

УДК 594.1.035

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

С. А. МИЗРАХ, Г. М. ЛИСОВСКИЙ, член-корреспондент АН СССР И. А. ТЕРСКОВ

РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ ПРИ ЛУННОМ ФОТОПЕРИОДЕ

Пребывание однолетних растений в темноте в течение 3–15 суток обычно приводит к разрушению фотосинтезирующих пигментов, к нарушению репродукционных процессов и даже к гибели растений (^{1–3}). У хлебных злаков отмечена особо высокая чувствительность к темноте в период редукционного деления материнских клеток пыльцы: в это время двое-трое суток темноты вызывают стерильность цветков (^{4, 5}). Замечено, что при понижении температуры воздуха от 15 до 5–7° сроки выживания растений в темноте удлиняются (⁶).

Однако ни эти, ни другие имеющиеся в литературе данные о действии длительной темноты на растения не позволяют судить о способности растений к росту, развитию и формированию урожая при лунном фотопериоде — чередовании 15 суток непрерывного освещения и такого же периода непрерывной темноты в течение всей вегетации.

Открытое выращивание растений в лунных условиях исключено. Возможность же выращивания растений в «закрытом грунте» лунных систем жизнеобеспечения человека с использованием естественного солнечного освещения облегчила бы решение сложной проблемы снабжения таких систем лучистой энергией.

Нами была изучена возможность выращивания при лунном фотопериоде низкостебельной яровой пшеницы Сонора-64 (*Triticum aestivum* L.). Растения в течение «лунного дня» выращивали в вегетационной камере гидропонным методом при освещении зеркальными лампами накаливания и при температуре воздуха $24 \pm 2^\circ$, затем ставили в темноту на 15 суток при температурах воздуха 2,5–3, 5 и 10°. Эти циклы повторяли до полного

Таблица 1

Вес растений (г) до и после первой постановки в темноту

Вариант опыта	Вес листьев		Вес стеблей		Вес корней сухой
	сырой	сухой	сырой	сухой	
До темноты	$0,74 \pm 0,031$	$0,13 \pm 0,005$	$1,14 \pm 0,062$	$0,15 \pm 0,006$	0,067
После темноты	$0,75 \pm 0,032$	$0,12 \pm 0,006$	$0,92 \pm 0,043$	$0,15 \pm 0,008$	0,054

созревания растений, для чего потребовалось немногим более трех «лунных» фотопериодов. Поскольку «ночные» температуры 5 и 10° приводили к ослаблению растений и стерильности цветков, т. е. не обеспечивали получения урожая растений, далее изложены результаты опытов, проведенных только при температуре 2,5–3,0°.

Первая постановка растений в темноту после 15 суток непрерывного освещения совпала с фазой мейоза макро- и микроспор (VI этап органогенеза по Ф. М. Куперман (⁷)).

Опыты показали, что при низкой температуре в темноте сырой и сухой вес листьев, стеблей и корней в пересчете на 1 растение почти не изменялся (табл. 1).

Таблица 2

Количество пигментов в листьях пшеницы до и после первой постановки в темноту (г сырого веса)

Пигмент	1—2 листья			3—5 листья		
	до темноты	после темноты	t_d	до темноты	после темноты	t_d
Хлорофилл а	846	565	6,8	1555	1184	4,7
Хлорофилл b	290	236	3,6	547	417	4,7
Хлорофиллы а + b	1136	801	6,2	2102	1602	4,7
Каротиноиды	569	499	2,3	989	654	7,1

Примечание. Разность достоверна, если $t_d \leq 4,2$.

Высота растений осталась после постановки в темноту равной прежней величине ($40 \pm 0,6$ см против $39 \pm 1,6$ см), так же как и длина стеблей ($22 \pm 1,1$ см против $23 \pm 0,4$ см).

После «лунной» ночи пшеница находилась на том же этапе развития, что и до постановки.

Несмотря на то, что жизнедеятельность растений была в значительной степени приостановлена действием низкой положительной температуры, метаболические процессы у растений продолжались. Об этом свидетельствуют данные о количестве в листьях пшеницы пигментов пластид, определенных по Т. Н. Годневу (табл. 2).

Общее количество хлорофиллов у листьев нижнего яруса (1—2) уменьшилось на 30%, а у листьев верхнего яруса (3—5) на 24%. Количество каротиноидов также уменьшилось, но если в старых листьях их разрушение было незначительно, то в более молодых листьях эта цифра выросла до 36%, т. е. устойчивость каротиноидов к длительному отсутствию света выше у более старых листьев, а устойчивость хлорофилла — у более молодых листьев пшеницы.

После 15-суточной экспозиции в темноте растения вновь поместили в условия «лунного» дня, где они продолжали рост и развитие, прерванные ночью.

Наблюдения показали, что количество светового времени, потребовавшееся от всходов до начала колошения у растений, перенесших 15-суточную темноту, и у росших при непрерывном освещении (контроль) было одинаковым и равнялось 22—23 суткам.

После второго «лунного» дня растения снова были поставлены в темноту (в конце IX этапа органогенеза по Ф. М. Куперман). Весовой анализ колосьев, листьев, стеблей и корней до и после 2 «лунной» ночи показал, что сколько-нибудь существенных потерь в весе органов и растений в целом не происходило.

Анализ поведения пигментов продемонстрировал их довольно значительное разрушение в темноте (табл. 3).

Таблица 3

Количество пигментов в листьях пшеницы до и после второй постановки в темноту (г сырого веса)

Пигмент	1—2 листья			3—4 листья		
	до темноты	после темноты	t_d	до темноты	после темноты	t_d
Хлорофилл а	1365	771	9,4	2070	1288	8,02
Хлорофилл b	570	187	15,9	1020	475	12,1
Хлорофиллы а + b	1935	958	11,3	3090	1763	9,3
Каротиноиды	920	582	7,7	1165	663	9,3

Примечание. Разность достоверна, если $t_d \geq 4,2$.

Таблица 4

Структура колоса главного стебля пшеницы сорта Сонора-64

Вариант выращивания растений	Число колосков в колосе	Число недоразвитых колосков	Озерненность колоса	Воздушно-сухой вес 1000 зерен, г	Продуктивность колоса, г
При непрерывном освещении	$12,0 \pm 0,20$	$0,8 \pm 0,20$	$17 \pm 1,0$	35,60	0,61
При лунных фотопериодах	$13,5 \pm 0,24$	$1,6 \pm 0,12$	$20 \pm 1,2$	31,50	0,63
	$12,0 \pm 0,23$	$2,0 \pm 0,13$	$14 \pm 1,5$	30,28	0,42
	$14,0 \pm 0,30$	$2,0 \pm 0,21$	$14 \pm 2,0$	31,27	0,44

У листьев нижнего яруса уменьшение хлорофиллов а, b и каротиноидов составляло соответственно 44, 67, 37%, а у листьев верхнего яруса 38, 56 и 44%, причем, как и в первом случае, хлорофиллы сильнее разрушались у более старых листьев, а каротиноиды — у более молодых.

По окончании второй «лунной» ночи растениям был дан 3 «лунный» день, в течение которого они сформировали зерна и в фазе молочной спелости были помещены в третий раз на 15 суток в темноту. При выставлении на свет оказалось, что все листья совершенно потеряли зеленые пигменты и погибли, оставались зелеными лишь колосы и стебли.

Через 6 дней после выставления на свет растения были убраны. Сравнение с контрольными растениями показало, что трехкратная постановка в темноту не повлияла ни на высоту растений ($55 \pm 0,9$ см против $56 \pm \pm 0,8$ см у контроля), ни на длину главного стебля ($49 \pm 0,8$ и $50 \pm \pm 0,8$ см), ни на число междоузлий главного стебля (5 и 5).

Анализ структуры главного стебля у растений в описанном опыте и в двух повторных с такими же лунными фотопериодами показал, что число колосков в колосе у контрольных и подопытных растений примерно одинаково, но у последних недоразвитых колосков несколько больше. Озерненность колоса у подопытных растений не отличалась достоверно от контрольных (табл. 4). Заметно уменьшился воздушно-сухой вес 1000 зерен. Это, по-видимому, связано с тем, что во время третьей постановки в темноту погибали все листья и поставщиком пластических веществ в формирующееся зерно были только колос и стебель. В результате средняя продуктивность колоса при лунном фотопериоде была несколько ниже, чем у контроля. Жизнеспособность полученных в опытах семян не отличалась от контрольных.

Опыты показали, что растения обладают большими потенциальными возможностями к перенесению длительной темноты на различных этапах морфогенеза с последующим нормальным ростом и развитием, вплоть до формирования полноценных семян. Способность растений пшеницы давать урожай зерна при «лунных» фотопериодах может оказаться полезной при решении конкретных проблем космической биологии.

Институт физики им. Л. В. Киренского
Сибирского отделения Академии наук СССР
Красноярск

Поступило
20 III 1972

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Т. И. Годнев, А. В. Лешина, Л. В. Ходоренко, Физиол. раст., 7, в. 6 (1960). ² Т. И. Годнев, Э. Ф. Шабельская, Физиол. раст., 14, в. 3 (1967). ³ Т. В. Баврина, ДАН, 67, № 2 (1966). ⁴ Н. В. Фесенко, Автореф. кандидатской диссертации, 1957. ⁵ E. Schwarzbach, Different. Apical Meristem and Some Problems Ecol. Regulat. Developm. Plants, Praga, 1966, p. 225. ⁶ T. C. Hutchinson, J. Ecology, 55, № 2, 291 (1967). ⁷ Ф. М. Куперман, Морфофизиология растений, М., 1968.