janovsk: Ul'janovskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet im. P.A. Stolypina, 2021. – S. 71-76.