

УДК 633.11:631.811.98:633.114.6
AGRIS F04

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/129/25>

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ПРОЦЕСС ФОТОСИНТЕЗА РАСТЕНИЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

©Саипова А. Ш., SPIN-код: 5223-5260, Ошский технологический университет
им. М. М. Адышева, г. Ош, Кыргызстан, saipova.79@mail.ru

©Танакон Н. Т., SPIN-код: 7938-1115, д-р с.-х. наук, Ошский технологический университет
им. М. М. Адышева, г. Ош, Кыргызстан, ntanakov@bk.ru

©Авазбек уулу А. А., SPIN-код: 1995-2103, Ошский технологический университет
им. М. М. Адышева, г. Ош, Кыргызстан, avazbekov96@inbox.ru

EFFECTS OF GROWTH REGULATORS ON THE PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF WINTER WHEAT.

©Saipova A., SPIN-code: 5223-5260, Osh Technological University
named after M. Adyshev, Osh, Kyrgyzstan, saipova.79@mail.ru

©Tanakov N., SPIN-code: 7938-1115, Osh Technological University
named after M. Adyshev, Osh, Kyrgyzstan, ntanakov@bk.ru

©Avazbek uulu A., SPIN-code: 1995-2103, Osh Technological University
named after M. Adyshev, Osh, Kyrgyzstan, avazbekov96@inbox.ru

Аннотация. Исследовано влияние регуляторов роста и эталонного фунгицида на фотосинтетическую активность и накопление сухой биомассы озимой пшеницы. Полевые опыты, проведенные в 2020–2022 гг. в Узгенском районе Ошской области, показали, что препараты Циркон и Суперстим значительно повышали чистую продуктивность фотосинтеза и площадь листовой поверхности. Фунгицид Колосал Про обеспечил наибольшую эффективность в защите ассимиляционного аппарата от болезней и продлении его активности. Результаты исследования подтвердили, что использование биологически активных веществ способствует стабилизации урожайности озимой пшеницы в условиях засушливого климата.

Abstract. This study investigated the effects of growth regulators and a reference fungicide on the photosynthetic activity and dry biomass accumulation of winter wheat. Field experiments conducted in 2020–2022 in the Uzgen district of Osh region demonstrated that Zircon and Superstim significantly enhanced net photosynthetic productivity and leaf area index. The fungicide Kolosal Pro provided the highest efficiency in protecting the assimilation apparatus from leaf diseases and extending its functional activity. The findings suggest that the application of biologically active substances is an effective approach to stabilize winter wheat yield under arid climatic conditions of Kyrgyzstan.

Ключевые слова: озимая пшеница, фотосинтез, регуляторы роста, фунгицид, Циркон, Суперстим, Колосал Про.

Keywords: winter wheat, photosynthesis, growth regulators, fungicide, Zircon, Superstim, Kolosal Pro.

Озимая пшеница (*Triticum aestivum* L.) является одной из наиболее значимых зерновых культур в мире, и её урожайность играет ключевую роль в обеспечении продовольственной

безопасности. В Кыргызстане озимая пшеница относится к числу приоритетных направлений сельскохозяйственного производства и имеет стратегическое значение в обеспечении населения зерновыми продуктами. Урожайность растений в значительной степени определяется интенсивностью процесса фотосинтеза и функциональным состоянием листового аппарата. На фотосинтетическую деятельность непосредственно влияют площадь листьев, жизнеспособность ассимиляционного аппарата, а также показатели поглощения световой энергии и её трансформации в биомассу. Однако нестабильность климатических факторов, в частности засуха и высокие температуры, ограничивает процесс фотосинтеза растений и приводит к снижению урожайности. В последнее десятилетие применение биологически активных веществ, регулирующих рост растений (фитогормонов, стимуляторов и комплексных препаратов), широко изучается в мировой агрономической науке с целью повышения устойчивости растений и оптимизации функционирования фотосинтетического аппарата. Согласно международным научным данным, такие препараты способствуют увеличению площади листовой поверхности, повышению чистой продуктивности фотосинтеза и росту урожайности за счёт снижения воздействия стрессовых факторов [1, 2].

Узгенский район Ошской области характеризуется засушливыми условиями, где основными лимитирующими факторами при возделывании озимой пшеницы являются дефицит влаги и высокие температуры. В данном регионе актуальной научной задачей является обоснованная оценка роли стимуляторов роста в регулировании фотосинтетической активности растений. Повышение урожайности и качества зерна озимой пшеницы является одной из приоритетных задач сельского хозяйства Кыргызстана. В южных регионах республики (Ошская область, Узгенский район) продуктивность растений ограничивается стрессовыми факторами, связанными с засушливыми климатическими условиями, что снижает их фотосинтетическую активность. Мировой опыт показывает, что регуляторы роста и биологически активные вещества повышают фотосинтетический потенциал растений, активизируют работу ассимиляционного аппарата, а также усиливают устойчивость растений к стрессовым условиям. Ауксины, цитокинины и другие фитогормоны играют особенно важную роль в увеличении площади листовой поверхности и повышении чистой продуктивности фотосинтеза [3].

Целью исследования является оценка эффективности регуляторов роста и биологически активных веществ в повышении фотосинтетической продуктивности и урожайности озимой пшеницы в засушливых условиях Узгенского района.

В соответствии с поставленной целью определены следующие задачи:

Определить основные показатели фотосинтетической активности озимой пшеницы в засушливых условиях Узгенского района.

Оценить влияние различных регуляторов роста (Эпин-экстра, Циркон, Суперстим) на площадь листовой поверхности и накопление сухой биомассы.

Определить сравнительную эффективность биологически активных веществ и эталонного фунгицида (Колосал Про) в повышении чистой продуктивности фотосинтеза.

Материалы и методы

Исследование проводилось в 2020–2022 годах в полевых условиях Узгенского района Ошской области Кыргызстана. Климат района характеризуется засушливостью и резкими колебаниями температуры, что является фактором, существенно влияющим на рост и урожайность озимой пшеницы.

Объект: озимая пшеница (*Triticum aestivum* L.).

Измерения и расчёты: площадь листовой поверхности определялась по стандартным агрономическим формулам; чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) рассчитывалась по методике Третьякова и др. [8]; сухая масса биомассы определялась путём высушивания растений в определённых фазах вегетации с последующим взвешиванием на лабораторных весах.

Полученные данные обрабатывались методом дисперсионного анализа (ANOVA), различия между вариантами оценивались на уровне LSD 0,05. Фотосинтетическая деятельность культурных растений является основой формирования биологического урожая. К основным показателям продукционного процесса относятся: площадь ассимиляционной поверхности (ПАП), фотосинтетический потенциал (ФП) и чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ), которые, как правило, находятся в тесной прямой связи с урожайностью биомассы. Формирование оптимальной листовой поверхности в поле является важным элементом технологии и имеет значение с позиции эффективного поглощения световой энергии для осуществления процесса фотосинтеза [2, 4].

Однако, по мнению ряда авторов, избыточная и редуцированная площадь листьев, формирующаяся в агрофитоценозе, может приводить к снижению урожая [1, 7, 10]

Результаты исследований

Регуляторы роста оказали существенное влияние на фотосинтетическую деятельность озимой пшеницы. В контрольном варианте площадь листовой поверхности и чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) характеризовались наименьшими значениями. В вариантах с применением биологически активных веществ основные параметры фотосинтеза повысились [5-8].

Данное явление объясняется тем, что регуляторы роста продлевают жизнеспособность листового аппарата и активизируют ассимиляционные процессы. Накопление сухой биомассы растения непосредственно связано с интенсивностью функционирования его листового аппарата. Между ассимиляционной (рабочей) поверхностью листьев и приростом биомассы установлена тесная связь, причём в ходе вегетационного периода коэффициент корреляции увеличивался: в фазе выхода в трубку $r=0,72$, в фазе колошения $r=0,81$, в фазе молочно-восковой спелости зерна $r = 0,85$. При обработке растений фунгицид Колосал Про показал более высокий результат по накоплению сухой биомассы по сравнению с препаратами-регуляторами роста.

Для определения эффективности использования световых ресурсов при формировании биологической массы растений необходимо учитывать не только максимальную площадь листьев, но и интенсивность функционирования ассимиляционного аппарата на протяжении всего вегетационного периода — чистую продуктивность фотосинтеза (ЧПФ). Данный показатель определялся по методике Третьякова [8].

В 2020 г применение регуляторов роста достоверно повышало чистую продуктивность фотосинтеза. Так, при двукратной обработке растений ЧПФ по сравнению с контрольным вариантом увеличивалась в фазе выхода в трубку на 10–11%, а в фазе колошения–молочно-восковой спелости — на 10–14%. По данному показателю препараты Суперстим и Циркон проявили наибольшее преимущество, обеспечив более высокие результаты по сравнению с Эпин-экстра (Рисунок 1).

В 2021 г в условиях засухи был отмечен наиболее низкий уровень фотосинтетической активности растений озимой пшеницы. По сравнению с предыдущим годом прирост сухой биомассы снизился в 1,8–2,0 раза. В таких условиях регуляторы роста сыграли важную роль в усилении протекторной функции растений. Так, в фазе выхода в трубку наибольший эффект

наблюдался при двукратном применении препарата Циркон (17%), который по данному показателю находился на уровне эталонного фунгицида. Однако фунгицид Колосал Про продемонстрировал несколько более высокий результат по накоплению биомассы по сравнению с регуляторами роста. Динамика площади листовой поверхности также соответствовала данной тенденции: наибольшее значение было зафиксировано в варианте с двукратным применением фунгицида Колосал Про. Однако в фазе молочной спелости зерна с усилением засухи влияние регуляторов роста практически не проявлялось.

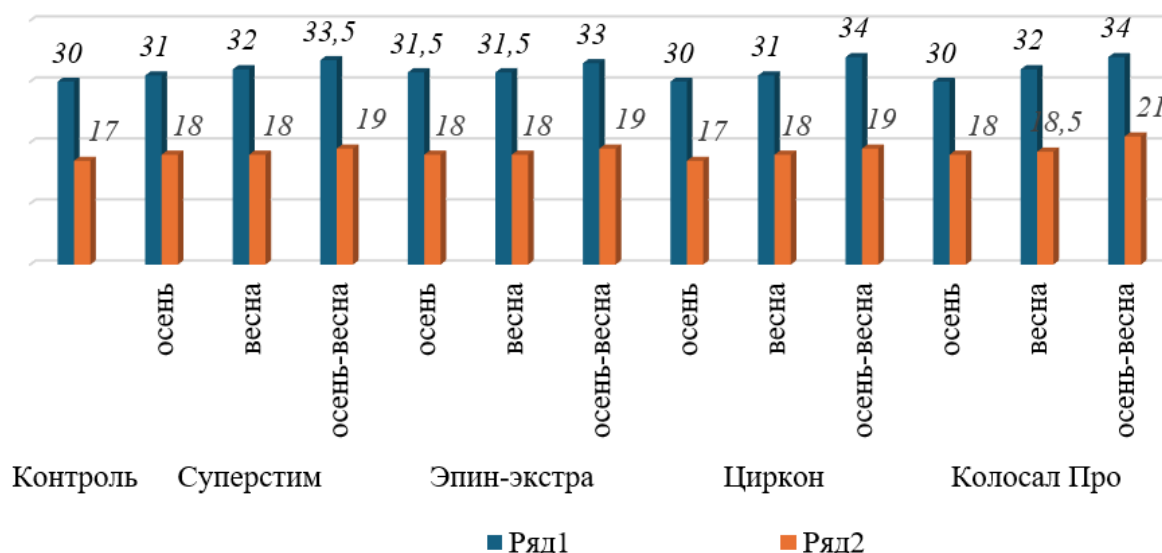


Рисунок 1. Влияние регуляторов роста и фунгицида на чистую продуктивность фотосинтеза растений озимой пшеницы в 2020 г (ряд 1 - фаза молочного созревания, ряд 2 - выход в трубку)

При расчёте чистой продуктивности фотосинтеза в 2021 г максимальное значение было зарегистрировано в варианте с двукратным применением фунгицида Колосал Про. Регуляторы роста по данному показателю лишь незначительно уступали эталонному варианту. Следует отметить, что при осенней обработке биологически активными веществами существенных различий по уровню чистой продуктивности фотосинтеза не выявлено. Исключение составил вариант с применением Эпин-экстра, при котором осеннее опрыскивание обеспечило более высокий результат по сравнению с весенним.

В итоге, в засушливых условиях 2021 г наивысший показатель был обеспечен при двукратном применении фунгицида Колосал Про. В то время как регуляторы роста проявляли преимущество лишь на ранних фазах вегетации, поддерживая фотосинтетическую активность растений на определённом уровне (Рисунок 2).

Следует отметить, что лишь при осенней обработке биологически активными веществами не было выявлено существенных различий по уровню чистой продуктивности фотосинтеза, за исключением варианта с применением Эпин-экстра, где осеннее опрыскивание оказалось более предпочтительным по сравнению с весенним. В варианте с применением эталонного фунгицида Колосал Про в обоих периодах, принятых для расчёта, был отмечен наивысший уровень ЧПФ. Это подтверждает, что наилучшим вариантом в условиях засушливого года явилось двукратное опрыскивание растений озимой пшеницы фунгицидом. Преимущество, сформированное регуляторами роста в первой половине вегетации, фотосинтетической активности.

В 2022 г среди регуляторов роста наибольший эффект по накоплению сухой биомассы был отмечен в варианте с применением Суперстим (ауксин-цитокининовый комплекс).

Сопоставимо высокий показатель обеспечил препарат Циркон, представляющий собой смесь гидроксикоричных кислот. В то же время Эпин-экстра, как и в предыдущие годы, оказал относительно более слабое воздействие. В данном году также наилучший результат был получен при двукратном применении регуляторов роста, что подтвердило данные предыдущих двух лет.

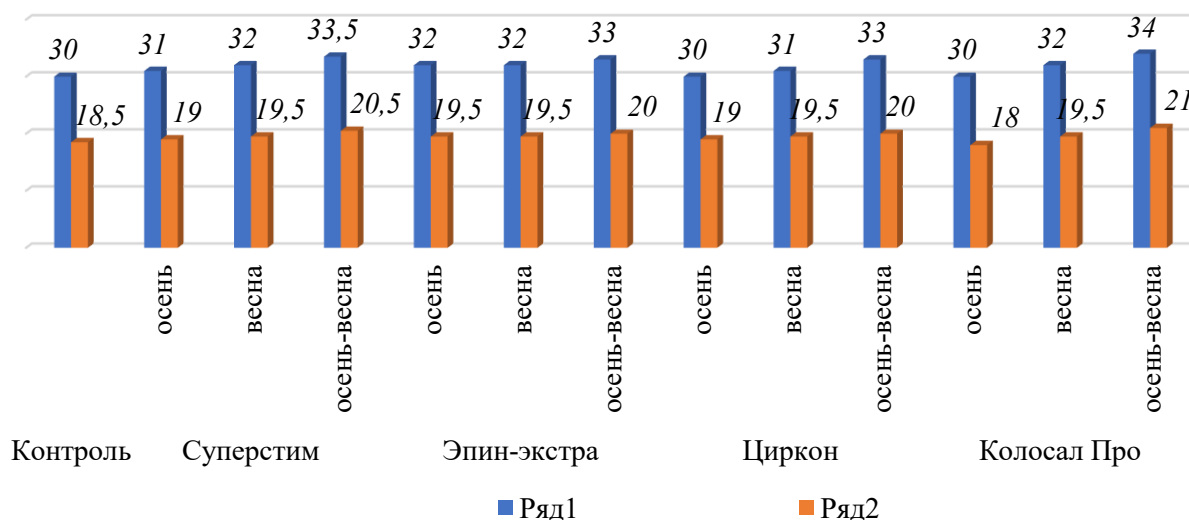


Рисунок 2. Влияние регуляторов роста и фунгицида на чистую продуктивность фотосинтеза растений озимой пшеницы в 2021 г (ряд 1 - фаза молочного созревания, ряд 2 - выход в трубку)

Динамика площади листовой поверхности протекала аналогично предыдущим годам, однако в 2022 г ассимиляционный аппарат функционировал значительно более продолжительное время в условиях оптимальных метеорологических факторов (достаточное количество летних осадков и средние температуры воздуха).

В фазе молочно-восковой спелости зерна максимальная площадь листовой поверхности была зафиксирована при двукратном применении Суперстим. Близкие значения наблюдались в варианте с применением Циркона, тогда как дополнительное использование Эпин-экстра обеспечило наименьший результат. Существенные различия по показателям чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ) были выявлены преимущественно при двукратном применении регуляторов роста и эталонного фунгицида. При однократной обработке достоверных изменений не отмечено. По уровню ЧПФ, как и в предыдущие годы, наивысшее значение соответствовало эталонному варианту — применению фунгицида Колосал Про. Средние трёхлетние результаты исследований показали, что сухая биомасса озимой пшеницы и площадь листовой поверхности достигают максимума в период от фазы выхода в трубку до фазы молочно-восковой спелости, после чего начинают снижаться. Применяемые регуляторы роста и фунгициды оказали существенное влияние на размеры листового аппарата и общую ассимиляционную поверхность. Так, двукратная обработка озимой пшеницы препаратом Циркон по сравнению с контрольным вариантом увеличивала площадь листовой поверхности в фазе колошения на 13%, а в фазе молочно-восковой спелости — на 12%. В то же время эффект Эпин-экстра был на 4% ниже по сравнению с Цирконом.

По влиянию на площадь листовой поверхности эталонный вариант — фунгицид Колосал Про — показал значительно более высокие результаты по сравнению с регуляторами роста. Прямое фунгицидное действие данного препарата, предотвращая развитие листовых

заболеваний, обеспечивало сохранность ранее сформированных листьев и способствовало лучшему развитию последующих ярусов (Рисунок 3).

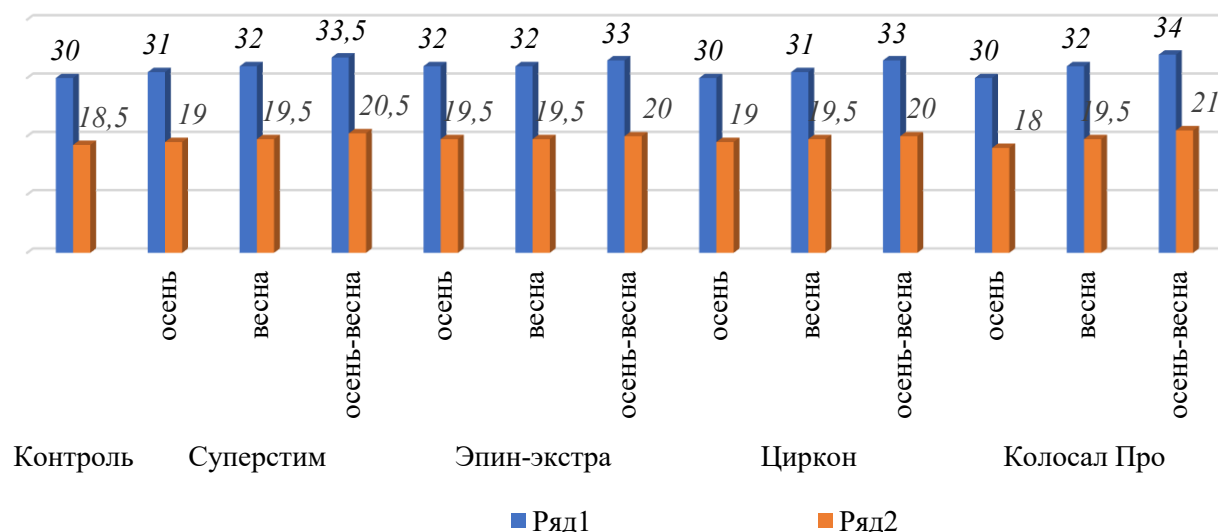


Рисунок 3. Влияние регуляторов роста и фунгицида на чистую продуктивность фотосинтеза растений озимой пшеницы в 2022 г (ряд 1 - фаза молочного созревания, ряд 2 - выход в трубку)

По уровню чистой продуктивности фотосинтеза наивысший показатель был зафиксирован при двукратном применении эталонного фунгицида Колосал Про. Данный результат также подтверждён уровнем урожайности озимой пшеницы и структурными элементами растений.

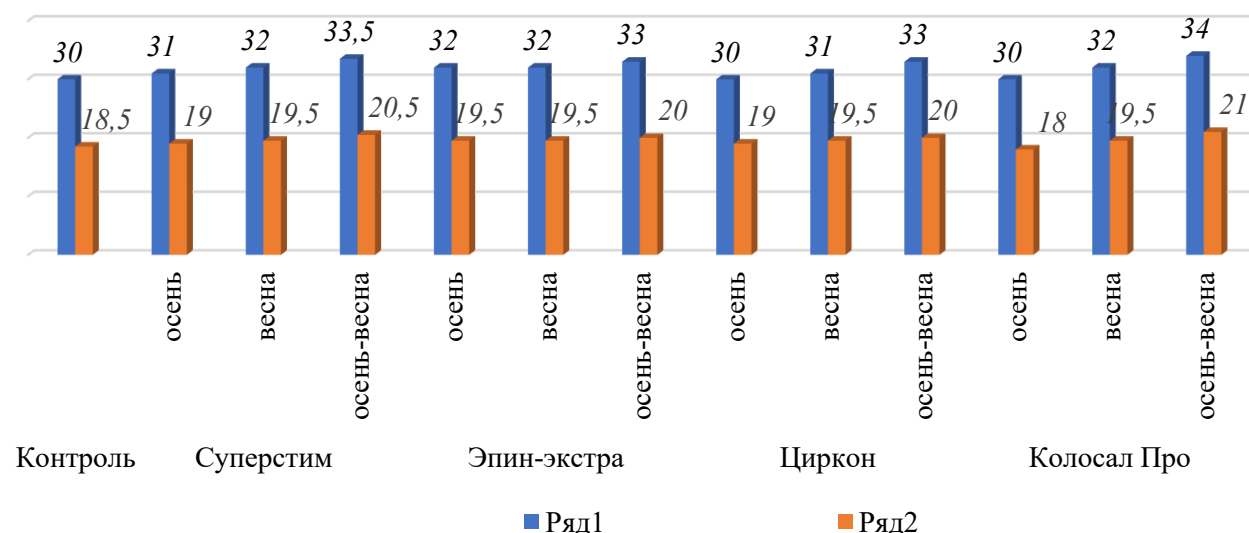


Рисунок 4. Влияние регуляторов роста и фунгицидов на чистую продуктивность фотосинтеза растений озимой пшеницы, в среднем за 3 года (ряд 1 - фаза молочного созревания, ряд 2 - выход в трубку)

Стабильность показателей по фазам развития растений свидетельствует о том, что применяемые биологически активные вещества оказывали практически одинаковое воздействие на протяжении всего периода онтогенеза озимой пшеницы, начиная с момента их внесения на посевах. Данный факт подтверждает гипотезу о длительном иммуномодулирующем эффекте исследуемых препаратов [9].

Средние трёхлетние расчёты показали, что фотосинтетическая активность достигала максимального уровня в середине вегетационного периода, после чего снижалась. Данное снижение обусловлено старением и отмиранием листового аппарата, а также усилением листовых заболеваний. В результате уменьшалась площадь ассимиляционной поверхности растений и снижалась общая фотосинтетическая деятельность (Рисунок 4).

Заключение

Результаты фотосинтетической деятельности, полученные в течение вегетационного периода, не всегда находились в прямой зависимости от уровня урожайности. Так, в варианте с дополнительным применением Эпин-экстра чистая продуктивность фотосинтеза была несколько ниже по сравнению с вариантами с применением Суперстим и Циркон, однако урожайность, напротив, была зафиксирована на более высоком уровне. Данное явление свидетельствует о том, что фотосинтетическая деятельность, играя важную роль в формировании урожая озимой пшеницы, не всегда является решающим фактором. Эталонный вариант с применением фунгицида Колосал Про оказал значительно более эффективное влияние на площадь листовой поверхности и функционирование ассимиляционного аппарата по сравнению с регуляторами роста. На фоне применения фунгицида формирование листовой поверхности растений протекало более интенсивно, а хорошая сохранность ранее сформированных листьев положительно влияла на развитие последующих ярусов. Это связано с его прямым фунгицидным действием, обеспечивающим защиту листового аппарата растений от заболеваний и, как следствие, более длительное сохранение фотосинтетической активности.

Список литературы:

1. Андреева Т. Ф. Фотосинтез и урожайность растений. М.: Наука, 1969. 210 с.
2. Блинова О. А., Гулянов Ю. А. Физиология растений. СПб: Лань, 2006. 352 с.
3. Ерошенко Ф. В., Петрова Л. Н. Влияние регуляторов роста на продуктивность озимой пшеницы // Агрохимия. 2010. №4. С. 55–61.
4. Галушко Н. А. Регуляция фотосинтетической активности растений. Минск, 2008. 198 с.
5. Костин В. И. Влияние стимуляторов роста на продуктивность озимой пшеницы // Вестник Ульяновской ГСХА. 2008. №3. С. 25–29.
6. Петров Н. Ю., Онищенко Н. С. Эффективность применения регуляторов роста на озимой пшенице в условиях Волгоградской области // Зерновое хозяйство России. 2012. №1. С. 44–49.
7. Серебrikов Ф. А., Чурзин В. Н. Фотосинтетическая деятельность посевов озимой пшеницы. М.: Колос, 2007. 276 с.
8. Третьяков Н. Н., Петрова Л. В., Щукин Б. В. Физиология растений и продуктивность. М.: Колос, 1990. 278 с.
9. Шаповал О. А. Влияние регуляторов роста на формирование листового аппарата озимой пшеницы // Аграрный вестник. 2005. №7. С. 65–70.
10. Щукина Н. В. Регуляторы роста и их роль в формировании фотосинтетического потенциала озимой пшеницы. Воронеж: ВГУ, 2009. 145 с.

References:

1. Andreeva, T. F. (1969). Fotosintez i urozhainost' rastenii. Moscow. (in Russian).
2. Blinova, O. A., & Gulyanov, Yu. A. (2006). Fiziologiya rastenii. St. Petersburg. (in Russian).

3. Eroshenko, F. V., & Petrova, L. N. (2010). Vliyanie regulyatorov rosta na produktivnost' ozimoi pshenitsy. *Agrokimiya*, (4), 55–61. (in Russian).
4. Galushko, N. A. (2008). Regulyatsiya fotosinteticheskoi aktivnosti rastenii. Minsk. (in Russian).
5. Kostin, V. I. (2008). Vliyanie stimulyatorov rosta na produktivnost' ozimoi pshenitsy. *Vestnik Ul'yanovskoi GSKhA*, (3), 25–29. (in Russian).
6. Petrov, N. Yu., & Onishchenko, N. S. (2012). Effektivnost' primeneniya regulyatorov rosta na ozimoi pshenitse v usloviyakh Volgogradskoi oblasti. *Zernovoe khozyaistvo Rossii*, (1), 44–49. (in Russian).
7. Serebrikov, F. A., & Churzin, V. N. (2007). Fotosinteticheskaya deyatel'nost' posevov ozimoi pshenitsy. Moscow. (in Russian).
8. Tret'yakov, N. N., Petrova, L. V., & Shchukin, B. V. (1990). Fiziologiya rastenii i produktivnost'. Moscow. (in Russian).
9. Shapoval, O. A. (2005). Vliyanie regulyatorov rosta na formirovanie listovogo apparata ozimoi pshenitsy. *Agrarnyi vestnik*, (7), 65–70. (in Russian).
10. Shchukina, N. V. (2009). Regulatory rosta i ikh rol' v formirovanii fotosinteticheskogo potentsiala ozimoi pshenitsy. Voronezh. (in Russian).

Поступила в редакцию
14.05.2026 г.

Принята к публикации
22.05.2026 г.

Ссылка для цитирования:

Саипова А. Ш., Танаков Н. Т., Авазбек уулу А. А. Влияние регуляторов роста на процесс фотосинтеза растений озимой пшеницы // Бюллетень науки и практики. 2026. Т. 12. №8. С. 225-232. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/129/25>

Cite as (APA):

Saipova, A., Tanakov, N., & Avazbek uulu, A. (2026). Effects of Growth Regulators on the Photosynthetic Activity of Winter Wheat. *Bulletin of Science and Practice*, 12(8), 225-232. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/129/25>