

4.1.4. САДОВОДСТВО, ОВОЩЕВОДСТВО,
ВИНОГРАДАРСТВО И ЛЕКАРСТВЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ
(СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 635.342:631.811.98:581.1

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2025_1_50

EDN: LRYFUP

**Особенности фотосинтеза у растений капусты белокочанной
различных сортов и гибридов при применении регуляторов
роста в условиях лесостепи ЦЧР России**

Сергей Яковлевич Мухортов^{1✉}

¹ Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I,
Воронеж, Россия

¹ muhortovtomat@mail.ru[✉]

Аннотация. Представлены результаты исследований, проведенных с целью определения особенностей фотосинтеза у растений различных сортообразцов капусты белокочанной при применении регуляторов роста в условиях ЦЧР России. Объекты исследований: сорт Вьюга, гибриды Агрессор F₁, Атрия F₁, Зенон F₁, Колобок F₁, Галакси F₁, Килатон F₁ и регуляторы роста альбит (1%), крезацин (0,2%), циркон (0,5%), которыми обрабатывали семена перед посевом. Агротехника в опыте – принятая для овощных культур в ЦЧР. Использование регуляторов роста способствовало достоверному увеличению площади листовой поверхности: на применение крезацина и альбита в наибольшей степени отозвался гибрид Колобок F₁ (прибавка – соответственно 0,76 и 0,92 м²/м²), циркона – гибрид Агрессор F₁ (прибавка – 2,93 м²/м²). Обработка семян изучаемыми регуляторами роста способствовала повышению фотосинтетического потенциала: крезацин – на 0,16–0,81 тыс. м²×сут./га, альбит – на 0,55–1,40, циркон – на 0,70–2,85 тыс. м²×сут./га. Максимальный эффект отмечен при обработке крезацином семян гибрида Колобок F₁ (прибавка – 0,81 тыс. м²×сут./га по отношению к контролю), немного меньшим был эффект при обработке семян гибридов Килатон F₁ и Агрессор F₁ – превышение на 0,53–0,54 тыс. м²×сут./га. Наиболее эффективное формирование чистой продуктивности посевов отмечено у гибрида Колобок F₁ (прибавка к контролю – 2,60 г/м²×сут.). Урожайность гибридов Агрессор F₁ и Колобок F₁ достоверно превышала показатель контроля – соответственно на 16,98 и 15,20 т/га. Использование регуляторов роста снижало показатели чистой продуктивности фотосинтеза и удельной продуктивности посевов, но это кардинально не влияло на усиление процессов формирования урожая кочанов капусты белокочанной. Лучшими в опыте были варианты, где для предпосевной обработки семян гибридов Агрессор F₁ и Колобок F₁ применяли альбит (0,4%), что обусловило не только усиление фотосинтетической деятельности, но и повышение урожайности.

Ключевые слова: капуста белокочанная, фотосинтетическая деятельность, площадь листьев, фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза

Для цитирования: Мухортов С.Я. Особенности фотосинтеза у растений капусты белокочанной различных сортов и гибридов при применении регуляторов роста в условиях лесостепи ЦЧР России // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2025. Т. 18, № 1(84). С. 50–59. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_1_50–59.

4.1.4. HORTICULTURE, OLERICULTURE, VITICULTURE
AND MEDICINAL PLANTS (AGRICULTURAL SCIENCES)

Original article

**Features of photosynthetic activity in plants of various varieties
of white cabbage when using growth regulators in the conditions
of the forest-steppe of the Central Chernozem region of Russia**

Sergey Ya. Mukhortov^{1✉}

¹ Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great Voronezh, Russia

¹ muhortovtomat@mail.ru[✉]

Abstract. The results of studies conducted to determine the features of photosynthetic activity in plants of various varieties of white cabbage when using growth regulators in the conditions of the Central Chernozem region are presented. The objects of research were the V'yuga variety and such hybrids as Aggressor F₁, Atria F₁, Zenon F₁, Kolobok F₁, Galaksi F₁, Kilaton F₁, as well as growth regulators Albit (1%), Crezacin (0.2%) and Zircon (0.5%),

which were used to treat seeds before sowing. Agricultural technology in the experiment was generally accepted for vegetable crops cultivation in the Central Chernozem region. Application of growth regulators contributed to a significant increase in the leaf surface area: Crezacin and Albit most strongly influenced the hybrid Kolobok F₁ plantings: an increase was of 0.76 and 0.92 m²/m², respectively, the best influence of Zircon was on the hybrid Aggressor F₁ plantings, i.e. 2.93 m²/m². Seed treatment with Crezacin, Albit and Zircon increased the photosynthetic potential by 0.16-0.81, 0.55-1.40 and 0.70-2.85 thousand m²×day/ha, respectively. The maximum effect was noted when seeds of the Kolobok F₁ hybrid were treated with Crezacin (an increase of 0.81 thousand m² × day/ha versus control), the effect was slightly lower in the variants of the Kilaton F₁ and Aggressor F₁ hybrids: an increase was 0.53–0.54 thousand m²× day/ha. The most effective formation of net crop productivity was noted in the variant of Kolobok F₁ hybrid: an increase was 2.60 g/m²×day versus control. The yield of the Aggressor F₁ and Kolobok F₁ hybrids significantly exceeded the control indicator by 16.98 and 15.20 t/ha, respectively. The use of growth regulators reduced the net productivity of photosynthesis and the specific productivity of crops, but this did not significantly affect the strengthening of the processes of crop formation of white cabbage. The best results in the experiment were obtained when Albit (0.4%) was used for pre-sowing seed treatment of the Aggressor F₁ and Kolobok F₁ hybrids, which led not only to increased photosynthetic activity, but also to increased yields.

Keywords: white cabbage, photosynthetic activity, leaf area, photosynthetic potential, net photosynthetic productivity
For citation: Mukhortov S.Ya. Features of photosynthetic activity in plants of various varieties of white cabbage when using growth regulators in the conditions of the forest-steppe of the Central Chernozem region of Russia. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2025;18(1):50-59. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_1_50-59.

Введение
 Фотосинтез является основным процессом жизнедеятельности зеленых растений, определяющим их рост и развитие; в то же время он подвержен влиянию и внешних, и внутренних факторов, оказывающих как благоприятное, так и неблагоприятное воздействие [2, 3, 4]. К негативным внешним факторам относятся дефицит или избыток влаги, тепла или элементов питания в почве, низкая концентрация CO₂ в воздухе, недостаток световой энергии, поступающей на фотосинтезирующую поверхность растений, а также возможные повреждения растений биотического и абиотического типа. К внутренним факторам, влияющим на процесс фотосинтеза, относятся такие, как количество хлорофилла в единице объема листа, активность ферментативной системы, эффективность поступления питательных веществ в растения, интенсивность функционирования фотосинтетического аппарата, корневой системы, особенности функционирования растений в определенные фазы их развития [5, 6, 8].

В Центрально-Черноземном регионе России капуста белокочанная занимает первое место по распространению среди овощных культур, в связи с чем постоянно совершенствуется технология выращивания этой культуры в направлении получения более высокой урожайности и более качественной продукции. Одним из направлений, позволяющих при небольших затратах получать весьма значительный положительный отклик, является применение регуляторов роста. Причем здесь важно выяснить механизм воздействия регуляторов роста на растения. Одним из комплексных показателей, дающих понимание функционирования растений в тех или иных условиях, являются параметры, характеризующие эффективность фотосинтеза [9, 10, 11, 12]. Поэтому здесь важны и реакция разных сортов на различные регуляторы роста, и реакция этих сортов на погодные условия выращивания [13, 14].

Капуста белокочанная обладает значительным адаптивным потенциалом. Это культура, которая формирует сравнительно высокие урожаи кочанов в разнообразных условиях.

Целью представленных исследований было выявление особенностей и закономерностей фотосинтеза у растений капусты белокочанной различных сортов и гибридов при применении регуляторов роста в условиях Центрально-Черноземного региона России.

Полевые опыты проведены на участке кафедры плодоводства и овощеводства Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I.

Почва участка – чернозем выщелоченный среднесуглинистый, который характеризуется следующими показателями (для слоя почвы 0–30 см): содержание гумуса – 4,07–4,42%, содержание азота – 0,23–0,24%, фосфора – 70–78 мг/кг, калия – 102–120 мг/кг, гидролизуемого азота – 5,46–7,93 мг на 100 г почвы, сумма поглощенных оснований – 27,2–28,2 мг-экв/100г, гидролитическая кислотность – 4,0–4,1 мг-экв/100г, реакция почвенного раствора нейтральная, объемная масса – 1,03–1,13 г/см³, скважность почвы – 55–60%, влажность устойчивого завядания – 10,3–11,8%, наименьшая влагоемкость – 25,9–29,3%.

Предшественником капусты белокочанной в севообороте была вико-овсяная смесь на зеленый корм. Агротехника в опыте – принятая для посевов капусты белокочанной в Центрально-Черноземном регионе России.

Объектом исследований служили 7 сортообразцов капусты белокочанной: сорт Вьюга и гибриды Колобок F₁, Агрессор F₁, Атрия F₁, Зенон F₁, Килатон F₁, Галакси F₁, внесенные в Государственный реестр селекционных достижений, зарегистрированных в Российской Федерации и допущенных к использованию на территории ЦЧР. Все они относятся к группе позднеспелых, что значительно расширяет спектр использования их в качестве продуктов питания.

Способ выращивания – рассадный, возраст рассады – 30 дней. Схема размещения растений в поле – 70 × 50 см. Уборка осуществлялась поделочно с учетом массы кочанов и листьев розетки.

Семена обрабатывали перед посевом, замачивая их в соответствующих растворах регуляторов роста (1% раствор альбита, 0,5% раствор циркона, 0,2% раствор крезацина), расходуя на 1 кг семян 1 л раствора (или чистой воды в случае контрольного варианта).

Повторность опыта – трехкратная, размещение делянок – рендомизированное. Площадь учетной делянки – 10 м².

Определение площади листьев капусты белокочанной проводили в три срока (середина июня, июля, августа).

Сопутствующие наблюдения и учеты проводили по методикам, принятым в овощеводстве [7].

Полученные данные обработаны статистически с применением методов дисперсионного, регрессионного и корреляционного анализов.

Результаты и их обсуждение

Урожайность капусты белокочанной определяется как геномом сорта или гибрида, так и условиями, под действием которых формируется листовая поверхность растений. В процессе учета площади листовой поверхности растений капусты белокочанной выявлены особенности формирования листьев в конкретных условиях выращивания (рис. 1).

Применение регуляторов роста обусловило увеличение площади листовой поверхности растений капусты, начиная с первого учета. В середине июня максимальная площадь листьев (1,82 м²/м²) отмечена у гибрида Атрия F₁, превышение над другими гибридами составило 0,43–0,80 м²/м². При проведении 1-го учета сортообразцы объединили в три группы: первая – гибрид Атрия F₁, вторая – сорт Вьюга и гибриды Агрессор F₁ и Килатон F₁ (площадь листьев – 1,23–1,39 м²/м²), третья – гибриды Колобок F₁, Галакси F₁ и Зенон F₁ (площадь листьев – 1,02–1,09 м²/м²).

При проведении второго учета (середина июля) отмеченное ранее соотношение в формировании листовой поверхности растений капусты белокочанной по группам сохранилось. Так, максимальная площадь листьев была у гибрида Атрия F₁ (2,72 м²/м²), составы второй и третьей групп остались неизменными, но разница по площади листьев между группами изменилась: разница со второй группой увеличилась до 0,64–0,69 м²/м², а с третьей – до 1,09–1,18 м²/м².

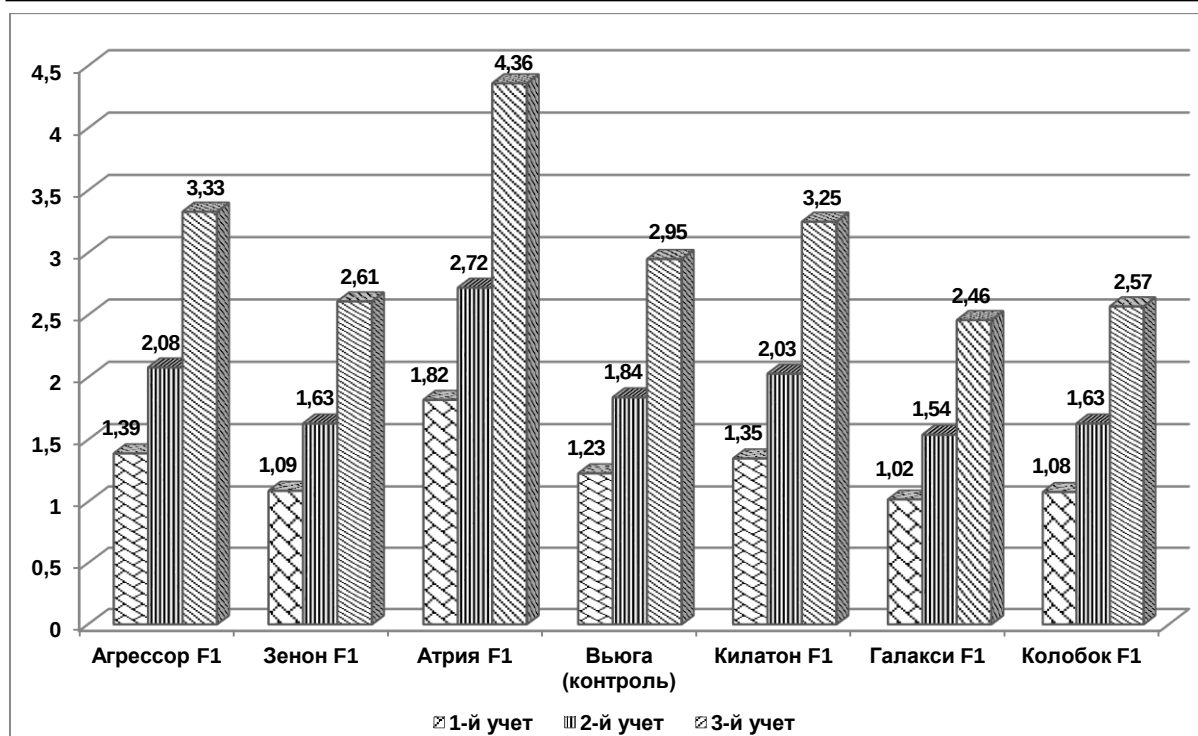


Рис. 1. Динамика площади листовой поверхности сортообразцов капусты белокочанной в среднем за 2021–2023 гг., м²/м²

Во время проведения третьего учета (середина августа) отмечен существенный прирост площади листьев у гибрида первой группы (Атрия F₁ – +1,64 м²/м²) и несколько меньший прирост у растений второй и третьей групп – соответственно 1,11–1,25 и 0,92–0,98 м²/м² (рис. 2).

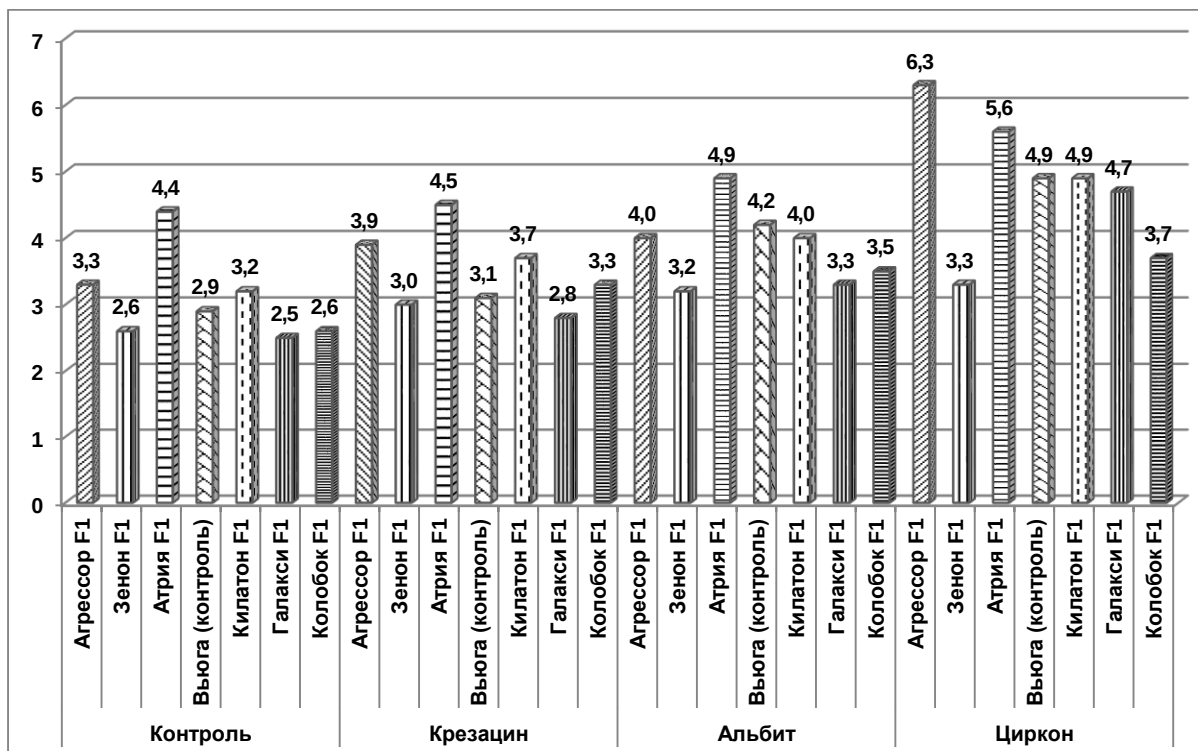


Рис. 2. Площадь листовой поверхности сортообразцов капусты белокочанной при применении регуляторов роста, третий учет, в среднем за 2021–2023 гг., м²/м²

Из данных рисунка 2 видно, что использование всех изучаемых регуляторов роста в опыте давало положительный эффект. Так, применение крезацина обусловило прирост площади листовой поверхности на $0,14\text{--}0,76\text{ м}^2/\text{м}^2$, альбита – на $0,25\text{--}0,92\text{ м}^2/\text{м}^2$, циркона – на $0,72\text{--}2,93\text{ м}^2/\text{м}^2$.

Следует отметить, что реакция сортов образцов капусты белокочанной была различной, но только в смысле силы отклика. Наименьший отклик отмечен при применении крезацина и альбита у сорта Вьюга (прибавка составила соответственно $0,14$ и $0,25\text{ м}^2/\text{м}^2$), циркона – у гибрида Зенон F₁ (прибавка – $0,72\text{ м}^2/\text{м}^2$).

Высокие урожаи овощных культур определяются не только быстрым формированием работоспособной площади листьев, но продолжительностью ее функционирования с наибольшей отдачей. Характеризуют эти процессы у овощных культур показатели фотосинтетического потенциала и чистой продуктивности фотосинтеза.

Фотосинтетический потенциал – это показатель, который определяется как сумма ежедневных характеристик площади листовой поверхности за весь вегетационный период. У исследуемых сорта и гибридов капусты белокочанной фотосинтетический потенциал в значительной степени зависел как от величины площади листовой поверхности растений, так и от применяемых регуляторов роста (рис. 3).

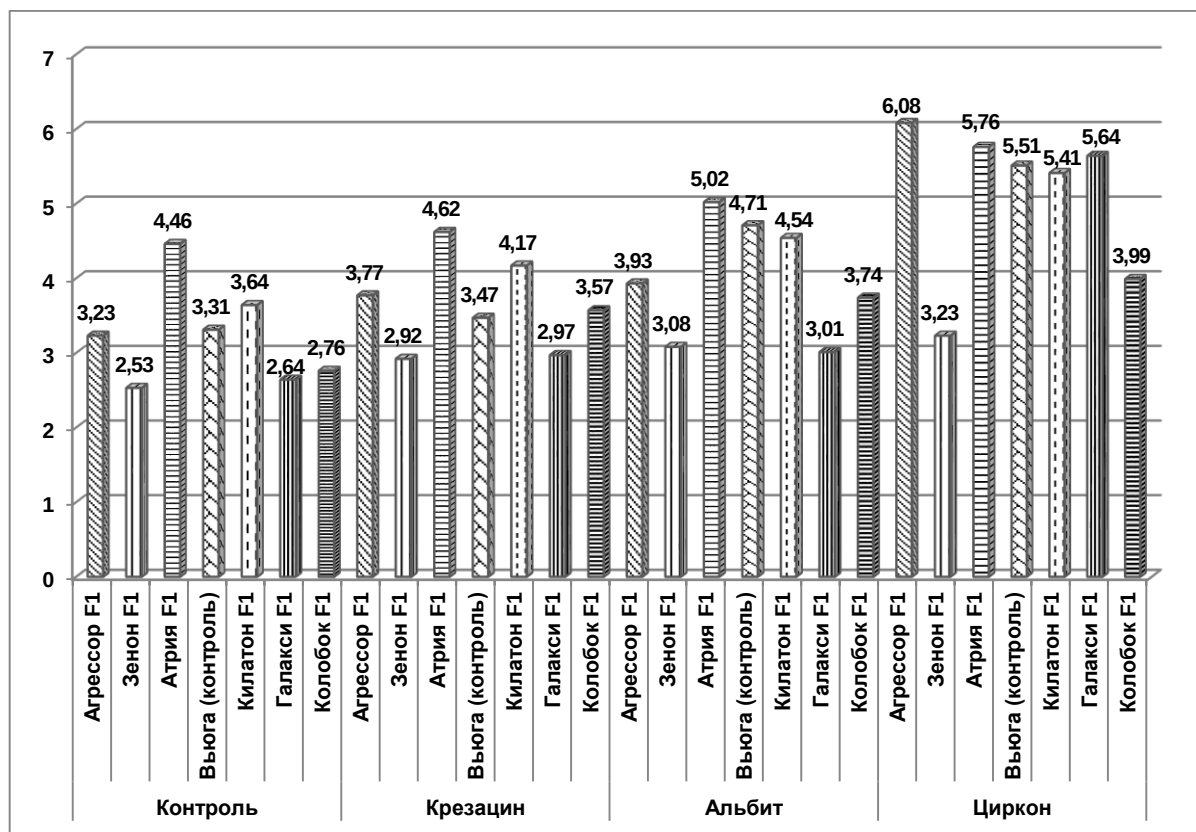


Рис. 3. Фотосинтетический потенциал за вегетационный период сортов образцов капусты белокочанной при применении регуляторов роста, тыс. м² × сут./га

Использование регуляторов роста определяло прирост фотосинтетического потенциала у растений капусты белокочанной, причем в разной степени эта закономерность проявилась по всем сортам образцам. Положительный эффект был различным и зависел от вида регулятора роста: если применение крезацина давало прибавку фотосинтетического потенциала в размере $0,16\text{--}0,81$ тыс. м² × сут./га, то применение альбита и циркона – соответственно $0,55\text{--}1,40$ и $0,70\text{--}2,85$ тыс. м² × сут./га.

Следует отметить, что реакция разных образцов была неоднозначной. Так, максимальный эффект от применения крезацина был отмечен при обработке семян капусты белокочанной гибрида Колобок F₁ – увеличение в сравнении с контролем составило 0,81 тыс. м²×сут./га, немного меньшим эффект был у гибридов Килатон F₁ и Агрессор F₁ – 0,53–0,54 тыс. м²×сут./га. Минимальный положительный эффект был отмечен при применении крезацина для обработки семян гибрида Атрия F₁ и сорта Вьюга – 0,16 тыс. м²×сут./га.

Применение альбита обусловило существенное увеличение фотосинтетического потенциала, причем самые высокие показатели отмечены при обработке семян капусты белокочанной сорта Вьюга (1,4 тыс. м²×сут./га), далее в убывающем порядке идут варианты гибридов Килатон F₁, Колобок F₁ и Галакси F₁ – соответственно 0,90, 0,98 и 0,37 тыс. м²×сут./га.

Максимальный эффект от применения регуляторов роста получен на вариантах обработки семян капусты белокочанной цирконом: самые высокие показатели повышения фотосинтетического потенциала отмечены на вариантах гибридов Агрессор F₁ и Галакси F₁ (соответственно +2,85 и +3,0 тыс. м²×сут./га), далее в убывающем порядке идут варианты сорта Вьюга (+2,2 тыс. м²×сут./га) и гибрида Атрия F₁ (+1,3 тыс. м²×сут./га).

Чистая продуктивность посевов капусты белокочанной также изменяется (как и другие показатели фотосинтетической деятельности посева) как в зависимости от генома фитоценоза, так и от применения регуляторов роста (рис. 4).

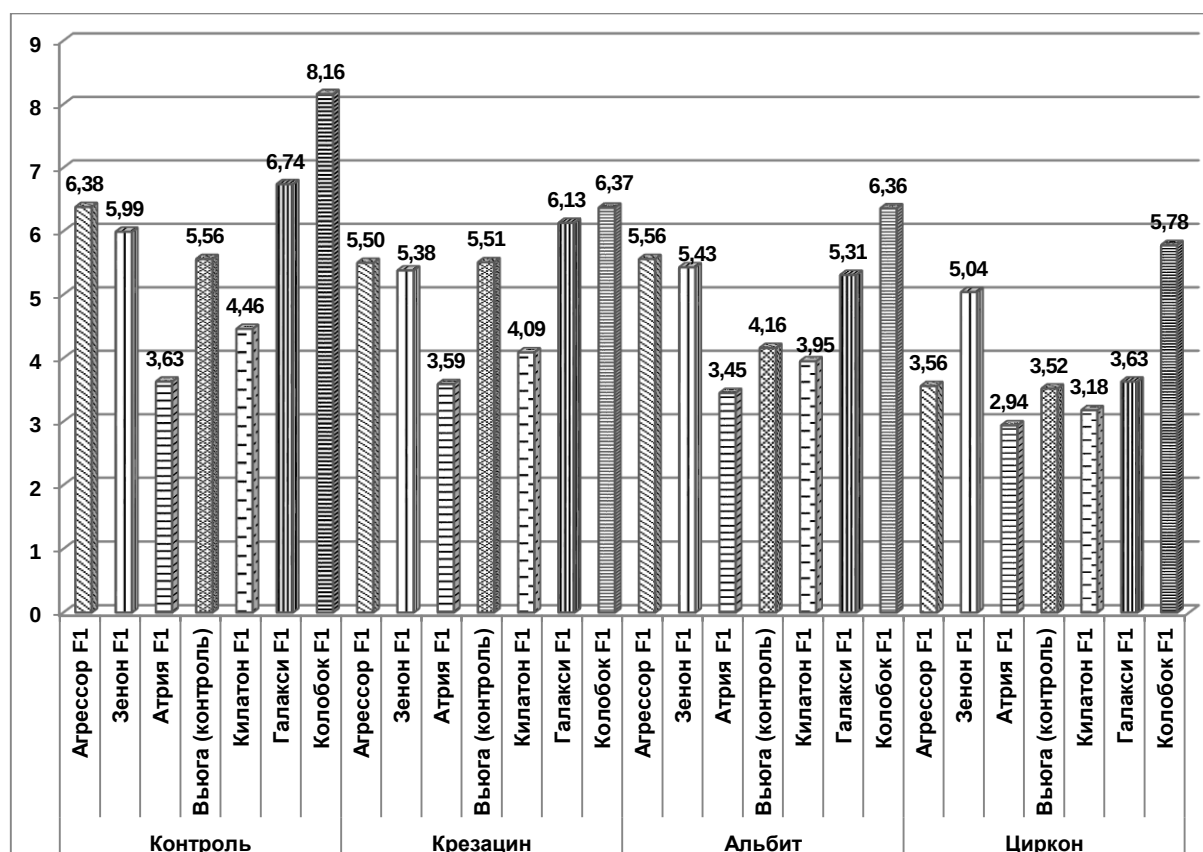


Рис. 4. Чистая продуктивность фотосинтеза за вегетационный период сортов образцов капусты белокочанной при применении регуляторов роста, г/м²×сут.

Сравнивая гибриды капусты белокочанной с контрольным вариантом, можно отметить, что наиболее эффективным было формирование чистой продуктивности фотосинтеза у растений гибрида Колобок F₁ – прибавка составила 2,60 г/м²×сут., а у рас-

тений гибридов Атрия F₁ и Килатон F₁ значения были меньше контрольного сорта – соответственно на 1,93 и 1,10 г/м²×сут. Использование всех регуляторов роста обусловило снижение данного показателя на всех вариантах. Приведенные значения говорят о том, что формирование чистой продуктивности фотосинтеза в агроценозах капусты белокочанной не носит полностью системного характера. То есть при существенном положительном воздействии на синтетические процессы формирования листовой поверхности растений происходит определенный сбой в утилитарных процессах синтеза органического вещества капусты белокочанной.

Чистая продуктивность фотосинтеза у растений капусты под воздействием разных регуляторов роста изменялась как в зависимости от сорта или гибрида, так и от вида использованного регулятора роста. Если брать в целом, то крезацин оказал меньшее отрицательное воздействие на изучаемые агроценозы по сравнению с альбитом и тем более цирконом – в среднем отмечено снижение чистой продуктивности фотосинтеза соответственно на 0,88, 0,96 и 1,84 г/м²×сут. Минимальное уменьшение показателей чистой продуктивности фотосинтеза было отмечено при обработке изучаемыми регуляторами роста семян гибрида Атрия F₁ – соответственно на 0,04, 0,18 и 0,69 г/м²×сут., а максимальное – гибрида Колобок F₁ – соответственно на 0,88, 0,96 и 1,84 г/м²×сут.

Следует отметить, что отрицательный эффект от использования регуляторов роста на капусте белокочанной, характеризуемый динамикой чистой продуктивности фотосинтеза, компенсируется активизацией общего синтеза органического вещества в агроценозе, что подтверждают данные существенного превышения площади листовой поверхности и урожайности в опытных вариантах по сравнению с контрольными, приведенные на рисунках 1–5.

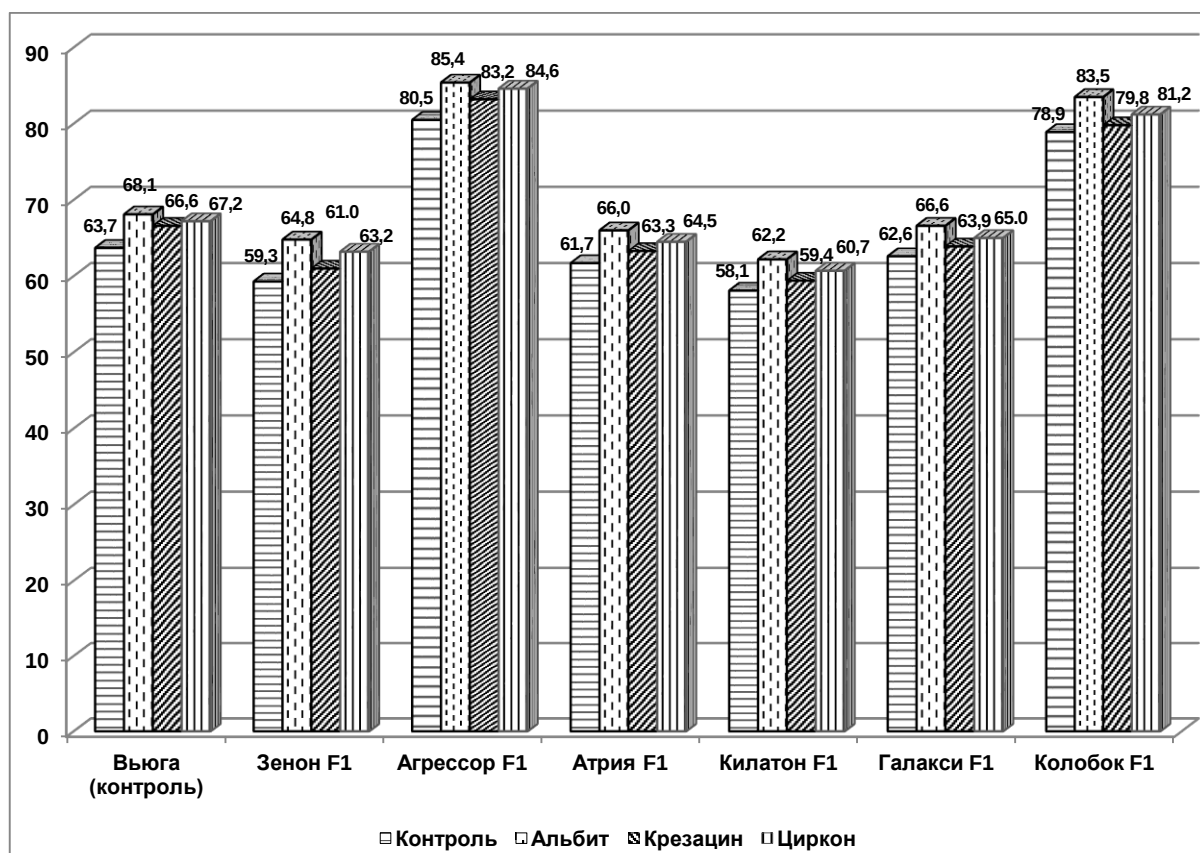


Рис. 5. Урожайность сортообразцов капусты белокочанной при применении регуляторов роста в 2021–2023 гг., т/га

Как следует из данных рисунка 5, два гибрида капусты белокочанной – Агрессор F₁ и Колобок F₁ – показали достоверное превышение урожайности над контрольным сортом: прибавка составила соответственно 16,98 и 15,20 т/га при НСР₀₅ общ = 1,73 т/га и НСР₀₅ сорта = 1,57 т/га. У остальных гибридов урожайность была ниже контрольного сорта (на 1,1–5,6 т/га). При этом все регуляторы роста в опыте обусловили достоверное превышение урожайности контрольного варианта в рамках сорта или гибрида (при НСР₀₅ регуляторы = 1,13 т/га). Лучшим среди регуляторов по воздействию на агроценозы изучаемых сорта и гибридов был альбит, за исключением сорта Вьюга и гибрида Агрессор F₁, где разница между вариантами с альбитом и цирконом не была доказана.

Расчет удельной продуктивности посевов капусты белокочанной (рис. 6) показал ее снижение при применении регуляторов роста. Исключение составил гибрид Атрия F₁, у которого динамика этого показателя не выражена. Следует отметить, что применение циркона дает сравнительно резкое уменьшение удельной продуктивности капусты белокочанной, кроме гибрида Колобок F₁, у которого этот показатель был примерно одинаковым по всем регуляторам роста. Применение альбита обусловило некоторое снижение этого показателя, но разница с контролем была существенно меньше, чем по другим регуляторам роста.

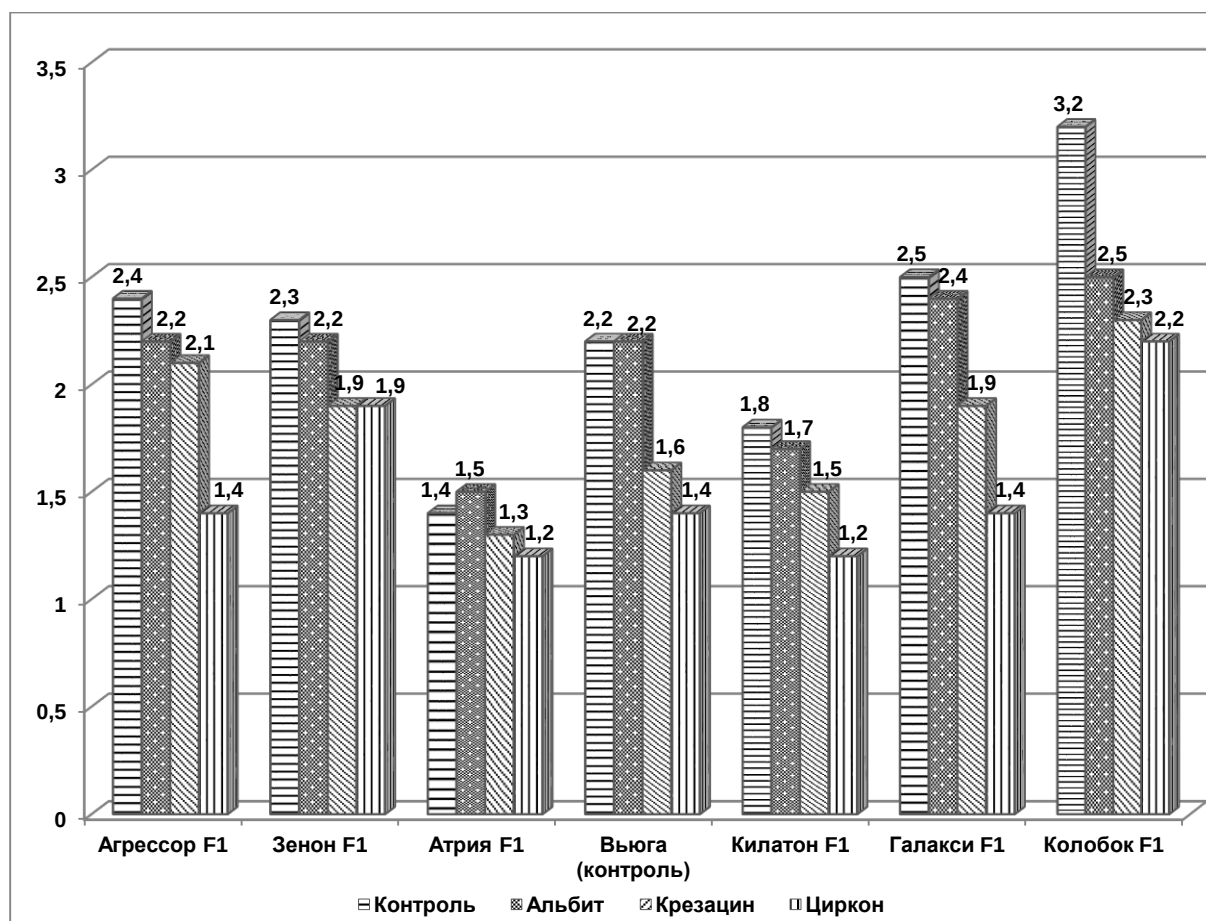


Рис. 6. Удельная продуктивность сортообразцов капусты белокочанной при применении регуляторов роста в 2021–2023 гг., кг/м²

Таким образом, динамика удельной продуктивности посевов капусты белокочанной показывает (вслед за динамикой чистой продуктивности посевов), что использование регуляторов роста на капусте белокочанной обуславливает некоторые нарушения формирования урожайности капусты белокочанной, которые при этом не имеют кардинального значения в достижении конечного результата.

Заключение

Исследования, проведенные в условиях лесостепной зоны Центрального Черноземья России, показали, что изучаемые сорт и гибриды белокочанной капусты имели сравнительно высокие показатели фотосинтетической деятельности, которые увеличиваются под действием применяемых регуляторов роста.

Лучшие показатели фотосинтетической деятельности и продуктивности капусты белокочанной были получены у растений гибридов Агрессор F₁ и Колобок F₁, площадь листовой поверхности которых к середине августа составила соответственно 3,33 и 2,57 м²/м², фотосинтетический потенциал за вегетационный период – 3,23 и 2,76 тыс. м²×сут./га, а урожайность – 80,5 и 78,9 т/га. Применение регуляторов роста обусловило увеличение этих показателей: площади листовой поверхности – до 6,3 и 3,7 м²/м², фотосинтетического потенциала – до 6,08 и 3,99 тыс. м²×сут./га, а урожайности – до 85,4 и 83,5 т/га.

Использование регуляторов роста снижало показатели чистой продуктивности фотосинтеза и удельной продуктивности посевов, но это кардинально не влияло на усиление процессов формирования урожая кочанов капусты белокочанной.

Лучшими в опыте были варианты, где для предпосевной обработки семян гибридов Агрессор F₁ и Колобок F₁ применяли альбит (0,4%), что обусловило не только усиление фотосинтетической деятельности, но и увеличение урожайности.

Список источников

1. Бондаренко А.Н., Костыренко О.В., Петров Е.Н. Эффективность использования современных ростостимулирующих препаратов при возделывании капусты белокочанной в аридной зоне Астраханской области // Аграрный научный журнал. 2021. № 10. С. 13–17. DOI: 10.28983/asj.y2021i10pp13-17.
2. Борисов В.А., Бебрис А.Р., Коломиец А.А. и др. Комплексное действие удобрений и регуляторов роста на урожайность и качество овощных культур // Картофель и овощи. 2022. № 8. С. 12–15. DOI: 10.25630/PAV.2022.77.86.001.
3. Гирфанова Ю.Р., Губейдуллина З.М., Ганиева Й.Н. Влияние стимуляторов роста на прорастание семян капусты белокочанной в условиях Ульяновской области // Актуальные проблемы агроинженерии и пути их решения: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 40-летию Белгородского ГАУ (Белгород, 19 ноября 2018 г.). Белгород: БелГАУ, 2018. С. 49–53.
4. Казахмедов Р.Э., Магомедова М.А. Перспективы применения физиологически активных соединений в виноградарстве и овощеводстве Республики Дагестан // Проблемы развития АПК региона. 2018. № 3(35). С. 30–35.
5. Ковалев Н., Широкова Е., Андрианова Л. Влияние современных удобрений и стимуляторов роста на урожайность овощных культур и некоторые биологические характеристики мелиорированных торфяных почв // Овощеводство и тепличное хозяйство. 2017. № 7. С. 25–30.
6. Константинович А.В., Курачева А.С., Бинкевич Е.Д. Совершенствование отдельных элементов технологии возделывания капусты белокочанной в условиях ЦРНЗ // Растениеводство и луговодство: сборник статей Всероссийской научной конференции с международным участием (Москва, 18–19 октября 2020 г.). Москва: ЭЙПиСиПабблишинг, 2020. С. 655–659. DOI: 10.26897/978-5-9675-1762-4-2020-145.
7. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве. Москва: ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства», 2011. 648 с.
8. Малхасян А.Б., Павлов И.Н. Влияние природных регуляторов роста на урожайность и качество белокочанной капусты // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 5(73). С. 116–119.
9. Мусаев М.Р., Магомедова А.А., Мусаева З.М. и др. Продуктивность сортов капусты белокочанной на фоне регуляторов роста в предгорной подпровинции Республики Дагестан // Проблемы развития АПК региона. 2019. № 2. С. 106–110.
10. Осипова В.В., Конощук Л.Я. Изучение влияния биопрепаратов на продуктивность капусты белокочанной (*Brassica oleracea*) в условиях криолитозоны // Вестник ИрГСХА. 2020. № 100. С. 44–51. DOI: 10.51215/1999-3765-2020-100-44-51.
11. Пронько Н.А., Шушков Ю.С., Пронько В.В. Влияние препаратов на основе гуминовых кислот на продуктивность капусты белокочанной в Саратовском Заволжье при орошении // Аграрный научный журнал. 2018. № 11. С. 21–24. DOI: 10.28983/asj.v0i11.628.
12. Тютюма Н.В., Бондаренко А.Н., Костыренко О.В. и др. Влияние ростостимулирующих препаратов на урожайность и качество сортов и гибридов капусты белокочанной // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. 2020. № 1(43). С. 25–29. DOI: 10.32935/2221-7312-2020-43-1-25-29.

13. Шаповал О.А., Можарова И.П. Ауксин и эффективность применения синтетических регуляторов роста класса ауксинов в период корнеобразования сельскохозяйственных и декоративных культур // Международный сельскохозяйственный журнал. 2021. № 6(384). С. 79–83. DOI: 10.24412/2587-6740-2021-6-79-83.
14. Шибзухов З.С., Шугушхов А.А. Эффективность применения регуляторов роста при возделывании капусты белокочанной // Овощеводство и тепличное хозяйство. 2018. № 4. С. 15–17.

References

1. Bondarenko A.N., Kostyrenko O.V., Petrov E.N. Efficiency of using modern growth-stimulating preparations in cultivating cabbage white in the Astrakhan region arid zone. *Agrarian Scientific Journal*. 2021;10:13-17. DOI: 10.28983/asj.y2021i10pp13-17. (In Russ.).
2. Borisov V.A., Bebris A.R., Kolomiets A.A. et al. The complex effect of fertilizers and growth regulators on the yield and quality of vegetable crops. *Potato and vegetables*. 2022;8:12-15. DOI: 10.25630/PAV.2022.77.86.001. (In Russ.).
3. Girfanova Yu.R., Gubeidullina Z.M., Ganieva Y.N. Effect of growth promoters on seed germination of white cabbage in the conditions of the Ulyanovsk region. In: Relevant problems of agroengineering and ways to solve them: Proceedings of the International Research-to-Practice Conference (Belgorod, November 19, 2018). Belgorod: Belgorod State Agrarian University; 2018:49-53. (In Russ.).
4. Kazahmedov R.E., Magomedova M.A. Prospects of application of physiologically active compounds in viticulture and vegetable growing of the Republic of Dagestan. *Development Problems of Regional Agro-Industrial Complex*. 2018;3(35):30-35. (In Russ.).
5. Kovalev N., Shirokova E., Andrianova L. The influence of modern fertilizers and growth stimulants on the yield of vegetable crops and some biological characteristics of reclaimed peat soils. *Vegetable growing and greenhouse farming*. 2017;7:25-30. (In Russ.).
6. Konstantinovich A.V., Kuracheva A.S., Binkevich E.D. Improvement of separate elements of the technology of cultivation of white cabbage in the conditions of the of the central region of the Non-Chernozem zone. In: Plant Growing and Meadow Cultivation: Proceedings of the All-Russian Research Conference with International Participation (Moscow, October 18-19, 2020). Moscow: APCPublishing; 2020: 655-659. DOI: 10.26897/978-5-9675-1762-4-2020-145. (In Russ.).
7. Litvinov S.S. Methodology of field experiment work in vegetable growing. Moscow: All-Russian Scientific Research Institute of Vegetable Growing Publishers; 2011. 648 p. (In Russ.).
8. Malkhasyan A.B., Pavlov I.N. Effect of natural growth regulators on white-head cabbage yields and quality. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2018;5:116-119. (In Russ.).
9. Musaev M.R., Magomedova A.A., Musaeva Z.M. et al. Productivity of varieties of white cabbage by the use of growth regulators in the piedmont subprovince of the Republic of Dagestan. *Development Problems of Regional Agro-Industrial Complex*. 2019;2:106-110. (In Russ.).
10. Osipova V.V., Konoschuk L.Ya. Study of the influence of biopreparations on the productivity of white cabbage (*Brassica oleracea*) in the conditions of cryolithozone. *Vestnik IrGSHA. East Siberian Journal of Biosciences*. 2020;100:44-51. DOI: 10.51215/1999-3765-2020-100-44-51. (In Russ.).
11. Pronko N.A., Shushkov Yu.S., Pronko V.V. The influence of humic acids based products on the productivity of white cabbage with irrigation. *Agrarian Scientific Journal*. 2018;11:21-24. DOI: 10.28983/asj.v0i11.628. (In Russ.).
12. Tyutyuma N.V., Bondarenko A.N., Kostyrenko O.V. et al. Influence of growth stimulants on yield and quality of white cabbage cultivars and hybrids. *Theoretical and applied problems of agro-industry*. 2020;1(43):25-29. DOI: 10.32935/2221-7312-2020-43-1-25-29. (In Russ.).
13. Shapoval O.A., Mozharova I.P. Auxin and the effectiveness of the use of synthetic growth regulators of the auxin class during the root formation of agricultural crops and ornamental crops. *International Agricultural Journal*. 2021;6(384):79-83. (In Russ.).
14. Shibzukhov Z.S., Shugushkhov A.A. The effectiveness of the use of growth regulators in the cultivation of white cabbage. *Vegetable growing and greenhouse farming*. 2018;4:15-17. (In Russ.).

Информация об авторе

С.Я. Мухортов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры плодоводства и овощеводства ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», muhortovtomat@mail.ru.

Information about the author

S.Ya. Mukhortov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Dept. of Fruit and Vegetable Growing, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, muhortovtomat@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 20.08.2024; одобрена после рецензирования 14.12.2024; принята к публикации 26.12.2024.

The article was submitted 20.08.2024; approved after reviewing 14.12.2024; accepted for publication 26.12.2024.

© Мухортов С.Я., 2025