

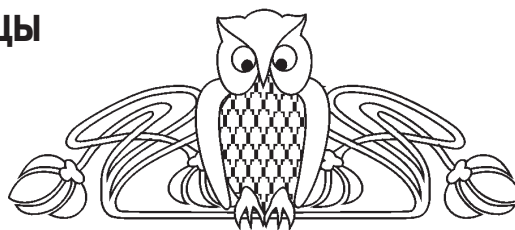


УДК 633.11:581.14

ВЛИЯНИЕ СВЕТА НА МОРФОГЕНЕЗ ПШЕНИЦЫ

А. М. Страпко, М. Ю. Касаткин, С. А. Степанов

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского
E-mail: hanin-hariton@yandex.ru



В работе представлены результаты исследования морфогенеза пшеницы при наличии или отсутствии светового фактора. Установлено влияние света на рост всех листьев побега, активность конуса нарастания и рост зародышевой корневой системы проростка пшеницы. При наличии светового фактора рост эпикотилья начинается с момента прекращения роста coleoptily. Рост эпикотилья происходит синхронно с ростом влагалища 1-го листа. При отсутствии света рост coleoptily и эпикотилья продолжается и после завершения роста пластинки и влагалища 1-го листа.

Ключевые слова: свет, coleoptиль, эпикотиль, лист, морфогенез, пшеница.

Light Influence on Morphogenesis Wheat

A. M. Strapko, M. Yu. Kasatkin, S. A. Stepanov

In work results of research morphogenesis wheat are presented at presence or absence of the light factor. Influence of light on growth of all leaf shoot, activity of a cone of increase and growth of germinal root system of a seedling of wheat is established. In the presence of the light factor growth epicotyl begins with the moment of the termination of growth coleoptile. Growth epicotyl occurs synchronously to growth of a sheath of 1st leaf. In the absence of light growth coleoptile and epicotyl proceeds and after end of growth of a plate and a sheath of 1st leaf.

Key words: light, coleoptile, epicotyl, leaf, morphogenesis, wheat.

DOI: 10.18500/1816-9775-2016-16-4-411-414

Свет оказывает многостороннее влияние на жизнь растения. Восприятие энергии света возможно при наличии в клетках растения специфических рецепторов. Открытие в 1771 г. Дж. Пристли способности растений превращать световую энергию в химическую (фотосинтез) привело впоследствии к обнаружению и изучению особой группы пигментов (хлорофиллов, каротиноидов), избирательно поглощающих свет в видимой части спектра [1]. В 1880 г. Ч. Дарвином было выявлено влияние света на ориентацию в пространстве проростков растений, что способствовало в дальнейшем обнаружению одного из гормонов растений – ауксина, и сенсорных пигментов – фитохромов, криптохромов и фототропинов, выступающих в качестве регуляторов морфогенеза и одновременно фотосинтеза растений [2, 3].

В настоящее время изучение влияния света на различные морфогенетические процессы на клеточном и организменном уровнях организации относится к одной из актуальных проблем

физиологии и молекулярной биологии растений, позволяя определить сигнальные системы, детерминирующие целостность растений [4,5]. Механизм действия света на рост и развитие растений рассматривается в рамках существующих гипотез: 1) прямое влияние света на активность фермента, в состав которого входит соответствующий сенсорный пигмент; 2) непосредственное действие света на генетический аппарат при возбуждении пигментов светом [6,7]. Целью нашего исследования являлось изучение влияния света на морфогенез пшеницы, в частности на особенности роста и развития coleoptily, эпикотилья, конуса нарастания побега, примордиев листьев и зародышевой корневой системы проростков растений.

Материал и методы

Объектом изучения являлась яровая форма *Triticum aestivum* L., сорт Саратовская 36. Полевые исследования проводились в НИИСХ Юго-Востока, лабораторные – на кафедре микробиологии и физиологии растений Саратовского госуниверситета. Для определения морфогенетических характеристик побега и корневой системы проростков пшеницы растения проращивались в полиэтиленовых чашках емкостью 200 мл в климатокамере с фотопериодом день/ночь 16/8 при $T = 18^{\circ}\text{C}$ и в условиях отсутствия света в термостате при той же температуре. В качестве субстрата использовался вермикулит, насыщенный водой до полной влагоёмкости. Продолжительность лабораторных исследований составляла 17 суток. По мере роста и развития проростков пшеницы периодически определялась длина coleoptily, эпикотилья, примордиев листьев, конуса нарастания побега и зародышевой корневой системы. Число растений в каждой пробе составляло 20 шт. Результаты исследований подвергались статистической обработке в табличном процессоре Excel пакета MS Office 2010.

Результаты и их обсуждение

Морфогенез растения пшеницы, начинающийся в эмбриональный период онтогенеза, возобновляется с момента посева семян с роста и



развития главного зародышевого корня и coleoptilia побега. Среди исследователей морфогенеза пшеницы до сих пор существуют разногласия относительно последовательности роста coleoptilia и эпикотилия, выносящего главную почку зародыша зерновки в приповерхностный слой почвы. Согласно мнению одних исследователей, рост эпикотилия прекращается, как только кончик coleoptilia приблизится к поверхности почвы [8], другие авторы отмечают согласованный рост влагалища 1-го листа и эпикотилия, рост которого завершается в момент выхода из coleoptilia влагалища 1-го листа проростка пшеницы [9,10].

Проведенные нами исследования показали, что в полевых условиях рост coleoptilia и примордия 1-го листа осуществляется одновременно. При достижении примордием листа длины 3,6 мм

он разделяется лигулой на пластинку и влагалище, рост которых происходит с различной скоростью. Прекращение роста coleoptilia наблюдалось на 10-й день с момента посева семян, в фазу линейного роста пластинки 1-го листа. Длина coleoptilia составляла в это время 44 мм. Рост эпикотилия начинался в фазу линейного роста пластинки 1-го листа, на 7–8-й день с момента посева семян, по мере завершения роста coleoptilia. В это время наблюдается интенсивный рост влагалища 1-го листа, длина которого к моменту завершения роста достигала 40 мм, что составляло примерно 1/3 часть от длины пластинки. Нами отмечено, что прекращение роста эпикотилия происходит в момент завершения роста влагалища 1-го листа, что наблюдалось одновременно с прекращением роста пластинки 1-го листа (рис. 1).

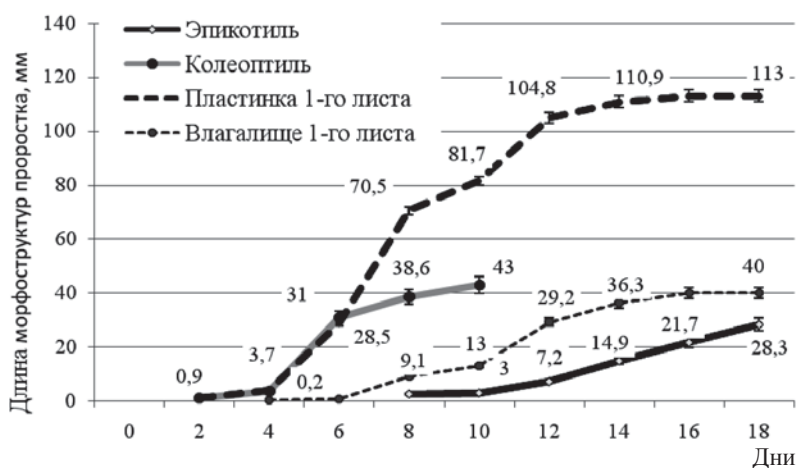


Рис. 1. Динамика роста морфоструктур проростка пшеницы сорта Саратовская 36 в полевых условиях

Согласно мнению некоторых исследователей, рост эпикотилия ингибируется светом, прошедшим через ткани coleoptilia и влагалища 1-го листа [10, 11]. Действительно, как показали проведенные нами эксперименты в контролируемых лабораторных условиях, наблюдается различие в росте морфоструктур проростка пшеницы при наличии или отсутствии светового фактора. На 7-й день роста проростков в климатокамере наблюдалось завершение роста coleoptilia, тогда как рост эпикотилия с этого момента только начинался, происходя одновременно с ростом пластинки и влагалища 1-го листа. На 12-й день рост пластинки и влагалища 1-го листа завершился, тогда как эпикотиль прекратил расти на 2 дня позднее (рис. 2).

При отсутствии света наблюдалось возрастание продолжительности роста пластинки и влагалища 1-го листа. Длина пластинки была меньше, а длина влагалища существенно больше

по сравнению с их длиной при наличии света. В течение всего эксперимента, 17 дней, наблюдался рост coleoptilia и эпикотилия. По сравнению с ростом этих структур проростков пшеницы в присутствии светового фактора длина coleoptilia при отсутствии света возрастала от 57 (свет) до 147 (темнота) мм, а длина эпикотилия – от 41(свет) до 137 (темнота) мм (рис. 3).

В ходе экспериментов различная реакция на наличие или отсутствие светового фактора наблюдалась и со стороны других листьев побега, проявлявшаяся в виде ускорения или замедления роста пластинки и влагалища 2-го листьев и примордиев 3–5-го листьев, а также достижения ими определенной длины в контролируемые даты взятия проб.

В присутствии света длина конуса нарастания побега пшеницы была больше на 10-, 12- и 14-е сутки роста проростков, достигая меньшей длины на 17-й день от начала эксперимента,

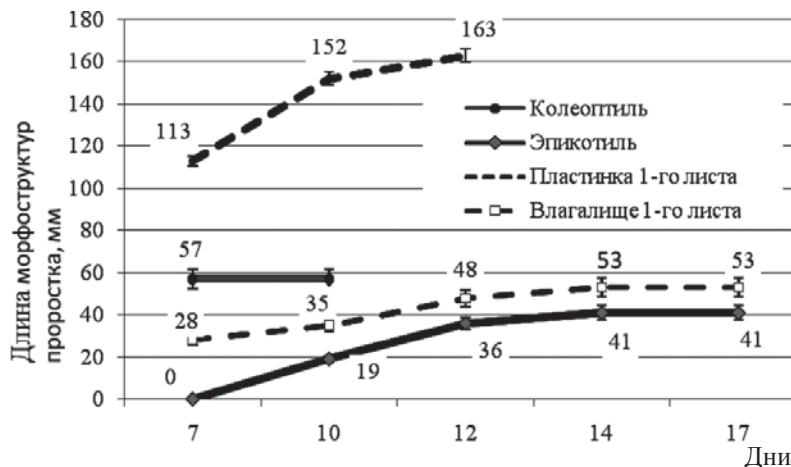


Рис. 2. Динамика роста морфоструктур проростка пшеницы при наличии света в климатикамере

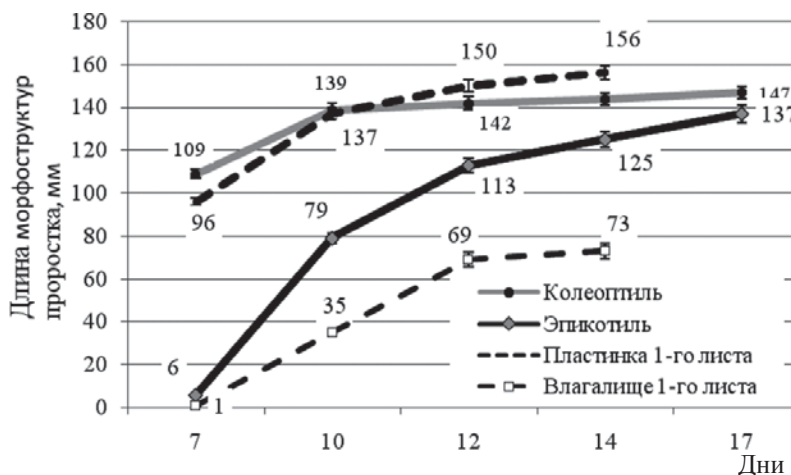


Рис. 3. Динамика роста морфоструктур проростка пшеницы при отсутствии света в термостате

что связано с формированием 6-го примордия листа (рис. 4). Своеобразная реакция отмечена на наличие или отсутствие светового фактора со стороны зародышевой корневой системы. Если в начале эксперимента, на 7-й день, длина корней проростков пшеницы, растущих в присутствии

света, была меньше по сравнению с вариантом роста проростков при отсутствии света, то уже на 10-й день их длина была больше. Однако в дальнейшем, по мере роста и развития проростка пшеницы, длина зародышевых корней в световых условиях была существенно меньше (рис. 5).

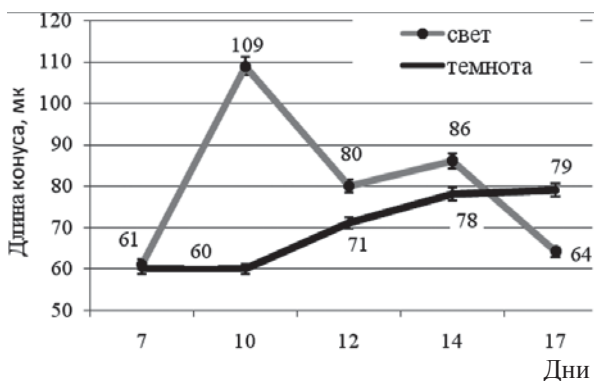


Рис. 4. Динамика изменений длины конуса нарастания побега проростков пшеницы

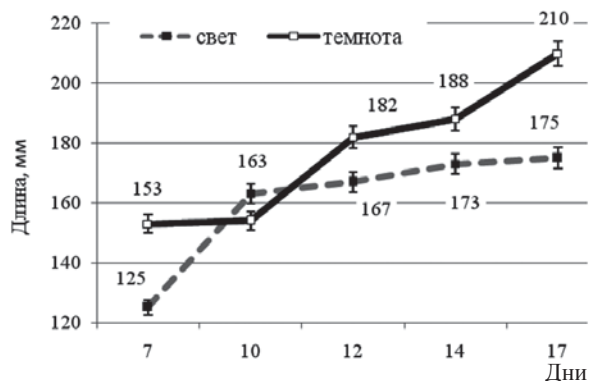


Рис. 5. Динамика роста зародышевых корней проростка пшеницы при наличии или отсутствии света



Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1) свет влияет на рост всех листьев побега, активность конуса нарастания и рост зародышевой корневой системы проростка пшеницы;

2) наиболее существенная реакция на наличие или отсутствие света наблюдается в отношении колеоптиля и эпикотиля проростков, что, очевидно [5, 12], связано с наличием в них различных групп сенсорных пигментов;

3) при наличии светового фактора рост эпикотиля начинается с момента прекращения роста колеоптиля. Рост эпикотиля происходит синхронно с ростом влагалища 1-го листа;

4) при отсутствии света рост колеоптиля и эпикотиля продолжается и после завершения роста пластинки и влагалища 1-го листа.

Список литературы

1. Гэлстон А., Девис П., Сэттер Р. Жизнь зелёных растений. М.: Мир, 1983. 552 с.
2. Дарвин Ч. Соч.: в 8 т. Т. 8. Лазящие растения. Движения растений. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1941. 539 с.
3. Briggs W. R. Phototropism: Some history, some puzzles, and a look ahead // *Plant Physiol.* 2014. Vol. 164. P. 13–23.

4. Степанов С. А. Метамерный принцип системы регуляции продуктивности пшеницы // *Бюл. Бот. сада Сарат. гос. ун-та.* 2015. Вып. 13. С. 213–222.
5. Christie J. M., Murphy A. S. Shoot phototropism in higher plants: new light through old concepts // *Amer. J. Bot.* 2013. Vol. 100. P. 35–46.
6. Кузнецов В. В., Дмитриева Г. А. Физиология растений. М.: Абрис, 2011. С. 550–584.
7. Boonman A., Prinsen E., Voeselek L. A., Pons T. L. Redundant roles of photoreceptors and cytokinins in regulating photosynthetic acclimation to canopy density // *J. Exp. Bot.* 2009. Vol. 60. P. 1179–1190.
8. Кумаков В. А. Физиология яровой пшеницы. М.: Колос, 1980. 207 с.
9. Добрынин Г. М. Рост и формирование хлебных и кормовых злаков. Л.: Колос, 1969. 275 с.
10. Virgin H. I. The light-induced unrolling of the grass leaf. A study of polarity, light-piping and stimulus transmission // *Physiol. Plant.* 1990. Vol. 80, № 1. P. 143–147.
11. Mandoli D. F., Briggs W. R. The photoperceptive sites and the function of tissue light-piping in photomorphogenesis of etiolated oat seedlings // *Plant. Cell and Environ.* 1982. Vol. 5, № 2. P. 137–145.
12. Касаткин М. Ю., Степанов С. А., Хакалова Д. А. Сравнительный анализ спектральных характеристик тканей колеоптиля и эпикотиля // *Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология.* 2008. Т. 8, вып. 1. С. 46–50.

Образец для цитирования:

Странко А. М., Касаткин М. Ю., Степанов С. А. Влияние света на морфогенез пшеницы // *Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология.* 2016. Т. 16, вып. 4. С. 411–414. DOI: 10.18500/1816-9775-2016-16-4-411-414.

УДК 579.852+577.114+633.11

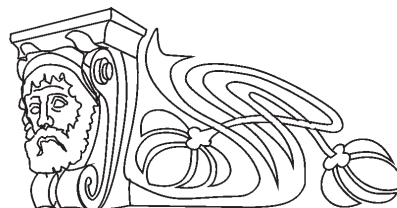
ВЛИЯНИЕ ЭКЗОПОЛИСАХАРИДОВ БАКТЕРИЙ *PAENIBACILLUS POLYMUHA* 1465 НА РОСТ И ЗАЩИТНЫЕ РЕАКЦИИ ПШЕНИЦЫ

И. В. Егоренкова¹, К. В. Трегубова¹, С. А. Коннова^{2,1},
Л. В. Бугреева², В. В. Игнатов¹

¹Институт биохимии и физиологии растений
и микроорганизмов РАН, Саратов
E-mail: egorenkova_i@ibppm.ru

²Саратовский национальный исследовательский
государственный университет имени Н. Г. Чернышевского
E-mail: Konnovasa@yandex.ru

Ризобактерии р. *Paenibacillus* способствуют росту растений и повышению их индуцированной системной устойчивости против различных экологических стрессов. В данной работе представлены результаты исследования влияния экзополисахаридов (ЭПС), полученных при культивировании бактерий *Paenibacillus polymuha* 1465 на средах с разными источниками углерода, на ранние этапы развития пшеницы *Triticum aestivum* L. сорта Са-



ратовская 29 и пероксидазную активность в тканях проростков пшеницы. В модельных экспериментах показано, что данные ЭПС (в концентрации 0.2 мг/мл) при обработке ими семян пшеницы в различной мере способствовали увеличению длины и массы корней и побегов проростков, причем наибольший эффект зафиксирован в отношении корневой системы. Обсуждается вопрос о связи уровня стимулирующего эффекта ЭПС с особенностями их строения. Предобработка семян экзогликанами *P. polymuha* приводила также к увеличению в корнях содержания о-фенилен- и гваяколизависимых пероксидаз в 2 и 1.5 раза соответственно, при этом концентрация белка в образцах возрастала в 4 раза по сравнению с контролем. Полученные результаты позволяют сделать заключение о том, что ЭПС *P. polymuha* стимулируют рост, развитие и защитные реакции пшеницы.