

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

А. А. ЗАЙЦЕВА

СОДЕРЖАНИЕ ХЛОРОФИЛЛА В СВЯЗИ С РАЗВИТИЕМ ПШЕНИЦЫ

(Представлено академиком А. Н. Бахом 28 VII 1939)

В настоящем исследовании мы задались целью проследить за изменениями концентрации хлорофилла в связи с яровизацией и развитием пшеницы. Изучались 2 биологически близкие мягкие пшеницы, одна из них яровая—лютесценс 062, другая озимая—лютесценс 329. Последняя форма изучалась в двух вариантах: яровизированная и неяровизированная. Неяровизированная 329 до конца опыта продолжала оставаться в фазе кущения и, таким образом, служила постоянным хорошим контролем при выявлении зависимости между развитием растения и содержанием хлорофилла. Пшеница выращивалась в вегетационных сосудах на открытом воздухе при постоянном хорошем водоснабжении. Хлорофилл определялся в спиртовых вытяжках при помощи спектроколориметра Любименко. Количество хлорофилла везде выражено в миллиграммах кристаллического хлорофилла на 1 г свежего веса листьев. Развитие растений по отдельным вариантам шло различно. Быстрее всего развивалась яровая лютесценс 062; лютесценс 329 яровизированная несколько отставала, лютесценс 329 неяровизированная продолжала куститься до глубокой осени. Перейду к изложению полученных результатов. Посев был произведен 22 V, возраст растений везде считается от посева. До начала кущения счет листьев ведется снизу. Начиная с 29-дневного возраста, листья считаются сверху, первым принимается вполне развившийся верхний лист. В таблице цифрами в скобках (1), (2), (3) и т. д. обозначаются листья первый, второй, третий и т. д.

Рассматривая полученные данные, прежде всего отмечаем, что у озимой пшеницы лютесценс 329, оставшейся на протяжении всего лета в фазе кущения, содержание хлорофилла, поднявшись до определенной величины ко времени наступления полного кущения, затем до самой осени не менялось и продолжало сохраняться на том же уровне. Наблюдавшиеся относительно незначительные колебания около постоянной величины вполне объяснимы индивидуальными различиями анализируемых листьев, возрастом их, или колебаниями концентрации хлорофилла в связи с изменениями внешних условий.

Отметим также и то, что пока озимая пшеница оставалась в фазе кущения, последовательно развивающиеся на протяжении лета все новые и новые листья от момента своего полного развития и до наступления старческих изменений показывали примерно одинаковое содержание хлорофилла, независимо от того, в каком возрасте к этому времени пшеница была и которым по счету от начала развития был этот лист.

Совсем другая картина получена нами для яровой и яровизированной пшениц. В двух последних случаях по мере того, как пшеница постепенно переходит от одной фазы роста к следующей, и пока на стебле развиваются новые листья, концентрация хлорофилла непрерывно растет. В каждом последующем листе к моменту его полного развития наблюдается все более высокое содержание хлорофилла. Наибольшей, особенно высокой величины концентрация хлорофилла достигает в последнем на стебле кроющем колосе листе к тому времени, когда колос начинает открываться и освобождаться из кроющего листа. В этот период мы находили до 7 мг, иногда даже больше, кристаллического хлорофилла на 1 г свежего веса листьев. В дальнейшем содержание хлорофилла в листьях пшеницы начинает понижаться сначала медленно, а потом все быстрее. К началу восковой зрелости оно опять спускается до 3.5 мг в верхнем и до 2 мг во втором сверху листе.

Зависимость содержания хлорофилла от развития пшеницы видна на фигуре, на которой сопоставлены кривые концентрации хлорофилла по фазам роста в верхних, наиболее богатых хлорофиллом листьях у 3 изучавшихся пшениц: яровой лютеценс 062, лютеценс 329 яровизированной и озимой лютеценс 329 (неяровизированной). Зависимость очевидная, четко и ясно выявилась, особенно при сравнении с озимой кустящейся пшеницей.

Аналогичные данные получены были и для сорта эритросперм. К моменту колошения 1-й лист содержал у нее 5.85 мг хлорофилла, тогда как в начале стеблевания первый сверху хорошо развитый лист содержал всего 3.87 мг. Пробы взяты одновременно с растений, высаженных в разное время.

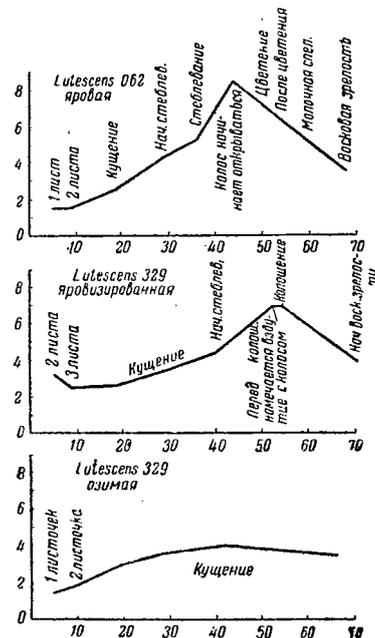
Мне бы хотелось несколько остановиться на ярко выделяющемся по содержанию хлорофилла определенном периоде в жизни растения, а именно на периоде перед и во время выколашивания пшеницы. В это время концентрация хлорофилла достигла максимальной величины.

Исследователи и раньше неоднократно отмечали этот период как особенный по физиологическим свойствам. Так, многие авторы пришли к заключению, что именно перед колошением и во время колошения растение особенно чувствительно к недостаточному водоснабжению, и считают этот период «критическим» в отношении воды.

Гербер в неопубликованной еще работе 1937 г. получила для ряда растений наиболее высокую энергию газообмена — дыхания и фотосинтеза — в этот период жизни растения.

Несколько ранее М. И. Попова и И. А. Куколкин нашли более высокое содержание сахара у пшеницы в фазу цветения, по сравнению с кущением. П. В. Савостин и М. М. Окунцов⁽²⁾ отметили значительный подъем каталазы и амилазы к моменту колошения.

Наконец, нами в работе 1936 г., также еще не опубликованной, был получен большой материал, показывающий особую повышенную чувствительность фотосинтезирующего аппарата у пшеницы к недостатку воды в этот именно период. В результате кратковременной засухи перед самым



Лютеценс 062 яровая			Лютеценс 329 яровизированная			Лютеценс 329 озимая				
Воз- раст в днях	Фаза роста	Содержание хлорофилла		Фаза роста	Содержание хлорофилла		Воз- раст в днях	Фаза роста	Содержание хлорофилла	
		1-й опыт	2-й опыт		1-й опыт	2-й опыт			1-й опыт	2-й опыт
5	1 лист	1.45 (4)	1.5 (4)	5	Начал развиваться 2-й лист	3.11(4)	5	1 лист	1.55(4)	1.8(4)
9	2 листа	1.639(4)	1.67(4)	9	3 листа	2.515(1)	9	2 листа	1.816(1)	—
18	Начало кущения	1.565(2)	1.45(2)	18	Начало кущения	1.956(2)	18	Начало ку- щения	1.632(2)	—
29	Начало стеблевания	2.6(2)	2.6(2)	29	Полное кущение	1.565(3)	29	Полное ку- щение	2.85(4)	—
37	Стеблевание	4.0(1)	3.91(1)	42	Стеблевание	2.6(2)	42	—	3.24(2)	—
42	Конец стеблевания. Вплне развернулся верхний лист и наме- чается вадугие с коло- сом	4.0(2)	3.91(2)	45	Стеблевание, последний лист не развился.	3.33(4)	45	—	3.33(4)	—
45	Колос еще не открыт	3.33(3)	3.5(3)	53	Вздулись вадугия с колосом	2.6(2)	53	—	3.5(2)	—
53	Колос начинает откры- ваться	4.7(1)	4.0(1)	55	Перед колосением ко- лос нач. открываться	3.5(2)	55	—	3.5(3)	—
55	Цветение	5.21(2)	5.21(2)	59	Колос наполовину открылся	3.93(1)	59	—	4.0(1)	—
59	После цветения	5.59(3)	4.7(3)	67	После цветения	3.5(2)	67	—	4.0(2)	—
67	Молочная спелость	4.28(4)	3.63(4)	73	Начало молочной сле- лости	4.61(1)	73	—	4.0(3)	—
	Восковая зрелость	5.33(1)	5.21(1)		Молочная спелость	5.1(2)		—	4.0(2)	—
		3.63(1)	2.12(2)		Начало восков. спел.	4.44(3)		—	4.0(2)	—
		2.12(2)				4.52(2)		—	3.87(3)	—
						2.1(3)		—	3.28(1)	—
						4.28(1)		—	3.93(2)	—
						4.0(2)		—	3.38(1)	—
						4.61(1)		—	3.80(2)	—
						3.75(2)		—	3.42(3)	—
						4.52(1)		—	3.47(1)	—
						4.52(2)		—	3.28(2)	—
						2.1(3)		—		—
						4.28(1)		—		—
						4.0(2)		—		—
						4.61(1)		—		—
						3.75(2)		—		—
						4.52(1)		—		—
						2.66(2)		—		—
						3.42(1)		—		—
						1.84(2)		—		—

выколашиванием ассимиляционная деятельность пшеницы затем надолго и сильно расстраивается. В течение примерно 2 недель после сравнительно непродолжительной засухи, если она совпадала со временем перед выколашиванием, в начале колошения пшеницы наблюдалось еще расстройство работы фотосинтезирующего аппарата и очень слабое по сравнению с контролем усвоение углекислого газа. Тогда как такие же засухи, совпадающие с другими фазами роста пшеницы, гораздо меньше расстраивали ассимиляционный аппарат,—в этих случаях нормальная фотосинтетическая работа скорее восстанавливалась и в ряде случаев пшеница на некоторое время развивала даже более интенсивную энергию фотосинтеза, чем до засухи. У нас имеются также некоторые данные и о том, что пшеницы в период перед колошением более, чем в молодом возрасте, чувствительны к временному перегреву.

Все эти факты указывают на то, что со стороны физиологов требуется особое внимание к этому периоду в жизни растения.

Если мы обратимся к физиологии животного организма, то увидим, что в момент полового созревания происходит перестройка организма, организм в это время проявляет ряд физиологических особенностей и большую чувствительность к неблагоприятным воздействиям. Именно в момент созревания половых органов, а не в момент их заложения в физиологии животного организма наблюдается ряд существенных изменений. Совершенно естественно предположить, что и в растительном организме период полового созревания, тот период, когда наступает редукционное деление и формируются половые клетки, будет также отличаться рядом физиологических сдвигов и особенностей. Приведенные выше факты подтверждают такое предположение. Этот период необходимо изучить, как чрезвычайно ответственный в жизни растения.

Но вернемся к содержанию хлорофилла. Исследования Гриффена⁽³⁾, Любименко⁽⁴⁾, Вильштеттера и Штоля⁽⁵⁾ показали, что для нормального течения фотосинтеза не требуется особенно высокое содержание хлорофилла. Тем более не оправданы потребностями фотосинтеза такие исключительно высокие концентрации хлорофилла, какие были найдены нами и еще раньше Кузьменко⁽⁶⁾ в верхних листьях пшеницы к моменту выколашивания.

И если все же этот признак выработался и стойко сохраняется у разных сортов, то весьма вероятно, что он имеет какое-то биологическое значение и оправдание. Возникает предположение, что хлорофилл играет не малую роль в развитии растительного организма, и не только как фактор, без которого не идут процессы усвоения CO_2 . Вспомним сравнительно недавнюю работу Катунского⁽⁷⁾, в которой он пришел к выводу, что: «относительная эффективность фотопериодического действия различных по длине волны участков спектра находится в прямой зависимости от степени их поглощения зеленым листом растения».

Очень возможно, что высокое содержание хлорофилла в ближайших к колосу листьях, а вместе с тем и возросшая поглотительная способность листьев в отношении света в какой-то степени определяют скорость созревания половых органов, а тем самым и скорость развития растений. И нам представляется, что уже сейчас вполне своевременно поставить вопрос «о роли хлорофилла в развитии растения».

Изложенные экспериментальные данные позволяют нам сформулировать следующие выводы из работы.

1. Между содержанием хлорофилла и развитием пшеницы существует несомненная и определенная связь.

2. Количество хлорофилла по мере развития растения увеличивается. В каждом последующем развивающемся на стебле листе содержится все

больше хлорофилла. Максимальная, предельно высокая концентрация хлорофилла наблюдается в последнем на стебле кроющем колос листе ко времени освобождения колоса. К этому моменту содержание хлорофилла у некоторых сортов пшеницы достигает исключительно большой величины—7 мг и больше кристаллического хлорофилла на 1 г свежего веса листьев. В дальнейшем по мере старения листьев содержание хлорофилла все сильнее падает. К моменту наступления восковой зрелости концентрация хлорофилла снижается примерно вдвое.

3. Отмеченные выше изменения в содержании хлорофилла связаны с развитием растения, а отнюдь не с изменениями внешних условий. Это хорошо доказывается тем фактом, что у озимой пшеницы, остающейся все время в фазе кущения, в листьях сохраняется примерно одинаковая концентрация хлорофилла, начиная от полного кущения и до конца вегетации.

Институт физиологии растений
имени К. А. Тимирязева
Академия Наук СССР

Поступило
31 VII 1939

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ М. И. Попова и И. А. Куколкин, Тр. по сер. Зав., № 8 (1936).
² П. В. Савостин и М. М. Окунцов, Тр. Томск. гос. ун-та, 86 (1934).
³ E. Griffen, Ann. Sc. nat., 10, № 1—2 (1899). ⁴ В. Н. Любименко, Тр. СПб. Об-ва ест., XVI, 1—2 (1910). ⁵ Willstätter u. Stoll, A. (1918).
⁶ А. А. Кузьменко, Изв. Бот. сада, XXVII, 4 (1928). ⁷ В. М. Катунский, ДАН, XV, № 8 (1937).