

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 581.144

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ СОДЕРЖАНИЕ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ В УЗЛАХ ПОБЕГА *TRITICUM AESTIVUM* L.

Э. Г. Хачатуров, В. В. Коробко

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского
Россия, 410012, Саратов, ул. Астраханская, 83
E-mail: v.v.korobko@mail.ru

Поступила в редакцию 04.03.2019 г., принята 25.03.2019 г.

Объектом исследования служили растения мягкой пшеницы *Triticum aestivum* L. сорта Саратовская 29. Представлены сведения о количественном содержании пигментов фотосинтеза (хлорофиллов и каротиноидов) в узлах верхних вегетативных метамеров побега яровой мягкой пшеницы. Содержание пигментов определяли спектрофотометрическим методом. Установлено, что в период цветения растений содержание фотосинтезирующих пигментов максимально и составляет в тканях седьмого узла 4.79 мг/г, шестого – 9.39 мг/г. При этом соотношение хлорофиллов *a* и хлорофилла *b* в тканях шестого узла составило 0.76, а седьмого – 1.82. Количественное содержание каротиноидов в момент цветения растений в тканях седьмого узла в 1.7 раз выше, чем в тканях шестого. Выявлено изменение содержания фотосинтезирующих пигментов в тканях узлов побега пшеницы до цветения, в период цветения, формирования эндосперма и зародыша зерновки. Сравнительный анализ динамики содержания пигментов показал, что в период формирования эндосперма и зародыша соотношение хлорофиллов *a/b* составляет 1.9 – 2.9 в тканях шестого узла, 1.2 – 1.8 в тканях седьмого узла. Установлено, что количественное соотношение каротиноидов и зеленых пигментов максимально в фазе восковой спелости зерновки.

Ключевые слова: стеблевые узлы, мягкая пшеница, хлорофилл, каротиноиды, пигменты.

DOI: 10.18500/1682-1637-2019-1-65-72

В решении одной из актуальных задач физиологии растений – поиске путей согласования интенсивности фотосинтеза и продуктивности – большие надежды возлагаются на выяснение вклада различных вегетативных органов в фотосинтез целого растения (Чиков, 1997; Даштоян и др., 2008). Исследования показали, что у некоторых растений в определенные периоды фотосинтез нелистовых органов может превышать вклад фотосинтеза листьев. Кроме того, установлено, что фотосинтез нелистовых органов менее подавляется в условиях засухи (Амелин, 2001). С целью выявления регуляторных механизмов взаимодействия, оценки между донором и акцептором, установления характера их взаимодействия проводят экспериментальную работу, включающую изменение соотношения между донорами и акцепторами ассимилятов. Целый ряд работ посвящен изменению суммарной площади листовой поверхности и интенсивности освещения листьев (Киризий, 2003).

Настоящая работа является частью исследования структурно-функциональной организации узла побега однодольных растений.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проведены в 2018 году на кафедре микробиологии и физиологии Саратовского национального исследовательского государственного университета им. Н. Г. Чернышевского. Объектом исследования служили растения яровой мягкой пшеницы *Triticum aestivum* L. сорта Саратовская 29. Этот сорт получен в НИИСХ Юго-Востока методом сложной ступенчатой гибридизации от скрещивания сортов гибридного происхождения Альбидум-24 и Лютесценс-55/11.

Проведено количественное измерение фотосинтетических пигментов в узлах верхних метамеров побега спектрофотометрическим методом (Коробко, Касаткин, 2017). Измерение проводилось в тканях собственно стеблевого узла и листовой подушки, окружающей узел. Отбор первой пробы произведен за неделю до цветения, последующие пробы брали с недельным интервалом. Результаты исследований подвергались статистической обработке в табличном процессоре Excel пакета MS Office 2010.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Установлено, что количественное содержание фотосинтезирующих пигментов в узлах верхних метамеров достигает наибольших зна-

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ СОДЕРЖАНИЕ ПИГМЕНТОВ

чений в момент цветения растений (рис. 1, 2): содержание зеленых пигментов в тканях шестого узла составило 9.39 мг/г, седьмого – 4.79 мг/г. Дальнейшее развитие зерновки сопровождается уменьшением количественного содержания хлорофиллов в тканях изученных узлов. Содержание каротиноидов в тканях шестого узла в период проведения эксперимента варьирует от 0.29 до 0.49 мг/г, достигая максимального значения в момент цветения. В седьмом узле содержание каротиноидов в момент цветения составляет 0.81 мг/г, по мере развития эндосперма и зародыша снижается до 0.24 – 0.52 мг/г.

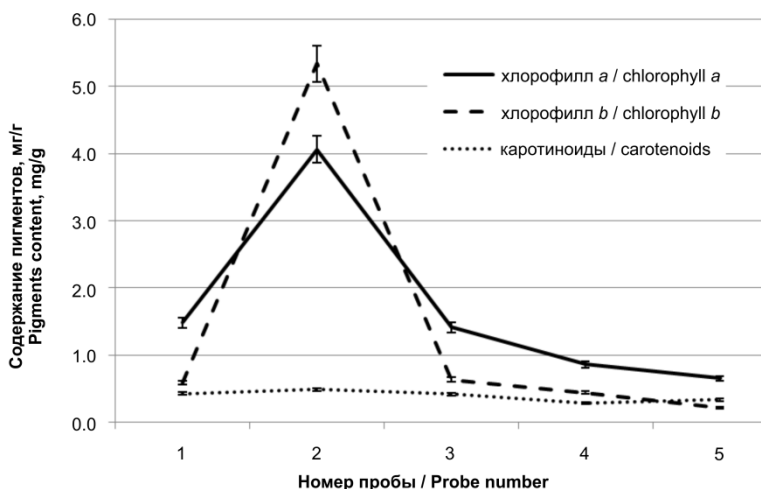


Рис. 1. Количественное содержание пигментов в тканях шестого узла побега *Triticum aestivum* сорта Саратовская 29: 1 – неделя до цветения; 2 – цветение; 3 – 4 – фаза молочной пелости зерновки; 5 – фаза восковой спелости зерновки.
Fig. 1. The quantitative content of pigments in the tissues of the sixth node of the shoot *Triticum aestivum* variety Saratovskaya 29: 1 – week before flowering; 2 – flowering; 3 – 4 – phase of milky ripeness; 5 – phase of wax ripeness.

При изучении пигментного состава тканей растительных объектов не-обходимо учитывать не только количественное содержание различных пигментов, но и соотношения различных форм хлорофилла и каротиноидов в пигментном комплексе (Коробко, Шевлягина, 1917).

Различные соотношения фотосинтетических пигментов приводят к изменению активности фотосинтетического аппарата, скорости накопления ассимилятов, что, в конечном итоге, отражается на росте и продуктивности растений (Тарчевский, Андрианов, 1980).

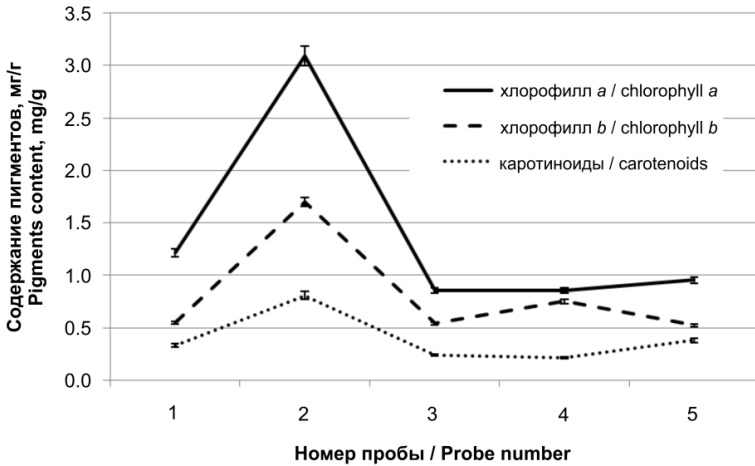


Рис. 2. Количественное содержание пигментов в тканях седьмого узла побега *Triticum aestivum* сорта Саратовская 29: 1 – неделя до цветения; 2 – цветение; 3 – 4 – фаза молочной пелости зерновки; 5 – фаза восковой спелости зерновки.
Fig. 2. The quantitative content of pigments in the tissues of the seventh node of the shoot *Triticum aestivum* variety Saratovskaya 29: 1 – week before flowering; 2 – flowering; 3 – 4 – phase of milky ripeness; 5 – phase of wax ripeness.

Сравнительный анализ количественного и качественного состава зеленых пигментов в тканях шестого и седьмого узлов показал существенные отличия. В период цветения содержание хлорофилла *b* в тканях шестого узла составляет 56.8% от общего количества зеленых пигментов; в фазе восковой спелости снижается до 25% от общего количества хлорофиллов. Количественное содержание хлорофилла *b* в тканях седьмого узла в момент цветения составляет 1.7 мг/г или 35.4% от общего количества зеленых пигментов, по мере формирования зерновки снижается до 0.75 – 0.52 мг/г.

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ СОДЕРЖАНИЕ ПИГМЕНТОВ

Из литературных данных известно, что повышение доли хлорофилла *b* в фотосинтезирующих тканях свидетельствует о повышении их светособирающей способности в области дальнего красного света (Ivanov et al., 2013). Следовательно, соотношение хлорофиллов *a* и *b* определяет адаптационную способность к изменениям освещенности, позволяя скоординировать распределение ресурсов для достижения и поддержания оптимальных скоростей фотосинтеза.

Экспериментальные данные показали, что количественное соотношение хлорофиллов *a* и *b* в шестом узле с момента цветения постепенно увеличивается от 0.76 до 2.94; в седьмом – за неделю до цветения составляет 2.2, затем постепенно снижается до 1.14 и возрастает в фазе восковой спелости, когда происходит окончательное формирование зародыша, до 1.82.

Одним из показателей активности фотосинтетического аппарата является относительное содержание каротиноидов и хлорофиллов (Мокроносков и др., 2006). В период цветения соотношение каротиноидов и зеленых пигментов в тканях шестого узла снижается в два раза, в процессе формирования эндосперма и зародыша возрастает, достигая 0.38. В тканях седьмого узла с начала эксперимента наблюдается снижение соотношения каротиноиды/хлорофиллы с 0.19 до 1.13, тогда как в фазу восковой спелости данный показатель составляет 0.26 – 0.28.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Фотосинтетическая активность различных частей растений обусловлена характером их донорно-акцепторных отношений. В определенные периоды между отдельными потребляющими органами возникает конкуренция за получение ассимилятов. С формированием генеративных структур физиологические процессы переориентируются, прежде всего, на их обеспечение.

В период цветения содержание фотосинтезирующих пигментов в тканях узлов верхних междоузлий максимально. При этом соотношение хлорофиллов *a/b* в тканях шестого узла составило 0.76, а седьмого – 1.82. Сравнительный анализ динамики содержания пигментов показал, что после завершения цветения, в период формирования эндосперма и зародыша соотношение хлорофиллов *a/b* составляет 1.9 – 2.9 в тканях шестого узла, 1.2 – 1.8 в тканях седьмого узла. Количественное содержание каротиноидов в момент цветения растений в тканях седьмого уз-

ла в 1.7 раз превышает аналогичное значение в ниже расположенном узле. Отмечено, что количественное соотношение каротиноидов и зеленых пигментов максимально в фазе восковой спелости зерновки.

Выявленные особенности количественного и качественного содержания пигментов в узлах верхних междоузлий побега, динамика изменения содержания фотосинтезирующих пигментов и их соотношения в тканях узлов в период подготовки растения к цветению, формирования эндосперма и зародыша зерновки, обусловлены положением этих структур в системе донорно-акцепторных связей целого растения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Амелин А. В. Фотовосстановительная активность хлорофиллсодержащих органов и вклад их в фотосистему растения у примитивных форм и современных сортов гороха // Вестник Башкирского университета. 2001. № 2 (I). С. 6 – 8.

Даштова Ю. В., Меринова Н. В., Степанов С. А. Метамерная изменчивость состава и содержания пигментов фотосинтеза листьев пшеницы // Вестник Саратовского государственного аграрного университета. 2008. № 2. С. 24 – 25.

Кириций Д. А. Влияние дефолиации и затенения на фотосинтез и продуктивность в системе донорно-акцепторных отношений растительного организма // Физиология и биохимия культурных растений. 2003. Т. 35, № 2. С. 95 – 107.

Коробко В. В., Касаткин М. Ю. Физиология растений: большой практикум. Саратов: Изд-во «Саратовский источник», 2017. 120 с.

Коробко В. В., Шевлягина О. Ф. Влияние температуры культивирования проростков твердой пшеницы на содержание фотосинтезирующих пигментов // Вавиловские чтения – 2017: сб. ст. междунар. науч.-практ. конф., посвященной 130-й годовщине со дня рождения академика Н. И. Вавилова. Саратов, Изд-во Саратов. гос. аграр. ун-та, ООО «Амирит», 2017. С. 207 – 210.

Тарчевский И. А., Андрианова Ю. Е. Содержание пигментов как показатель мощности развития фотосинтетического аппарата у пшеницы // Физиология растений. 1980. Т. 27, № 2. С. 341 – 348.

Чиков В. И. Связь фотосинтеза с продуктивностью растений // Соросовский образовательный журнал. 1997. № 12. С. 23 – 27.

Ivanov L. A., Ivanova L. A., Ronzhina D. A., Yudina P. K. Changes in the chlorophyll and carotenoid contents in the leaves of steppe plants along a latitudinal gradient in South Ural // Russian Journal of Plant Physiology. 2013. V. 60, № 6. P. 812 – 820.

Образец для цитирования:

Хачатуров Э. Г., Коробко В. В. Количественное содержание фотосинтетических пигментов в узлах побега *Triticum aestivum* L. // Бюл. Бот. сада Саратов. гос. ун-та. 2019. Т. 17, вып. 1. С. 65 – 72. DOI: 10.18500/1682-1637-2019-1-65-72.

**THE QUANTITATIVE CONTENT
OF PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS IN THE NODES
OF THE SHOOT *TRITICUM AESTIVUM* L.**

E. G. Hachaturov, V. V. Korobko

*N. G. Chernyshevsky Saratov State University
83 Astrakhanskaya Str., Saratov 410012, Russia
E-mail: v.v.korobko@mail.ru*

Received 4 March 2019, Accepted 25 March 2019

The object of the study was seedlings of spring soft wheat *Triticum aestivum* L. of the Saratovskaya 29 variety. Information is presented on the quantitative content of photosynthesis pigments (chlorophylls and carotenoids) in the nodes of the upper vegetative metamers of spring soft wheat. The content of pigments was determined by the spectrophotometric method. It was established that in the period of flowering of plants the content of photosynthetic pigments is maximum and amounts to 4.79 mg/g in the tissues of the seventh node, and sixth – 9.39 mg/g. The ratio of chlorophylls a and chlorophyll b in the tissues of the sixth node was 0.76, and the seventh was 1.82. The quantitative content of carotenoids at the time of flowering of plants in the tissues of the seventh node is 1.7 times higher than in the tissues of the sixth. A change in the content of photosynthesizing pigments in the tissues of the wheat shoot nodes before flowering, during the flowering period, the formation of the endosperm and the germ of the weevil has been revealed. A comparative analysis of the dynamics of the pigment content showed that during the period of formation of the endosperm and the embryo, the ratio of chlorophylls a/b is 1.9 – 2.9 in the tissues of the sixth node, 1.2 – 1.8 in the tissues of the seventh node. It was established that the quantitative ratio of carotenoids and chlorophylls is maximal in the phase of wax ripeness.

Key words: stem nodes, soft wheat, chlorophyll, carotenoids, pigments.

DOI: 10.18500/1682-1637-2019-1-65-72

REFERENCES

- Amelin A. V. Photoreductive activity of chlorophyll-containing organs and their contribution to the plant photosystem in primitive forms and modern pea varieties. *Bulletin of Bashkir University*, 2001, vol. 2 (I), pp. 6 – 8. (in Russian).
- Dashtoyan Yu. V., Merinova N. V., Stepanov S. A. Metameric variability of the composition and content of wheat leaf photosynthesis pigments. *Bulletin of Saratov State Agrarian University*, 2008, vol. 2, pp. 24 – 25. (in Russian).

Kyrizyi D. A. Influence of defoliation and shading on photosynthesis and productivity in the system of donor-acceptor relations of the plant organism. *Physiology and Biochemistry of Cultivated Plant*, 2003, vol. 35, iss. 2, pp. 95 – 107. (in Russian).

Korobko V. V., Kasatkin M. Yu. *Plant Physiology: a large workshop*. Saratov: Izdatel'stvo "Saratovskiy istochnik", 2017. 120 p. (in Russian).

Korobko V. V., Shevlyagina O. F. The influence of the temperature of cultivation of durum wheat seedlings on the content of photosynthetic pigments. In: *Vavilov Readings – 2017: collection of scientific articles*. Saratov: Izdatel'stvo Saratovskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta, Amirit Press, 2017. pp. 207 – 210. (in Russian).

Tarchevsky I. A., Andrianova Yu. E. Pigment content as an indicator of the power of development of the photosynthetic apparatus in wheat. *Russian Journal of Plant Physiology*, 1980, vol. 27, iss. 2, pp. 341 – 348. (in Russian).

Chikov V. I. The relationship of photosynthesis with plant productivity. *Soros Educational Journal*, 1997, vol. 12, pp. 23 – 27. (in Russian).

Ivanov L. A., Ivanova L. A., Ronzhina D. A., Yudina P. K. Changes in the chlorophyll and carotenoid contents in the leaves of steppe plants along a latitudinal gradient in South Ural. *Russian Journal of Plant Physiology*, 2013, vol. 60, iss. 6, pp. 812 – 820.

Cite this article as:

Hachaturov E. G., Korobko V. V. The quantitative content of photosynthetic pigments in the nodes of the shoot *Triticum aestivum* L. *Bulletin of Botanic Garden of Saratov State University*, 2019, vol. 17, iss. 1, pp. 65 – 72. (in Russian).

DOI: 10.18500/1682-1637-2019-1-65-72.