

4.1.1. ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО
(СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 633.263:633.264:581.1

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2023_4_13

EDN: AGOEDT

**Фотосинтетическая деятельность посевов
фестулолиума в зависимости от сорта****Владимир Николаевич Образцов^{1✉}, Сабир Вагидович Кадыров²**^{1, 2} Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I,
Воронеж, Россия¹ ovennn@mail.ru✉

Аннотация. Фестулолиум (**Festulolium* F. Aschers. et Graebn.) – одна из самых устойчивых и продуктивных кормовых культур, в том числе в неблагоприятных условиях. Разработка и совершенствование технологии выращивания фестулолиума на семена требует изучения процессов, определяющих семенную продуктивность. Представлены результаты исследования, проведенного с целью выявления особенностей и закономерностей фотосинтетической деятельности различных сортов фестулолиума в агроэкологических условиях ЦЧР. Эксперименты выполнены на полях УНТЦ «Агротехнология» Воронежского ГАУ в лесостепной зоне Воронежской области. Объектом исследований служили 6 сортов фестулолиума второго года жизни: Аэлита, ВИК-90, Викнель, Дебют, Изумрудный, Синта. В качестве предшественника использовали вико-овсяную смесь на зеленый корм. Агротехника в опыте – общепринятая для семенных травостоев многолетних злаковых трав в ЦЧР. Отмечено, что интенсивность «работы» фотосинтетического аппарата у фестулолиума достигает пика в фазе цветения. В связи с этим и максимальные значения ЧПФ у всех сортов наблюдаются в период от колошения (выметывания) до конца цветения, а с началом созревания семян, из-за отмирания листьев и других частей растения, происходит снижение этого показателя. Выявлено, что сорт Изумрудный характеризуется высокими показателями ЧПФ во все фазы вегетации, особенно в фазы трубкования, выметывания и цветения (соответственно 3,13; 3,57 и 3,68 г/м²×сут.). Большее накопление сухого вещества у этого сорта связано с интенсивными темпами начального роста растений. Несколько меньше (3,15 г/м²×сут.) этот показатель был у сорта Синта. У остальных изучаемых сортов максимальные значения ЧПФ были в пределах 2,70–2,85 г/м²×сут. Показано, что динамика облиственности, площадь листовой поверхности, фотосинтетический потенциал и ЧПФ травостоев фестулолиума в первую очередь обусловлены сортовыми особенностями. Чистая продуктивность фотосинтеза во все фазы развития фестулолиума очень тесно коррелировала с урожаем семян ($r = 0,925-0,992$).

Ключевые слова: фестулолиум, фотосинтетическая деятельность, облиственность, площадь листьев, фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза, многолетние травы

Для цитирования: Образцов В.Н., Кадыров С.В. Фотосинтетическая деятельность посевов фестулолиума в зависимости от сорта // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16, № 4(79). С. 13–21. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_4_13-21.

4.1.1. GENERAL SOIL MANAGEMENT AND CROP SCIENCE
(AGRICULTURAL SCIENCES)

Original article

Photosynthetic activity of Festulolium crops depending on variety**Vladimir N. Obratsov^{1✉}, Sabir V. Kadyrov²**^{1, 2} Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia¹ ovennn@mail.ru✉

Abstract. Festulolium (**Festulolium* F. Aschers. et Graebn.) is one of the most stable and productive forage crops, especially in adverse conditions. The development and improvement of technology of growing Festulolium for seeds requires studying the processes that determine its seed productivity. The authors present the results of research conducted in order to identify the peculiarities and patterns of photosynthetic activity of various varieties of Festulolium in the agroecological conditions of the Central Chernozem Region. The experiments were carried out in the fields of the “Agrotechnology” Educational Research and Technological Center of Voronezh State Agrarian University in the forest-steppe zone of Voronezh Oblast. The object of research included 6 varieties of

Festulolium of the second year of vegetation, i.e. Aelita, VIC-90, Viknel, Debut, Izumrudny, and Sinta. Vetch-oat mixture for green feed was used as the preceding crop. Agricultural techniques in the experiment were conventional for seed crops of perennial grasses in the Central Chernozem Region. It is noted that the intensity of activity of photosynthetic apparatus of Festulolium reaches its peak in the flowering phase. In this regard, the maximum values of net photosynthetic productivity (NPP) in all varieties are detected in the period from earing (ear emergence) to the end of flowering, while with the beginning of seed maturation this value decreases due to the death of leaves and other parts of the plant. It is revealed that the Izumrudny variety is characterized by high NPP values in all phases of vegetation, especially in the phases of shooting, earing and flowering (3.13; 3.57 and 3.68 g/m²×day, respectively). The greater accumulation of dry matter in this variety is associated with intensive rates of initial plant growth. For the Sinta variety this value was slightly lower (3.15 g/m²×day). In other studied varieties the maximum values of NPP were in the range of 2.70-2.85 g/m²×day. It is shown that the dynamics of leaf formation, leaf surface area, photosynthetic potential and NPP of Festulolium grass stands are primarily determined by varietal characteristics. The net photosynthetic productivity in all phases of Festulolium development was very closely correlated with the seed yield ($r = 0.925-0.992$).

Key words: Festulolium, photosynthetic activity, leaf formation, leaf area, photosynthetic potential, net photosynthetic productivity, perennial grasses

For citation: Obratsov V.N., Kadyrov S.V. Photosynthetic activity of Festulolium crops depending on variety. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2023;16(4):13-21. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_4_13-21.

Введение
Фотосинтез – это ключевой процесс метаболизма растений, определяющий их рост и развитие, продуктивность и качество урожая, которые сильно подвержены влиянию стрессовых факторов. В неблагоприятных условиях окружающей среды фотосинтез зависит от вида, характера, интенсивности и продолжительности действия стресс-факторов [8]. Основными внешними факторами, оказывающими влияние на интенсивность фотосинтеза, являются: дефицит или избыток влаги, тепла и элементов минерального питания в почве и растениях; недостаточная освещенность растений вследствие засорения посевов; концентрация O₂ и CO₂ в воздухе; повреждения растений вредителями, болезнями, техникой, морозами, градом и др. К внутренним факторам относятся содержание хлорофилла в листьях, ферментная активность, поступление питательных веществ, активность фотосинтетического аппарата, развитие корневой системы, фазы развития растений и др. [5, 6].

В условиях Центрального Черноземья России многолетние травы являются одним из основных и дешевых источников получения высококачественных кормов для отрасли животноводства. В развитии многолетних трав, как и других видов сельскохозяйственных культур, существуют критические периоды, связанные с большей чувствительностью к дефициту определенного фактора жизни. В условиях действия стрессовых факторов фотосинтез угнетается, но реакция отдельных видов и даже сортов может быть разной [1, 4, 10, 11].

Фестулолиум – новая злаковая многолетняя трава, гибрид видов *Festuca* L. и *Lolium* L. Это перспективная высокоурожайная культура, которую в основном используют на культурных пастбищах для выпаса, а также для заготовки грубых кормов (сена, сенажа) как в травосмесях с бобовыми и другими злаковыми травами, так и в чистых посевах. Корма из фестулолиума отличаются высокими показателями качества благодаря обилию легкоусвояемых листовых побегов. По сравнению с другими многолетними мятликовыми травами для него характерны высокое содержание сахаров, отсутствие депрессии роста в середине лета, устойчивость к болезням и хорошая зимостойкость [2].

Фестулолиум можно успешно возделывать в регионах с прохладным влажным климатом, а также в условиях с дефицитом влаги при дополнительном орошении. Фестулолиум хорошо растет на плодородных почвах с pH от 5,5 до 7,0, его не рекомендуется использовать на плохо дренированных почвах или почвах с низким плодородием.

Фестулолиум лучше всего приспособлен к почвам с повышенным содержанием органических веществ, а его урожайность в большей степени зависит от уровня обеспеченности растений азотом [3].

Разработка и совершенствование технологии выращивания фестулолиума на семена требует изучения процессов, в наибольшей степени определяющих семенную продуктивность растений. Целью представленных исследований было установление особенностей и закономерностей фотосинтетической деятельности различных сортов фестулолиума в агроэкологических условиях Центрального Черноземья России.

Условия и методика проведения исследований

Полевые опыты проведены на полях УНТЦ «Агротехнология» Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднесуглинистый с содержанием гумуса – 4,56, подвижных форм фосфора и калия – 129 г/кг и 118 мг/кг (по Чирикову), $pH_{\text{сол}}$ – от 4,9 до 5,1, сумма поглощенных оснований – от 21,3 до 22,2 мг на 100 г почвы, степень насыщенности основаниями – 74–86%.

В качестве предшественника под фестулолиум использовали вико-овсяную смесь на зеленый корм. Агротехника в опыте – общепринятая для семенных травостоев многолетних злаковых трав в Центральном Черноземье.

Объектом исследований служили 6 сортов фестулолиума второго года жизни: Аэлита, ВИК-90, Викнель, Дебют, Изумрудный, Синта, выведенные селекционными центрами России, занесенные в Государственный реестр селекционных достижений по Российской Федерации и допущенные к возделыванию в ЦЧР.

Растения исследуемых сортов фестулолиума относятся к разным морфотипам – к райграсовому или овсяничному. Тетраплоидный сорт ВИК-90 (овсяница луговая × райграс многоукосный) по биологическим признакам относится к райграсовому морфотипу. Гексаплоидный сорт Изумрудный (овсяница тростниковая × райграс однолетний) относится к овсяничному морфотипу. Тетраплоидные сорта Дебют, Синта, Аэлита созданы в Уральском селекционном центре на основе исходного материала, полученного из лаборатории цитологии и генетики ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса [7]. По морфотипу они ближе к райграсу пастбищному. Сорт Викнель (райграс многоукосный × овсяница луговая) выведен в Ставропольском НИИ сельского хозяйства.

Норма высева семян – 8,0 кг/га, способ посева – черезрядный (30 см). Семенные посевы фестулолиума убирала комбайном Сампо-130 при влажности семян 40–45% с поделяночным учетом урожая и последующим пересчетом его на 12% влажность и 100% чистоту семян.

Опыт был заложен в четырехкратной повторности, размещение делянок – рендомизированное. Площадь учетной делянки – 20 м².

Сопутствующие учеты и наблюдения проводили по методикам, принятым в семеноводстве многолетних трав [9].

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

Результаты и их обсуждение

Одним из важных показателей качества кормов является облиственность, которая показывает отношение фитомассы листьев к общей биомассе растения. В начале вегетации облиственность растений фестулолиума была небольшой, листья были мелкие и тонкие. В период весеннего отрастания – кущения облиственность растений разных сортов фестулолиума варьировала незначительно – от 34,0 до 37,4%, что обусловлено одинаковыми стартовыми условиями для всех растений после возобновления весенней вегетации (рис. 1).

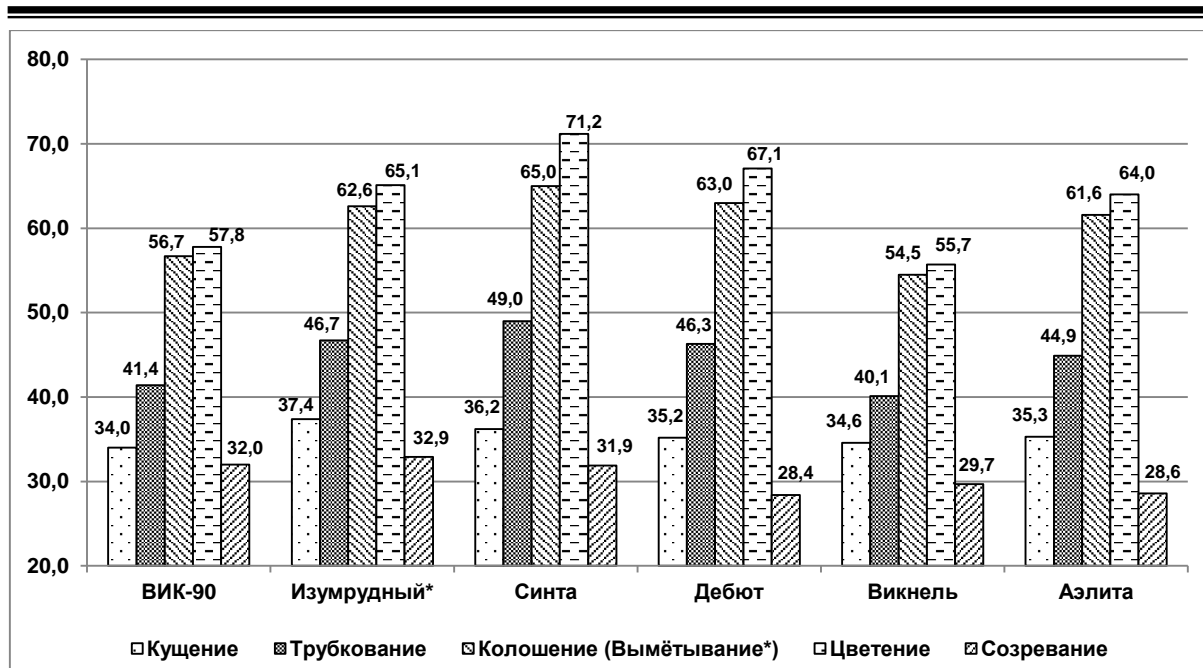


Рис. 1. Динамика облиственности растений фестулолиума по фазам развития в зависимости от сорта, %

Примечание: * – относится к сорту Изумрудный.

В последующие фазы вегетации облиственность растений у всех изучаемых сортов последовательно увеличивалась. В фазе трубкавания, когда начинается активный вегетативный рост растений, начали проявляться сортовые особенности по высоте и облиственности растений фестулолиума. В фазе трубкавания облиственность растений в зависимости от сорта составила 40,1–49,0%, что больше по сравнению с фазой кущения на 6,1–12,6%. Наиболее облиственными были растения сортов Синта (49,0%), Изумрудный (46,7%) и Дебют (46,3%). Низкая облиственность в этой фазе была у сортов Викнель (40,1%) и ВИК-90 (41,4%). Примерно такая же тенденция по облиственности сохранялась и в фазе колошения (выметывания).

Наибольшая облиственность растений у всех сортов отмечена в фазе цветения. В зависимости от сорта она варьировала от 55,7 до 71,2%. Среди исследуемых сортов наибольшая облиственность в фазе цветения во второй год жизни фестулолиума была у растений сортов Синта (71,2%), Дебют (67,1%) и Изумрудный (65,1%). Так же, как и в фазы трубкавания и колошения (выметывания), менее облиственными были растения сортов Викнель (55,7%) и ВИК-90 (57,8%). После цветения ростовые процессы фестулолиума приостанавливаются, происходит старение и отмирание листьев, и, следовательно, уменьшение доли листьев в общей биомассе растений. К фазе созревания облиственность не превышала 28,4–32,9%. Более облиственными были растения сортов Изумрудный (32,9%), ВИК-90 (32,0%) и Синта (31,9%).

Расчет линейной корреляции показал среднюю зависимость семенной продуктивности от облиственности растений фестулолиума ($r = 0,635-0,772$).

Формирование урожая в посевах – сложный динамический процесс, конечный результат которого обычно зависит как от интенсивности фотосинтеза в листьях, так и от площади ассимиляционной поверхности и ее динамики в онтогенезе. Создание оптимальной площади фотосинтезирующей поверхности – важное условие усвоения фотосинтетически активной радиации с высоким коэффициентом полезного действия. Сорта с повышенной чистой продуктивностью фотосинтеза более эффективно используют солнечную энергию, элементы питания, воду и могут формировать урожай семян при сравнительно небольшой площади листьев.

В период перехода фестулолиума к интенсивному линейному росту, т. е. уже в фазе кушения (выметывания), сформировалась довольно значительная по площади и активная листовая поверхность, при этом она варьировала от 17,8 тыс. м²/га у сорта ВИК-90 до 22,3 тыс. м²/га – у сорта Синта. Как и по облиственности растений, так и по площади листовой поверхности, уже в начале вегетации стали проявляться сортовые особенности и различия (рис. 2).

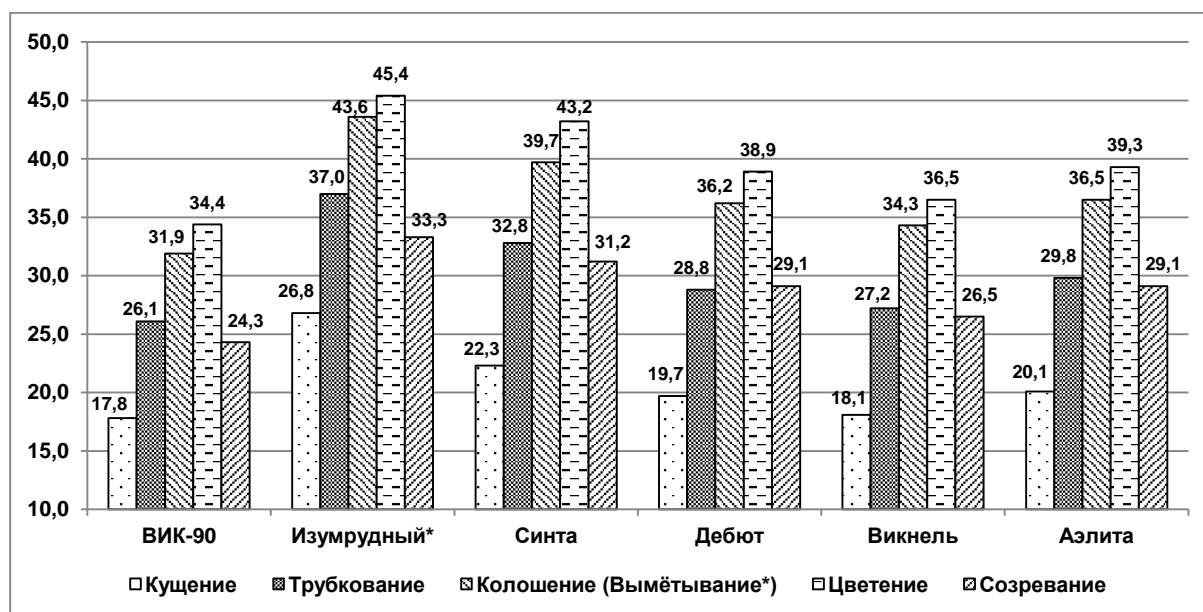


Рис. 2. Динамика площади листьев в посевах фестулолиума по фазам развития в зависимости от сорта, тыс. м²/га

Примечание: * – относится к сорту Изумрудный.

С началом активного роста растений в фазы трубкавания и колошения (выметывания) происходит интенсивное нарастание листьев. По сравнению с фазой кушения в фазе трубкавания у сорта ВИК-90 площадь листьев увеличилась на 8,3 тыс. м²/га (46,6%), в фазе колошения – на 14,1 тыс. м²/га (79,2%) и в фазе цветения – на 16,6 тыс. м²/га (93,3%), а у сорта Синта – соответственно на 10,5 тыс. м²/га (47,1%), 17,4 тыс. м²/га (78,0%) и 20,9 тыс. м²/га (93,7%). В фазе колошения (выметывания) у сортов Дебют и Аэлита площадь листьев была примерно одинаковой и составила 36,2–36,5 тыс. м²/га. По сравнению с ними у сорта Синта площадь листьев была на 3,2 тыс. м²/га, или на 8,8%, больше, а у сорта Изумрудный – на 7,1 тыс. м²/га (19,5%).

Наибольших значений площадь ассимиляционной поверхности листьев у всех сортов фестулолиума достигает в фазе цветения. В зависимости от сорта она варьировала от 34,4 до 45,4 тыс. м²/га, т. е. коэффициент вариации составил 1,32. Как и в предыдущие фазы, большей площадью листьев была у фестулолиума сорта Изумрудный (45,4 тыс. м²/га) и несколько меньшей – у сорта Синта (43,2 тыс. м²/га). Среди других меньшей площадью листьев выделяется сорт ВИК-90 (34,4 тыс. м²/га). Различия в площади листьев у сортов Дебют (38,9 тыс. м²/га), Аэлита (39,3 тыс. м²/га) и Викнель (36,5 тыс. м²/га) были несущественными.

К фазе созревания семян площадь листовой поверхности значительно уменьшалась у всех сортов. Так, по сравнению с фазой цветения она уменьшилась у сорта ВИК-90 на 10,1 тыс. м²/га (41,5%), Изумрудный – на 12,2 тыс. м²/га (36,6%), Синта – на 12,0 тыс. м²/га (38,5%), Викнель – на 10,0 тыс. м²/га (27,4%), Дебют – на 9,8 тыс. м²/га (25,2%), Аэлита – на 10,2 тыс. м²/га (25,9%). Анализ показывает, что у сортов ВИК-90, Изумрудный и Синта в фазе созревания площадь листьев уменьшается более существенно – на 36,6–41,5%.

У сортов Викнель, Аэлита и Дебют она уменьшилась на 25,2–27,4%. Несмотря на существенное уменьшение, у сортов Изумрудный и Синта площадь листьев была наибольшей (31,2–33,3 тыс. м²/га) и в этой фазе.

Во второй год жизни у изучаемых сортов фестулолиума во все фазы развития площадь листьев имела очень высокую ($r = 0,966–0,986$) корреляционную связь с урожаем семян.

Для получения высоких урожаев семян фестулолиума важно не только создание большой листовой поверхности, но и увеличение продолжительности ее функционирования с наибольшей продуктивностью. Объединяют и характеризуют эти показатели фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза.

Фотосинтетический потенциал – показатель, который характеризуется суммой ежедневных значений площади листьев как по фазам вегетации, так и за весь вегетационный период растения. Фотосинтетический потенциал сортов фестулолиума по фазам вегетации в большей степени зависел от продолжительности того или иного межфазного периода и величины площади листьев. Интенсивность увеличения фотосинтетического потенциала посевов фестулолиума нарастала постепенно, медленно в начальные фазы роста, быстрее – в период от трубкования до конца цветения (рис. 3).

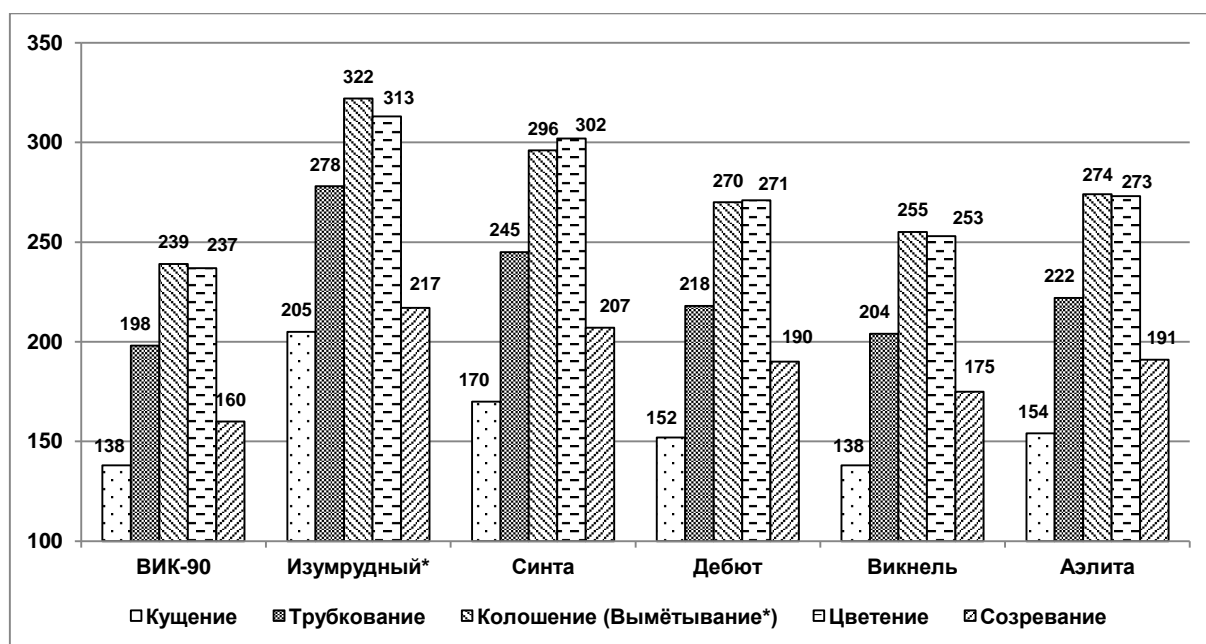


Рис. 3. Динамика фотосинтетического потенциала в посевах фестулолиума по фазам развития в зависимости от сорта, тыс. м²×сут./га

Примечание: * – относится к сорту Изумрудный.

Большие значения фотосинтетического потенциала отмечены в периоды трубкования – колошения (выметывания) – цветения в связи с длительностью фаз и нарастанием листовой поверхности. Во все периоды роста наибольшим фотосинтетическим потенциалом выделялся сорт Изумрудный, несколько меньшим он был у сорта Синта. В итоге больший фотосинтетический потенциал за вегетацию (1336 тыс. м²×сут./га) сформировали растения сорта Изумрудный, а фотосинтетический потенциал растений сорта Синта (1221 тыс. м²×сут./га) незначительно (на 115 тыс. м²×сут./га, или на 9,4%) уступал ему. Остальные сорта имели практически одинаковые значения этого показателя за вегетацию – от 972 до 1113 тыс. м²×сут./га, что было меньше, чем у сорта Изумрудный на 223–364 тыс. м²×сут./га и на 108–249 тыс. м²×сут./га, чем у сорта Синта.

Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) характеризует накопление общей сухой фитомассы посевов. Чистая продуктивность фотосинтеза посевов фестулолиума, как и другие показатели фотосинтетической деятельности, изменяется в процессе роста растений, постепенно увеличиваясь от фазы кущения до фазы цветения (рис. 4).

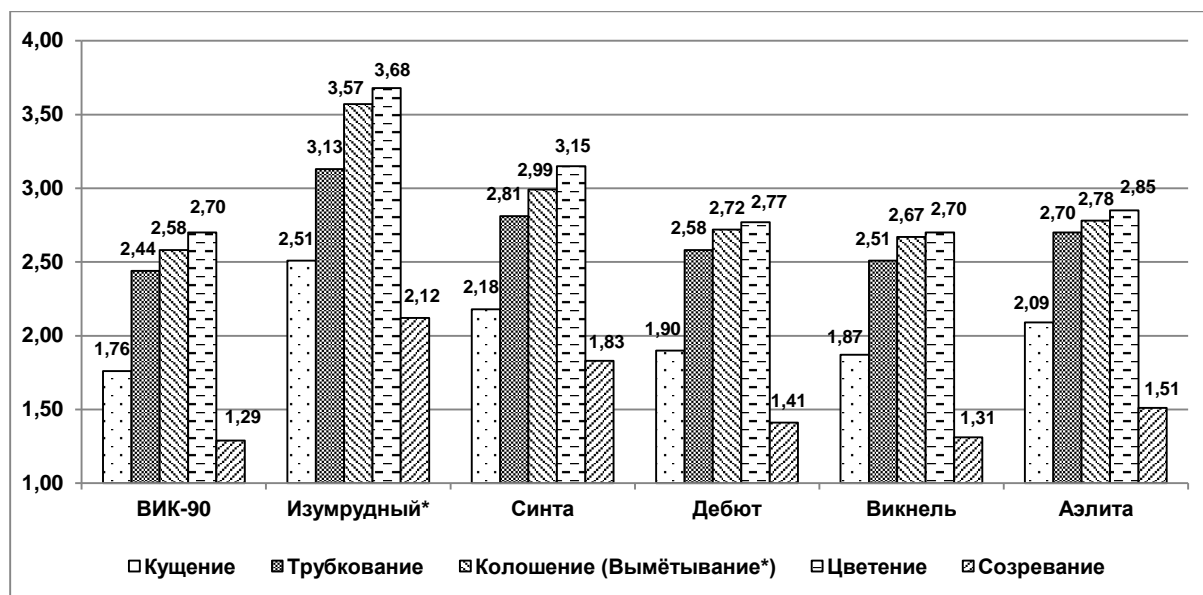


Рис. 4. Динамика чистой продуктивности фотосинтеза в посевах фестулолиума по фазам развития в зависимости от сорта, г/м² × сут.

Примечание: * – относится к сорту Изумрудный.

В фазе кущения чистая продуктивность фотосинтеза в зависимости от сорта варьировала от 1,76 г/м² × сут. (сорт ВИК-90) до 2,51 г/м² × сут. (сорт Изумрудный). У всех сортов от фазы трубкавания до конца цветения происходит накопление сухого вещества, и в этот период ЧПФ достигает своих максимальных значений. В фазе трубкавания наибольшие значения ЧПФ были у сорта Изумрудный (3,13 г/м² × сут.), а у сортов Синта (2,81 г/м² × сут.), Аэлита (2,70 г/м² × сут.), Дебют (2,58 г/м² × сут.) и Викнель (2,51 г/м² × сут.) они были примерно одинаковыми. В фазе колошения (выметывания) ЧПФ у всех сортов увеличилась на 0,12–0,44 г/м² × сут. по сравнению с фазой кущения. Динамика роста и величина ЧПФ в фазы трубкавания, колошения (выметывания) и цветения у сортов Дебют, Викнель и Аэлита была практически одинаковой. Так, у сорта Дебют ЧПФ в указанные фазы составила 2,58; 2,72 и 2,77 г/м² × сут., у сорта Викнель – 2,51; 2,67 и 2,70 г/м² × сут., а у сорта Аэлита – соответственно 2,70; 2,78 и 2,85 г/м² × сут.

Интенсивность «работы» фотосинтетического аппарата у фестулолиума достигает пика в фазе цветения. В связи с этим и максимальная величина ЧПФ у всех сортов наблюдается в период от колошения (выметывания) до конца цветения, а с началом созревания семян, из-за отмирания листьев и других частей растения, происходит снижение значения этого показателя.

Сорт Изумрудный характеризуется высокими показателями чистой продуктивности фотосинтеза во все фазы вегетации, особенно в фазы трубкавания, выметывания и цветения (3,13; 3,57 и 3,68 г/м² × сут.). Больше накопление сухого вещества у этого сорта связано с интенсивными темпами начального роста растений. Несколько меньше (3,15 г/м² × сут.) этот показатель был у сорта Синта. У остальных изучаемых сортов максимальная чистая продуктивность фотосинтеза была в пределах 2,70–2,85 г/м² × сут.

Чистая продуктивность фотосинтеза во все фазы развития фестулолиума тесно коррелировала с урожаем семян – $r = 0,925-0,992$.

Заключение

Исследования, проведенные в агроклиматических условиях лесостепи Центрального Черноземья России, показали, что изучаемые сорта фестулолиума имели достаточно высокие показатели фотосинтетической деятельности. В период от весеннего отрастания до цветения значения изучаемых показателей возрастают. В период созревания семян, вследствие отмирания листьев и увеличения в общей биомассе доли генеративных побегов и семян, происходит снижение значений этих показателей.

Лучшие показатели фотосинтетической деятельности фестулолиума были отмечены у растений сорта Изумрудный, площадь листовой поверхности которых в фазе цветения достигала 45,4 тыс. м²/га, фотосинтетический потенциал за весь вегетационный период составлял 1336 тыс. м²×сут./га, а чистая продуктивность фотосинтеза – 2,51–3,68 г/м²×сут. Сорт Синта выделялся высокой облиственностью растений (71,2%), большей площадью листьев (43,2 тыс. м²/га), хорошими показателями фотосинтетического потенциала (1221 тыс. м²×сут./га) и ЧПФ (2,18–3,15 г/м²×сут.). Сорта Аэлита и Дебют также имели достаточно высокие показатели фотосинтетической деятельности посевов.

Список источников

1. Анатолян А.А., Хуснидинов Ш.К. Фотосинтетическая деятельность многолетних кормовых культур в совместных посевах в условиях Предбайкалья // Вестник ИРГСХА. 2019. № 90. С. 7–15.
2. Галиуллин А.А., Калиничев Е.А., Мударисов Ф.А. и др. Фотосинтетическая деятельность посевов фестулолиума при обработке семян микроэлементными удобрениями и биопрепаратами // Нива Поволжья. 2022. № 4(64). С. 1014. DOI: 10.36461/NP.2022.64.4.019.
3. Галиуллин А.А., Калиничев Е.А. Семенная продуктивность фестулолиума в зависимости от приемов возделывания в лесостепи Среднего Поволжья // Нива Поволжья. 2022. № 1(61). С. 1008. DOI: 10.36461/NP.2022.61.1.018.
4. Гребенников В.Г., Шипилов И.А., Хонина О.В. Фотосинтетическая деятельность и агроэнергетическая эффективность выращивания многолетних трав при разных режимах использования травостоя // Аграрный вестник Урала. 2020. № 7(198). С. 2–11.
5. Кадыров С.В., Федотов В.А. Технологии программированных урожаев в ЦЧР: справочник. Воронеж: ФГУП Издательско-полиграфическая фирма «Воронеж». 2005. 544 с.
6. Каюмов М.К. Программирование продуктивности полевых культур: справочник. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Росагропромиздат, 1989. 368 с.
7. Лукиных Г.Л. Отдаленная гибридизация в селекции многолетних злаковых трав // Вестник КрасГАУ. 2007. № 2. С. 86–94.
8. Ничипорович А.А. Фотосинтез и вопросы повышения урожайности растений // Вестник сельскохозяйственной науки. 1966. № 2. С. 1–12.
9. Смургин М.А., Михайличенко Б.П., Переправо Н.И. Методические указания по проведению исследований в семеноводстве многолетних трав. Москва: ВНИИ кормов, 1986. 136 с.
10. Терлецкая Н.Ф., Антонюк А.С., Сорока А.В. и др. Фотосинтетический потенциал растений костреца безостого в одновидовых и бинарных посевах // Земледелие и селекция в Беларуси. 2022. № 58. С. 238–243.
11. Эседуллаев С.Т. Фотосинтетическая деятельность смешанных посевов трав, их продуктивность и влияние на плодородие дерново-подзолистой почвы в условиях Верхневолжья // Адаптивное кормопроизводство. 2021. № 1. С. 33–45. DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2021-1-33-45.

References

1. Anatolyan A.A., Khusnidinov Sh.K. Fotosinteticheskaya deyatel'nost' mnogoletnikh kormovykh kul'tur v sovmestnykh posevakh v usloviyakh Predbaykalia [Photosynthetic activity of perennial forage cultures in joint crops under conditions of Cis-Baikalia]. *Vestnik IrGSKhA = Vestnik of IrGSHA*. 2019;90:7-15. (In Russ.).
2. Galiullin A.A., Kalinichev E.A., Mudarisov F.A. et al. Fotosinteticheskaya deyatel'nost' posevov festuloliuma pri obrabotke semyan mikroelementnymi udobreniyami i biopreparatami [Photosynthetic activity of Festulolium crops when treating seeds with microelement fertilizers and biopreparations]. *Niva Povolzhia = Volga Region Farmland*. 2022;4(64):1014. DOI: 10.36461/NP.2022.64.4.019. (In Russ.).
3. Galiullin A.A., Kalinichev E.A. Semennaya produktivnost' festuloliuma v zavisimosti ot priemov vozdeleyvaniya v lesostepi Srednego Povolzhia [Seed productivity of Festulolium depending on cultivation methods in the forest-steppe of the Middle Volga region]. *Niva Povolzhia = Volga Region Farmland*. 2022;1(61):1008. DOI: 10.36461/NP.2022.61.1.018. (In Russ.).
4. Grebennikov V.G., Shipilov I.A., Khonina O.V. Fotosinteticheskaya deyatel'nost' i agroenergeticheskaya effektivnost' vyrashchivaniya mnogoletnikh trav pri raznykh rezhimakh ispolzovaniya travostoya [Photosynthetic activity and agroenergetic efficiency of growing perennial grasses under different regimes of grass use]. *Agrarnyy vestnik Urala = Agrarian Bulletin of the Urals*. 2020;7(198):2-11. (In Russ.).
5. Kadyrov S.V., Fedotov V.A. Tekhnologii programmirovannykh urozhaev v TsChR: spravochnik [Technologies for programmed harvests in the Central Chernozem Region: Manual]. Voronezh: Federal State Unitary Enterprise Publishing and Printing Company "Voronezh"; 2005. 544 p. (In Russ.).
6. Kayumov M.K. Programmirovaniye produktivnosti polevykh kultur: spravochnik [Field crop productivity programming: Manual]. Moscow: Rosagropromizdat; 1989. 368 p. (In Russ.).
7. Lukinykh G.L. Otdalennaya gibridizatsiya v selektsii mnogoletnikh zlakovykh trav [Distant hybridization in the breeding of perennial cereal grasses]. *Vestnik KrasGAU = Bulletin of KrasGAU*. 2007;2:86-94. (In Russ.).
8. Nichiporovich A.A. Fotosintez i voprosy povysheniya urozhaynosti rasteniy [Photosynthesis and issues of increasing plant productivity]. *Vestnik sel'skokhozyajstvennoy nauki = Bulletin of Agricultural Science*. 1966;2:1-12. (In Russ.).
9. Smurygin M.A., Mikhaylichenko B.P., Perepravo N.I. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu issledovaniy v semenovodstve mnogoletnikh trav [Guidelines for conducting research in seed production of perennial grasses]. Moscow: All-Russian Research Institute of Forage Production Press; 1986. 136 p. (In Russ.).
10. Terletskaya N.F., Antonyuk A.S., Soroka A.V. et al. Fotosinteticheskij potentsial rasteniy kostretsa bezostogo v odnovidovykh i binarnykh posevakh [Photosynthetic potential of awnless brome plants in single-species and binary crops]. *Zemledelie i selektsiya v Belarusi = Agriculture and Selection in Belarus*. 2022; 58:238-243. (In Russ.).
11. Esedullaev S.T. Fotosinteticheskaya deyatel'nost' smeshannykh posevov trav, ikh produktivnost' i vliyanie na plodorodie dernovo-podzolistoy pochvy v usloviyakh Verkhnevolzhiya [Photosynthetic activity of mixed seeding of grasses, their productivity and influence on fertility of soddy-podzolyc soil in the conditions of the Upper Volga]. *Adaptivnoye kormoproizvodstvo = Adaptive Fodder Production*. 2021;1:33-45. DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2021-1-33-45. (In Russ.).

Информация об авторах

В.Н. Образцов – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, зав. кафедрой земледелия, растениеводства и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», ovennn@mail.ru.

С.В. Кадыров – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия, растениеводства и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», ksabir@yandex.ru.

Information about the authors

V.N. Obraztsov, Doctor of Agricultural Sciences, Docent, Head of the Dept. of Soil Management, Crop Science and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great; ovennn@mail.ru.

S.V. Kadyrov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Dept. of Soil Management, Crop Science and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, ksabir@yandex.ru.

Статья поступила в редакцию 06.09.2023; одобрена после рецензирования 10.10.2023; принята к публикации 20.10.2023.

The article was submitted 06.09.2023; approved after reviewing 10.10.2023; accepted for publication 20.10.2023.

© Образцов В.Н., Кадыров С.В., 2023