

УДК 633.11. [631.524.85]

СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ ПИГМЕНТОВ ФОТОСИНТЕЗА В ЛИСТЬЯХ ПРОРОСТКОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

© 2018 А.В. Калинина, С.В. Лящева

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока», г. Саратов

Статья поступила в редакцию 06.07.2018

В статье представлены результаты оценки пигментов фотосинтеза некоторых сортов озимой мягкой пшеницы саратовской селекции. Исследования проводились на базе лаборатории селекции и семеноводства озимой пшеницы Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока». Установлены особенности в содержании пигментов различных групп (хлорофиллов а и b, каротиноидов), как и соотношения между ними в листьях пшеницы. В ходе проведенного исследования выявлены сортовые различия тестируемого параметра как между сортами, относящимися к разным разновидностям озимой мягкой пшеницы (лютесценс, гостианум), так и между сортами одной разновидности (лютесценс). Определены сорта с высокой потенциальной фотохимической активностью. Все исследованные сорта саратовской селекции имеют высокую степень устойчивости к неблагоприятным факторам.

Ключевые слова: хлорофилл, каротиноиды, лист, пшеница, потенциальная фотохимическая активность.

Фотосинтезу пшеницы, как важнейшей сельскохозяйственной культуре, уделяется большое внимание. Содержание пигментов фотосинтеза в их ассимилирующих органах является одним из основных показателей потенциальной продуктивности растений [1]. Имея сведения о содержании хлорофиллов, можно оценить потенциальную фотохимическую активность листьев пшеницы, прогнозировать продуктивность посевов, установить необходимость дополнительного применения удобрений и т. д. [2].

Соотношение содержания хлорофиллов к содержанию пигментов группы каротиноидов можно использовать как показатель устойчивости к внешним неблагоприятным факторам [3]. Количество пигментов фотосинтеза в листьях пшеницы, являясь наследуемым сортовым признаком, зависит от их возрастного состояния и фазы развития растения [2]. Для различных сортов озимой мягкой пшеницы саратовской селекции систематических исследований по определению содержания пигментов фотосинтеза в листьях побега не проводилось.

В связи с этим целью исследования являлось проведение анализа по качественному составу и количественному содержанию пигментов фотосинтеза в листьях проростков озимой мягкой пшеницы различных сортов, а также изучение соотношений между различными группами пигментов.

Калинина Алла Владимировна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой пшеницы.

E-mail: Kalininaal@mail.ru

Лящева Светлана Витальевна, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая селекционным центром.

E-mail: lyaschevasveta@yandex.ru

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве объекта изучения выбраны 9 сортов озимой мягкой пшеницы, входящих в Биогенетическую коллекцию ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока» и один сортообразец конкурсного сортоиспытания КСИ 20 (Саратовская 90 × Украина). Исследования проводились на проростках растений.

Для определения содержания пигментов фотосинтеза (хлорофиллов а и b, каротиноидов) использовали среднюю часть пластинок листьев массой 0,07–0,08 г (n = 3–4), тщательно растирали в фарфоровой ступке с небольшим количеством 100% ацетона (2–3 мл), мела и чистого кварцевого песка [2]. После настаивания в течение 2–3 мин. экстракт переносили на стеклянный фильтр № 3 и фильтровали в колбу Бунзена, соединенную с вакуумным насосом KNF–UN 035.3 TTP (США). Экстракцию пигментов повторяли на фильтре 3–4 раза небольшими порциями чистого растворителя до полного извлечения пигментов. Концентрацию пигментов рассчитывали по уравнениям, составленным на основании экспериментально полученных с помощью спектрофотометра HEWLET PACKARD (США) удельных коэффициентов поглощения для 100% ацетона [4]:

$$C_{\text{хл.а}} = 9,784 \times E_{662} - 0,990 \times E_{644}, \quad (1)$$

$$C_{\text{хл.б}} = 21,426 \times E_{644} - 4,650 \times E_{662}, \quad (2)$$

$$C_{\text{хл.а+хл.б}} = 5,134 \times E_{662} + 20,436 \times E_{644}, \quad (3)$$

$$C_{\text{кар}} = 4,695 \times E_{440,5} - 0,268 (C_{\text{хл.а}} + C_{\text{хл.б}}). \quad (4)$$

Установив концентрацию пигмента в вытяжке, определяли его содержание в исследуемом материале с учетом объема вытяжки и веса пробы:

$$A = C \times V / P \times 1000, \quad (5)$$

где C – концентрация пигментов, мг/л; V – объем вытяжки пигментов в мл; P – навеска растительного материала в г; A – содержание пигмента в растительном материале, мг/г сырого веса.

Статистическую обработку результатов исследований проводили с использованием пакета программы Excel Windows 2007.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На первом этапе исследования проводили анализ по качественному составу и количественному содержанию пигментов фотосинтеза в листьях проростков озимой мягкой пшеницы различных сортов. Исследуемые сорта расположены на рисунках по срокам создания.

Как видно из представленных результатов, по содержанию хлорофилла a исследуемые сорта распределились на две группы (рис. 1).

К первой группе можно отнести сорта Лютесценс 230, Саратовская 17, Калач, Жемчужина Поволжья, Губерния и Анастасия с содержанием пигмента более 1 мг/г сырого веса. При этом максимальное содержание хлорофилла a отмечалось в листьях проростков сорта Губерния (1,3 мг/г). Ко второй группе, с содержанием хлорофилла a менее 1 мг/г сырого веса, можно отнести оставшиеся три сорта и сортообразец КСИ 20 с минимальным содержанием данного пигмента в листьях проростков (0,87 мг/г).

Несколько иная тенденция наблюдалась при количественном определении содержания хлорофилла b в листьях проростков исследуемых сортов озимой мягкой пшеницы (рис.2). Для



Рис. 1. Содержание хлорофилла a в листьях проростков озимой мягкой пшеницы

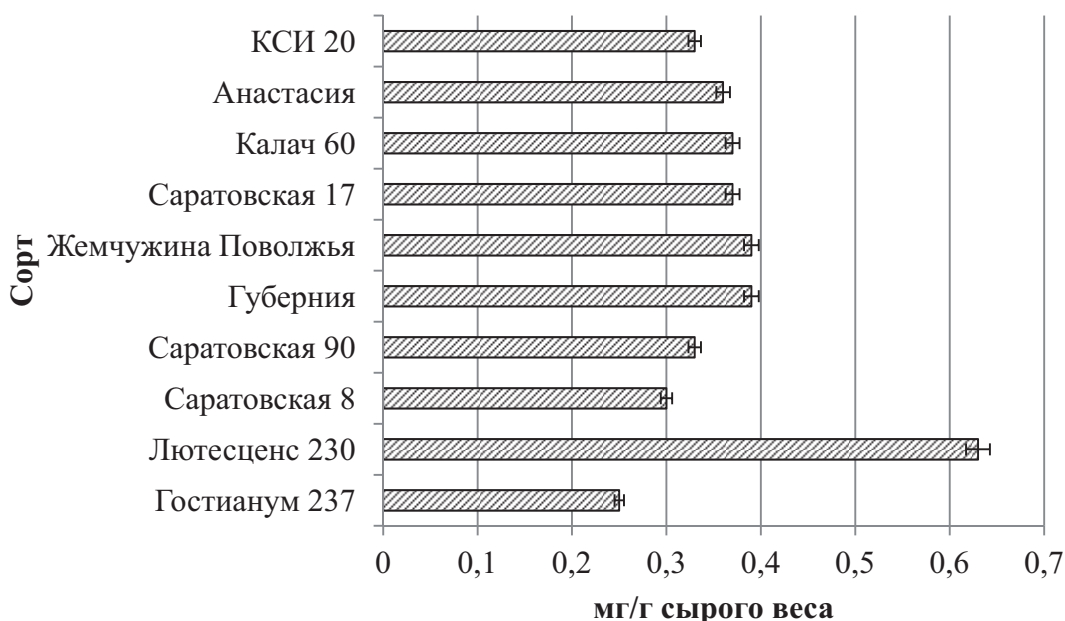


Рис. 2. Содержание хлорофилла b в листьях проростков озимой мягкой пшеницы

основной группы сортов и сортообразца КСИ 20 диапазон содержания данного пигмента составил от 0,30 мг/г сырого веса в листьях проростков сорта Саратовская 8 до 0,39 мг/г в листьях сортов Жемчужина Поволжья и Губерния. Максимальное и минимальное количество хлорофилла *b* содержали листья сортов Лютесценс 230 и Гостианум 237 (0,63 мг/г и 0,25 мг/г соответственно).

Таким образом, содержание хлорофиллов *a* и *b* в листьях проростков озимой мягкой пшеницы саратовской селекции индивидуально для каждого сорта, т.е. имеет сортоспецифичность.

Исходя из полученных данных, по содержанию хлорофиллов *a* и *b* в пластинках листьев в ходе дальнейших исследований было рассчитано соотношение между ними (рис. 3).

Из представленных результатов видно, что максимальное значение данного критерия принадлежало проросткам сорта Гостианум 237, а именно 3,56. Минимальное соотношение хлорофиллов отмечалось в листьях проростков сорта Лютесценс 230 (1,95). У проростков сортообразца КСИ 20, сортов Саратовская 90 и Саратовская 17 значение данного критерия приближалось к 3 (2,64; 2,94 и 2,97 соответственно). У проростков сортов Калач 60, Саратовская 8, Анастасия, Жемчужина Поволжья и Губерния значение данного критерия превышало 3 (3,08; 3,17; 3,19; 3,26 и 3,33 соответственно).

Как свидетельствуют литературные источники, соотношение между хлорофиллами может характеризовать потенциальную фотохимическую активность, при этом нормальное соотношение хлорофилла *a* к хлорофиллу *b* составляет

3:1 [3]. Следовательно, сорта Калач 60, Саратовская 8, Анастасия, Жемчужина Поволжья, Губерния и Гостианум 237 обладают высокой потенциальной фотохимической активностью.

На следующем этапе исследования анализировали содержание каротиноидов в листьях проростков озимой мягкой пшеницы (рис. 4).

Как видно из результатов исследования, максимальное содержание каротиноидов отмечалось для проростков сорта Лютесценс 230 (0,42 мг/г), минимальное – для проростков сортообразца КСИ 20 (0,25 мг/г). Для остальных сортов содержание данных пигментов составило: 0,26 (Саратовская 90), 0,27 (Гостианум 237 и Саратовская 8), 0,31 (Саратовская 17), 0,33 (Калач 60), 0,34 (Анастасия), 0,37 (Жемчужина Поволжья) и 0,4 (Губерния).

Таким образом, содержание каротиноидов, как и хлорофиллов в листьях проростков озимой мягкой пшеницы саратовской селекции также имеет межсортные различия.

На заключительном этапе исследования было проанализировано соотношение содержания хлорофиллов обеих групп к содержанию пигментов группы каротиноидов (рис.5).

Как видно из представленных результатов, диапазон значений соотношения содержания хлорофиллов к каротиноидам составил от 4,2 для сорта Гостианум 237 до 5,0 для сорта Саратовская 90. Для сортообразца КСИ 20 данный критерий составил 4,8; для сортов Саратовская 17 – 4,7; Саратовская 8 и Калач 60 – 4,6; Жемчужина Поволжья – 4,5; Лютесценс 230 и Анастасия – 4,4; Губерния – 4,2.

Соотношение содержания хлорофиллов

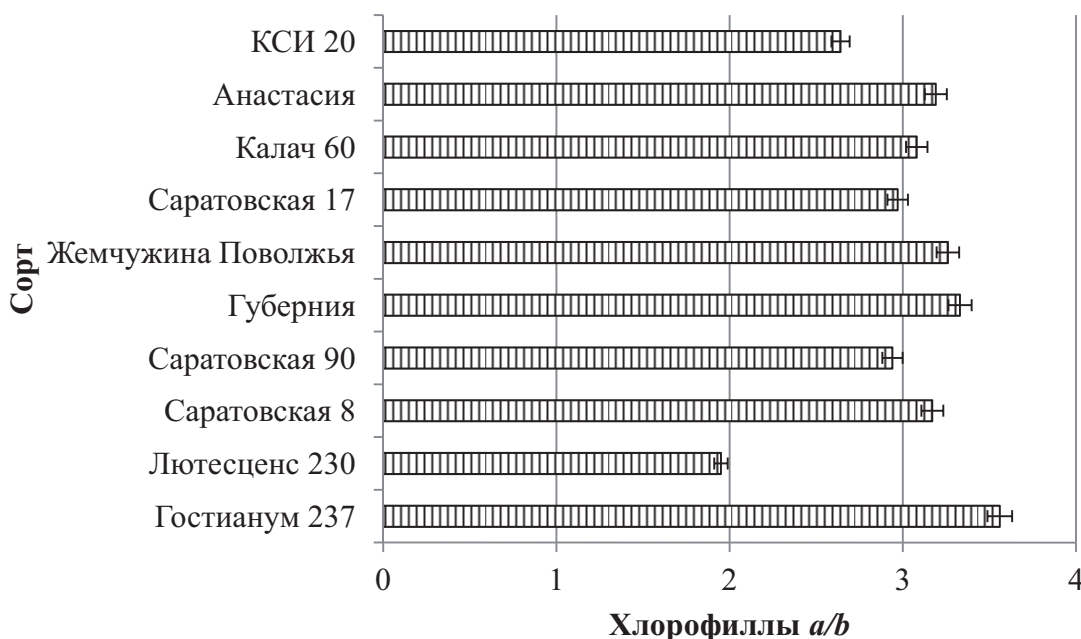


Рис. 3. Соотношение хлорофиллов *a/b* в пластинках листьев проростков озимой мягкой пшеницы

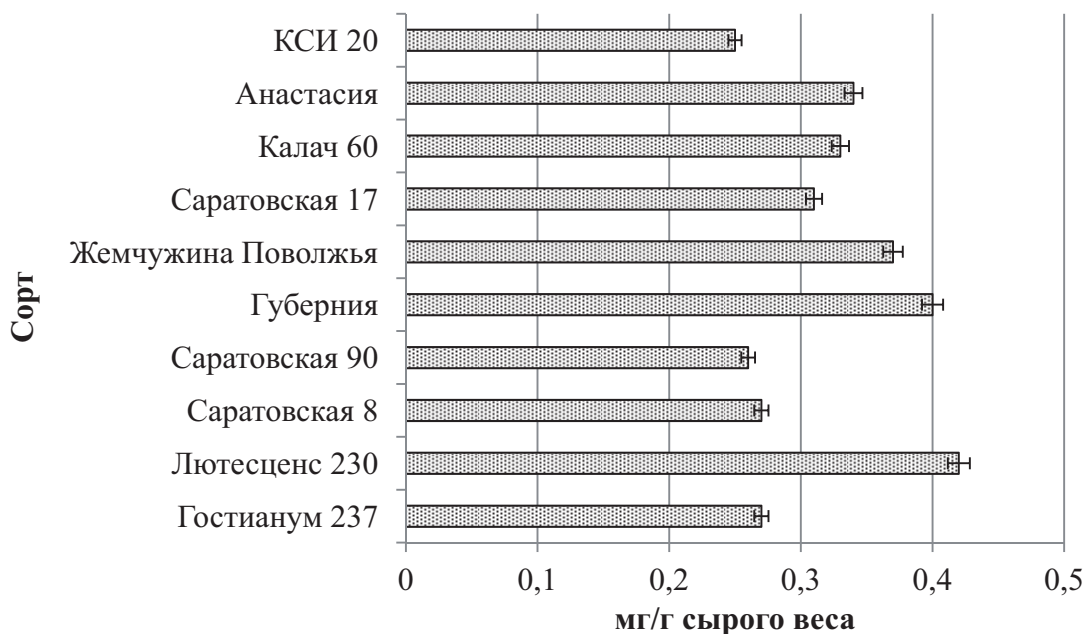


Рис. 4. Содержание каротиноидов в листьях проростков озимой мягкой пшеницы



Рис. 5. Соотношение содержания хлорофиллов к каротиноидам в листьях проростков озимой мягкой пшеницы

к каротиноидам является показателем устойчивости к внешним неблагоприятным факторам, в том числе показателем засухоустойчивости, а также показателем экологической пластичности растений. Каротиноидов в хлоропластах обычно в три раза меньше, чем хлорофиллов (отношение хлорофиллов к каротиноидам равно 3) [5]. Следовательно, все исследованные сорта саратовской селекции имеют высокую степень устойчивости к неблагоприятным факторам. Это подтверждают и проведенные нами ранее исследования по выявлению устойчивости проростков озимой мягкой пшеницы к ос-

мотическому стрессу и низким положительным температурам [6, 7, 8].

ВЫВОДЫ

Проведен анализ по качественному составу и количественному содержанию пигментов фотосинтеза в листьях проростков озимой мягкой пшеницы. Содержание хлорофиллов *a* и *b*, как и каротиноидов в листьях проростков озимой мягкой пшеницы саратовской селекции индивидуально для каждого сорта, т.е. имеет межсортовые различия.

Изучено соотношение между различными группами пигментов. По соотношению хлорофилла *a* к хлорофиллу *b* сорта Калач 60, Саратовская 8, Анастасия, Жемчужина Поволжья, Губерния и Гостианум 237 обладают высокой потенциальной фотохимической активностью.

По соотношению содержания хлорофиллов обеих групп к содержанию пигментов группы каротиноидов все исследованные сорта саратовской селекции имеют высокую степень устойчивости к неблагоприятным факторам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тарчевский И.А., Андрианова Ю.Е. Содержание пигментов как показатель мощности развития фотосинтетического аппарата у пшеницы. Физиология растений. М.: Наука, 1980. Т. 27. вып. 2. С. 341–348
2. Даштоян Ю.В. Состав и содержание пигментов фотосинтеза в пластинке листьев пшеницы // Бюллетень Ботанического сада Саратовского государственного университета. 2012. вып. 10. С. 224–233.
3. Лебедева Т.С., Сытник К.М. Пигменты растительного мира. Киев: Наук. Думка, 1986. 83 с
4. Гавриленко В. Ф., Жигалова Т. В. Большой практикум по фотосинтезу. М.: Изд. центр «Академия», 2003. 256 с.
5. Якушкина Н.И. Физиология растений: Учеб. пособие для студентов. М.: Просвещение, 1980. 303 с.
6. Калинина А.В. Влияние растворов осмотиков на рост зародышевых корней проростков озимой мягкой пшеницы // Вавиловские чтения - 2016: сборник работ. Саратов: СГАУ. 2016. С. 107–108.
7. Оценка холодостойкости проростков озимой мягкой пшеницы по степени восстановления скорости роста корня / А.В. Калинина, С.В. Лящева, А.Д. Заворотина, Н.Ю. Ларионова // Зерновое хозяйство России. 2017. № 3. С. 11–14.
8. Влияние внешних факторов на рост зародышевых корней проростков озимой мягкой пшеницы / А.В. Калинина, С.В. Лящева, А.Д. Заворотина, Н.Ю. Ларионова // Аграрный вестник Юго-Востока. Всероссийский научно-практический журнал. 2017. № 1 (16). С. 21–23.

STRUCTURE AND THE MAINTENANCE OF PIGMENTS OF PHOTOSYNTHESIS IN LEAVES OF SPROUTS OF WINTER SOFT WHEAT

© 2018 A.V. Kalinina, S.V. Lyashcheva

Federal State Budget Scientific Institution «Research Institute of Agriculture of the South-East», Saratov

The results of the estimation of photosynthetic pigments of some varieties of winter soft wheat of Saratov breeding are presented in the article. The research was carried out on the basis of the Laboratory of Selection and Seed Growing of Winter Wheat of the Federal State Budget Scientific Institution “Scientific Research Institute of Agriculture of the South-East”. The peculiarities in the content of pigments of different groups (chlorophylls *a* and *b*, carotenoids) are revealed, as well as the relationships between them in the leaves of wheat. In the course of the study, differences were found in the test parameter between varieties of different types of winter soft wheat (*lutescens*, *gosteonum*) and between varieties of the same species (*lutescens*). Varieties with high potential photochemical activity were determined. All studied varieties of Saratov breeding have a high degree of resistance to unfavorable factors.

Keywords: chlorophyll, carotenoid, leaf, wheat, potential photochemical activity.

Alla Kalinina, Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher of the Laboratory of Selection and Seed Growing of Winter Wheat. E-mail: Kalininaal@mail.ru
Svetlana Lyashcheva, Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Breeding Center. E-mail: lyaschevasveta@yandex.ru