

## СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ БИОЛОГИЯ

УДК 581.144

### ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА РАЗВИТИЕ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА ПРОРОСТКОВ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ

**В. В. Коробко, О. Ф. Шевлягина, С. А. Степанов**

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

Поступила в редакцию 25.09.2017 г.

**Влияние температуры на развитие фотосинтетического аппарата проростков твердой пшеницы.** – Коробко В. В., Шевлягина О. Ф., Степанов С. А. – Объектом исследования служили проростки 18 сортов яровой твердой пшеницы *Triticum durum L.* Культивирование осуществлялось при температуре  $15 \pm 1$  °С и  $20 \pm 2$  °С. Для изучения влияния температурного фактора на развитие фотосинтетического аппарата проростков использовали следующие показатели: длину пластинки и влагалища первого листа, количественное содержание пигментов (хлорофиллов *a* и *b*, каротиноидов), соотношение пигментов (хлорофиллов *a* и *b*, хлорофиллов и каротиноидов) в пластинке первого листа проростка. На основании исследования влияния температурного фактора на количественное содержание пигментов в пластинке первого листа проростков установлено, что реакция сортов твердой яровой пшеницы на изменение температурного режима культивирования является сортоспецифичной. Выделены сорта, для которых характерно более высокое содержание хлорофиллов при температуре культивирования  $15 \pm 1$  °С – Луч 25, Краснокутка 12, Аннушка, Харьковская 23, Елизаветинская, Валентина, Гордеиформе 432, Саратовская 57, Крассар, Оренбургская 10, Николаша. Установлено, что температура  $20 \pm 2$  °С способствует увеличению соотношения хлорофиллов *a/b* у проростков сортов Краснокутка 12, Памяти Чеховича, Оренбургская 10, Аннушка, Кубанка, Алейская, Николаша, Луч 25. У других исследованных сортов в данных условиях соотношение зеленых пигментов снижается. Выявлено, что температура  $15 \pm 1$  °С оказывает положительный эффект на содержание каротиноидов в пластинке первого

## ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА РАЗВИТИЕ ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ

листа сортов Лилёк, Луч 25, ND 600, Памяти Чеховича, Безенчукская 210, Крассар. Температура  $15 \pm 1$  °C являлась более благоприятной для роста и пластинки, и влагалища первого листа проростков сортов Краснокутка 12, НИК, Николаша, Оренбургская 10, Памяти Чеховича, НИК. Для роста первого листа остальных изученных нами сортов более благоприятной оказалась температура  $20 \pm 2$  °C.

**Ключевые слова:** пшеница, рост, развитие, хлорофиллы, каротиноиды.

**Influence of temperature on development of the photosynthetic device of sprouts of firm wheat. – Korobko V. V., Shevlyagina O. F., Stepanov S. A. –** As object of research sprouts of 18 grades of summer wheat *Triticum durum* L. served. Cultivation it was carried out at temperature  $15 \pm 1$  °C and  $20 \pm 2$  °C. For studying of influence of the temperature factor on development of the photosynthetic device of sprouts used following indicators: length of a plate and a vagina of the first sheet, the quantitative maintenance of pigments (*a* chlorophyll and *b*, carotenoids), a parity of pigments (*a* chlorophyll and *b*, a chlorophyll and carotenoids) in a plate of the first sheet of a sprout. On the basis of research of influence of the temperature factor on the quantitative maintenance of pigments in a plate of the first sheet of sprouts, it is established, that reaction of grades of firm spring wheat to change of a temperature cultivation mode is variety-specific. Grades for which higher maintenance of a chlorophyll is characteristic at cultivation temperature  $15 \pm 1$  °C are allocated are grades the Luch 25, Krasnokutka 12, Annuschka, Kharkov 23, Elizavetinsky, Valentina, Gordeiformi 432, Saratov 57, Krassar, Orenburg 10, Nicolascha. It is established, that the temperature  $20 \pm 2$  °C promotes increase in a parity of a chlorophyll *a/b* at sprouts of grades Krasnokutka 12, Memory Chechovich, Orenburg 10, Annuschka, Cubanka, Alejsky, Nicolascha, Luch 25. At other investigated grades in the given conditions the parity of green pigments decreases. It is established, that to temperature  $15 \pm 1$  °C renders a positive effect on the carotenoids maintenance in a plate of the first sheet of grades Lilek, Luch 25, ND 600, Memory Chechovich, Bezenchuksky 210, Krassar. The temperature  $15 \pm 1$  °C was favorable for growth and a plate, and a vagina of the first sheet of sprouts of grades Krasnokutka 12, НИК, Nicolascha, Orenburg 10, Memories Chechovich, НИК. For growth of the first sheet of other grades studied by us more favorable there was a temperature  $20 \pm 2$  °C.

**Key words:** wheat, growth, development, chlorophyll, carotenoid.

DOI: 10.18500/1682-1637-2017-15-3-50-57

Твердая пшеница по своей значимости является второй культурой после мягкой и занимает 8% от мировых посевов пшеницы. В последние десятилетия ее посевы сокращаются, и одной из основных причин этого является более высокая по сравнению с мягкой пшеницей требовательность к условиям культивирования. Тем не менее, в России твердая пшеница является важной продовольственной и экономически

ценной культурой, поэтому интерес к изучению сортовых особенностей роста и развития этой культуры под влиянием различных факторов окружающей среды возрастает (Степанов и др., 2008; Коробко, Кособрюхова, 2010).

### Материал и методы

Исследования проведены в 2017 году на кафедре микробиологии и физиологии Саратовского национального исследовательского государственного университета. Объектом исследования служили проростки яровой твердой пшеницы *Triticum durum* L. 18 сортов. Для изучения влияния температуры проводили посадку зерновок в стаканчики, заполненные вермикулитом. Культивирование осуществлялось в климатоканере при двух температурных режимах:  $15 \pm 1$  °С и  $20 \pm 2$  °С (данные значения температуры лежат в пределах оптимального для роста и развития пшеницы температурного интервала). Через 14 дней от начала эксперимента определяли содержание хлорофиллов *a* и *b*, каротиноидов (Даштоян и др., 2008) и измеряли длину влагалища и пластинки первого листа проростка. Результаты исследований подвергались статистической обработке в табличном процессоре Excel пакета MS Office 2010.

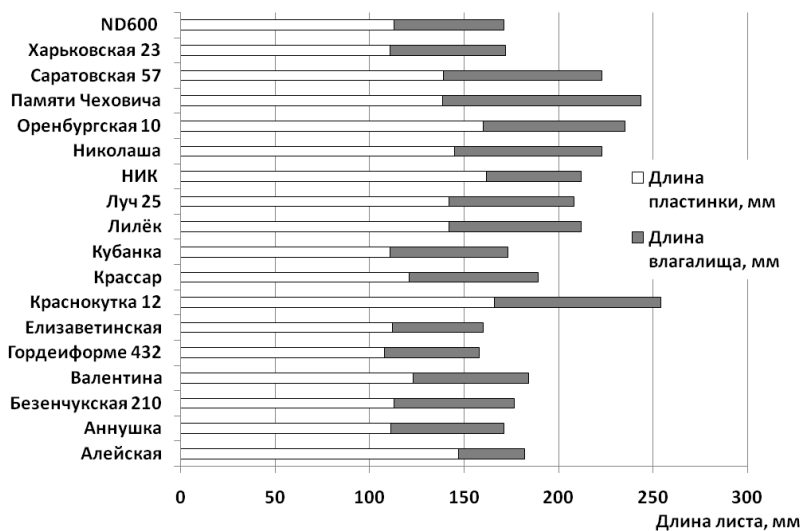
### Результаты и их обсуждение

Изменение температуры культивирования проростков в оптимальных для пшеницы пределах оказало влияние на рост первого листа в длину. Температура  $15 \pm 1$  °С явилась благоприятной для роста пластинки и влагалища первого листа проростков сортов Краснокутка 12, НИК, Николаша, Оренбургская 10, Памяти Чеховича, НИК. Положительный эффект в условиях культивирования при этой температуре отмечен в отношении листового влагалища проростков сорта Саратовская 57, тогда как длина листовой пластинки на 11% меньше, чем при более высокой температуре. Для роста первого листа остальных изученных нами сортов более благоприятной оказалась температура  $20 \pm 2$  °С. (рис.1, 2).

Следует отметить, что при различных режимах культивирования соотношение длины пластинки и влагалища большинства сортов остается неизменным: у сорта Алейская пластинка составила 80 – 81% от длины листа, у сорта НИК – 75 – 76%, у остальных сортов – от 60 до

## ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА РАЗВИТИЕ ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ

70%. Исключение составили сорт Памяти Чеховича (длина пластинки составляет 57% от длины листа при  $15 \pm 1^\circ\text{C}$  и 73% – при более высокой температуре) и Саратовская 57 (длина пластинки составляет 62% от длины листа при  $15 \pm 1^\circ\text{C}$  и 78% – при более высокой температуре).



**Рис. 1.** Длина первого листа проростков твердой пшеницы при температуре культивирования  $15 \pm 1^\circ\text{C}$

Проведенное исследование позволяет разделить изученные сорта на две группы. К первой группе можно отнести сорта, для которых характерно более высокое содержание хлорофилла *a* в пластинке первого листа проростков при температуре культивирования  $15 \pm 1^\circ\text{C}$  – это сорта Лилёк, Луч 25, Краснокутка 12, Аннушка, Харьковская 23, Елизаветинская, Валентина, Гордеиформе 432, Саратовская 57, Крассар, Оренбургская 10, Николаша. Количественное содержание хлорофилла *b* в пластинке первого листа проростков этих сортов, культивированных при температуре  $15 \pm 1^\circ\text{C}$  также превышает аналогичные значения при более высокой температуре. Исключение составил сорт

Лилёк, для которого повышение температуры культивирования до  $20 \pm 2$  °С сопровождалось повышением хлорофилла *b* в 1.6 раза (таблица).

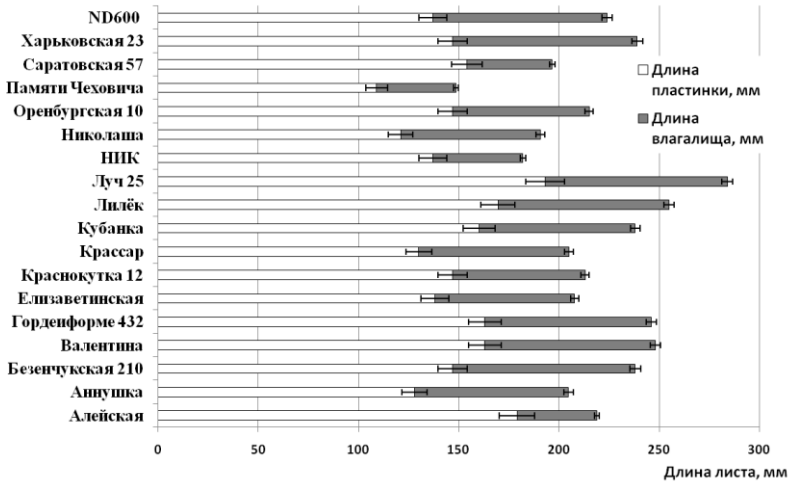


Рис. 2. Длина первого листа проростков твердой пшеницы при температуре культивирования  $20 \pm 2$  °С

Ко второй группе относятся сорта, для которых снижение температуры культивирования негативно отразилось на содержании зеленых пигментов. В значительной степени этот эффект проявился у сортов ND 600 и Памяти Чеховича: культивирование растений при температуре  $15 \pm 1$  °С привело к снижению количества хлорофилла *a* на 27% и 20% по сравнению с проростками, культивированными при  $20 \pm 2$  °С. У сортов Кубанка, Безенчукская 210, Алейская и НИК наблюдается понижение количества хлорофилла *a* на 7 – 10%. Понижение температуры культивирования проростков этой группы сортов до  $15 \pm 1$  °С приводит к снижению содержания хлорофилла *b* на 25 – 30% у проростков сортов Безенчукская 210 и ND 600, у других сортов этой группы – на 4 – 11%.

## ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА РАЗВИТИЕ ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ

Влияние температуры культивирования на количественное содержание пигментов в пластинке первого листа проростков яровой твердой пшеницы

Название сорта	Температура культивирования 15 ± 1 °С			Температура культивирования 20 ± 2 °С		
	Суммарное содержание хлорофиллов <i>a</i> и <i>b</i> , мг/г сух. м.	<i>a/b</i>	Соотношение хлорофиллов и каротиноидов	Суммарное содержание хлорофиллов <i>a</i> и <i>b</i> , мг/г сух. м.	<i>a/b</i>	Соотношение хлорофиллов и каротиноидов
Лилёк	7.92	3.52	3.65	6.92	1.36	4.96
Луч 25	9.66	2.63	4.36	5.44	3.97	3.88
Краснокутка 12	7.11	2.97	3.97	6.74	3.55	3.68
Аннушка	8.52	2.90	3.71	7.41	3.09	4.00
ND600	6.39	3.50	4.24	8.82	3.33	4.15
НИК	7.70	3.41	3.41	8.45	3.28	3.96
Памяти Чеховича	6.11	2.60	3.78	7.36	2.97	3.83
Безенчукская 210	7.44	3.74	3.83	8.57	3.12	3.75
Харьковская 23	10.04	3.29	4.19	8.48	3.12	3.98
Елизаветинская	10.35	3.68	3.48	7.82	2.59	4.17
Валентина	8.40	3.04	3.74	6.88	2.73	3.98
Кубанка	7.02	3.31	3.42	7.70	3.54	3.51
Гордеиформе 432	8.88	4.04	4.06	7.03	4.05	4.07
Саратовская 57	10.49	3.40	3.65	8.10	3.09	3.85
Крассар	9.64	3.75	4.31	8.37	3.41	3.48
Оренбургская 10	3.18	2.63	4.20	6.93	3.81	3.71
Алейская	3.63	2.40	3.75	3.73	2.33	4.16
Николаша	3.48	1.92	3.83	3.70	1.62	3.42

Отношение хлорофилла *a* к хлорофиллу *b* обуславливает приспособленность к интенсивному освещению; чем больше это отношение, тем меньше растения приспособлены к пониженной интенсивности

освещения (Андрианова, Тарчевский, 2000). Установлено, что у некоторых изученных нами сортов твердой пшеницы наблюдается повышение соотношения хлорофилла *a/b* в условиях более высокой температуры культивирования. Максимальным значением данного показателя характеризуются проростки сорта Луч 25; соотношение зеленых пигментов у проростков, выращенных при  $20 \pm 2$  °С в 1.5 раза выше при  $15 \pm 1$  °С. Повышение температуры приводит к увеличению соотношения хлорофилла *a/b* у проростков сортов Краснокутка 12, Памяти Чеховича, Оренбургская 10 на 14 – 20%, у сортов Аннушка, Кубанка, Алейская, Николаша – на 3 – 6%. У других сортов в условиях более высокой температуры соотношение зеленых пигментов снижается (см. таблицу).

Установлено, что более низкая температура культивирования оказывает положительный эффект на содержание каротиноидов в пластинке первого листа таких сортов твердой пшеницы, как Лилёк, Луч 25, ND 600, Памяти Чеховича, Безенчукская 210, Крассар. Для проростков сортов Краснокутка 12, Кубанка, Алейская различия в количественном содержании каротиноидов в условиях эксперимента явились статистически не достоверными. У растений других исследованных нами сортов твердой пшеницы отмечено повышение содержания каротиноидов при температуре культивирования  $20 \pm 2$  °С.

Одним из показателей, характеризующих активность фотосинтетического аппарата растений, является соотношение количественного содержания хлорофиллов и каротиноидов. У ряда изученных сортов (Памяти Чеховича, Кубанка, Безенчукская 210, Саратовская 57) этот показатель меняется незначительно при изменении температуры культивирования. Для проростков других сортов – Луч 25, Краснокутка 12, ND 600, Харьковская 23, Крассар, Оренбургская 10, Николаша – характерно повышение соотношения пигментов при более низкой температуре. В большей степени эта особенность проявляется у сорта Крассар: соотношение хлорофиллов и каротиноидов при  $15 \pm 1$  °С составило 4.3, тогда как при  $20 \pm 2$  °С – 3.5. У проростков других исследованных нами сортов твердой пшеницы более высокое значение соотношения зеленых пигментов и каротиноидов первого листа отмечено при температуре культивирования  $20 \pm 2$  °С (см. таблицу).

Таким образом, на основании исследования влияния температурного фактора на количественное содержание пигментов в пластинке

## ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА РАЗВИТИЕ ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ

первого листа проростков установлено, что реакция сортов твердой яровой пшеницы на изменение температурного режима культивирования является сортоспецифичной. Определены сорта, которые на понижение температуры культивирования реагируют снижением содержания хлорофиллов и каротиноидов: ND 600, Памяти Чеховича, Безенчукская 210, Кубанка. У проростков сортов Крассар и Краснокутка понижение содержание зеленых пигментов сопровождается возрастанием количества каротиноидов. Для сорта Харьковская 23 при более низкой температуре характерно увеличение всех показателей – количества зеленых пигментов, каротиноидов, соотношения хлорофиллов *a* и *b*, хлорофиллов и каротиноидов.

### Список литературы

*Алиев Д. А., Азизов И. В., Казибекова Э. Г.* Фотосинтетическая способность и развитие хлоропластов в онтогенезе пшеницы. Баку: Элм, 1988. 116 с.

*Андреанова Ю. Е., Тарчевский И. А.* Хлорофилл и продуктивность растений. М.: Наука, 2000. 135 с.

*Даштова Ю. В., Меринова Н. В., Степанов С. А.* Метамерная изменчивость состава и содержания пигментов фотосинтеза листьев пшеницы // Вестн. Саратов. гос. аграр. ун-та. 2008. № 2. С. 24 – 25.

*Коробко В. В., Кособрюхова О. Е.* Влияние засоления на некоторые физиологические процессы растений твердой яровой пшеницы // Актуальные проблемы современной науки и образования. Естественные науки: матер. Всерос. науч. конф. с междунар. участием. Уфа: Изд-во Баш. гос. ун-та, 2010. Т. 1. С. 624 – 628.

*Степанов С. А., Танайлова Е. А., Горюнов А. А.* Развитие листьев зародыша зерновок яровой пшеницы // Вестн. Саратов. гос. аграр. ун-та. 2008. № 8. С. 29 – 32.