

БИОХИМИЯ

В. Л. КРЕТОВИЧ, Т. И. СМИРНОВА, А. А. БУНДЕЛЬ и С. С. ПЕЧНИКОВА

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН БЕРЕСКЛЕТА
БОРОДАВЧАТОГО

■ (Представлено академиком А. И. Опарином 16 V 1950)

Трудность культивирования бересклета заключается в очень медленном прорастании его семян. Для ускорения прорастания применяется так называемая стратификация, заключающаяся в выдерживании семян во влажном торфе при пониженных температурах и хорошей аэрации. Биохимические превращения, происходящие при стратификации и прорастании семян древесных пород, почти не изучены. В данном исследовании мы поставили перед собой задачу выяснить причину медленного прорастания и исследовать биохимические превращения, происходящие при стратификации и прорастании семян бересклета.

Наши исследования проводились с материалом, быстро высушенным в вакуум-экскаторе над фосфорным ангидридом. Анализы эндоспермов и зародышей стратифицированных и исходных семян показали следующее. Содержание непосредственно редуцирующих сахаров в эндосперме и зародышах при стратификации держится на одном уровне. Содержание сахаров типа сахарозы в зародыше падает. Количество крахмала в эндосперме и зародышах несколько возрастает. О начинающемся гидролизе белка говорит небольшое нарастание содержания небелкового азота в эндосперме и зародышах. При стратификации изменяется содержание жира в зародышах; вместе с тем несколько возрастает и кислотное число жира (см. табл. 1).

Таблица 1

Химические изменения эндоспермов и зародышей при стратификации

	Непосредственно восстановив. сахара в %	Сахароза в %	Крахмал в %	Жир в %	Кислотное число жира	Небелковый азот в %
Эндосперм семян:						
исходных	0,84	6,60	0,02	48	5,4	0,20
стратифицированных .	0,50	8,80	0,40	48	9,2	0,29
Зародыши из семян:						
исходных	1,20	36,40	1,10	63	7,9	0,59
стратифицированных .	1,50	26,30	2,10	54	8,9	0,66

Особенно показательно накопление в зародыше таких подвижных соединений, как глютатион и аскорбиновая кислота, играющих первостепенную роль в обмене веществ растительной клетки. Определения этих веществ производились с помощью ранее описанных нами методов (1). Содержание глютатиона резко возрастает уже на 3-й день набухания семян на влажной фильтровальной бумаге и при стратификации и достигает определенного максимума к моменту видимого роста корешка, после чего начинает падать (см. табл. 2).

Чрезвычайно интересно изменение содержания аскорбиновой кислоты в зародыше — она отсутствует в зародыше набухавших и стратифицированных семян и появляется в нем лишь к началу дифференцировки тканей к моменту видимого роста корешка. Таким образом, появление аскорбиновой кислоты в зародыше может служить химическим признаком начинаяющегося прорастания семян бересклета.

Таблица 2
Глютатион и аскорбиновая кислота в зародышах

№ опыта	Зародыши	Влажность в %		Глютатион в мг % на сух. веш.	Аскорбин. кис- лота в мг % на сух. веш.
		зародышей	эндосперма с оболочками		
1	Из семян исходных	4,9	5,5	105,9	0
	Из семян набухавших на бумаге: 3 суток	29,2	23,3	216,8	0
	9 "	47,1	35,2	257,0	0
	2,5 мес.	49,9	37,8	365,2	0
	7,0 "	44,9	34,8	—	—
	Из семян стратифицированных: 3 мес.	49,7	32,0	262,0	0
	6 "	46,5	31,9	—	—
	Из семян исходных	8,7	—	31,2	0
	Выделенные и набухавшие на бумаге 3—4 суток	62,0	—	260,5	44,9
	Выделенные и проросшие на бумаге	85,0	—	64,0	265,6

Из данных этих опытов можно сделать вывод, что при стратификации имеют место глубокие биохимические превращения. Жиры и белки начинают превращаться в более простые подвижные соединения, идущие на питание зародыша; происходят превращения в углеводном комплексе семян. Особенно существенные количественные изменения претерпевают такие подвижные соединения, как глютатион и аскорбиновая кислота, играющие важную роль в окислительно-восстановительных процессах. Таким образом, при стратификации идут биохимические превращения, подготавливающие последующее более быстрое и легкое прорастание семени.

Переходя к вопросу о причине медленного прорастания семян бересклета бородавчатого, необходимо отметить, что зародыш лежит в эндосперме зрелого семени как бы в лульке и, повидимому, не связан с эндоспермом каким-либо образованием (подвеском) для перетекания питательных веществ, как это, например, имеет место в семенах кедра. В 1948 г. мы установили, что, будучи выделены из семян, зародыши бересклета бородавчатого начинают прорастать на влажной фильтровальной бумаге или же на стерильной питательной среде уже на 7—10-е сутки. Аналогичные данные получены М. Николаевой, показавшей возможность прорастания изолированных зародышей бересклета европейского (2). Особенно хорошо зародыши бересклета прорастают в стерильных условиях на питательных средах, содержащих необходимые

Таблица 3
Прорастание выделенных зародышей на воде и стерильных питательных средах

Среда	% проросших зародышей
Минеральные соли, сахароза, аспарагин, витамин В ₆ , витамин В ₁ , никотиновая кислота	70—100
Минеральные соли, дрожжи	70—100
Минеральные соли, цистеин, гидрохлорид, индолуксусная кислота	90
Дестиллированная вода	50—60

мые для их развития и роста вещества. Это ясно видно из данных, приведенных в табл. 3.

Необходимо отметить, что на питательных средах как твердых (с агаром), так и жидких корешки образовывались более толстые и сами зародыши имели более здоровый и крепкий вид, чем зародыши, проросшие на дистиллированной воде (см. рис. 1). Все это говорит о том, что зародыш готов к прорастанию, но не прорастает в целом семени вследствие каких-то причин, одна из которых заключается в отсутствии достаточного количества легко растворимых питательных веществ.

Далее, нас интересовал вопрос о жизнеспособности этих проросших зародышей, для чего несколько проросших зародышей были высажены в землю и поставлены в камеру с освещением бородатыми лампами, дающими красные лучи. В таких условиях зародыши быстро позеленели, укоренились и уже через две недели начали выпускать следующие листочки. В настоящее время годовалые растенцы имеют размеры от 5 до 10 см.

Возникает следующий вопрос: если зародыш готов к прорастанию, то почему он столь медленно прорастает при посеве стратифицированными семенами? Естественно было предположить, что прорастание задерживается оболочкой семян. Однако снятие оболочки положительных результатов не давало. Также не дали положительных результатов накалывание и надрез семян с целью облегчения доступа влаги и кислорода к зародышу.

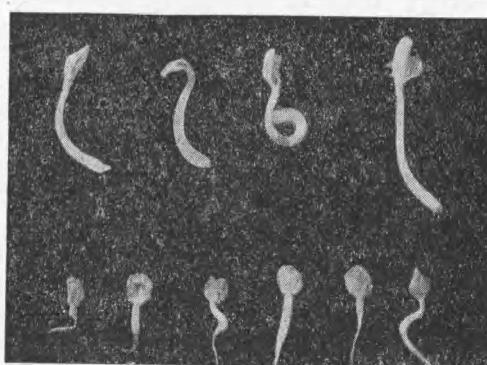


Рис. 1. Зародыши, проросшие на воде (нижний ряд) и на питательных средах (верхний ряд)

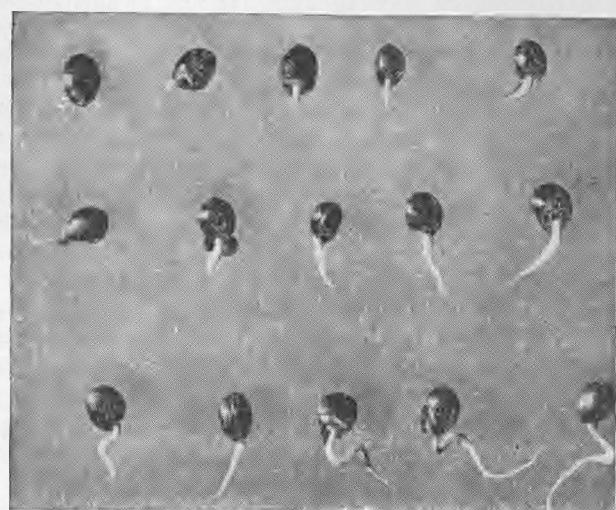


Рис. 2. Проросшие семена с освобожденными кончиками корешков

помещались на влажную фильтровальную бумагу или вату и остав-
7 дан, т. 73, № 3

При постановке опытов для разрешения задачи ускорения прорастания семян мы задались целью облегчить доступ воздуха и влаги к зародышу, устранить механическое препятствие прорастанию корешка со стороны оболочки и эндосперма, сохранив вместе с тем защитное действие оболочки и эндосперма. Все эти условия сохраняются, если удалить незначительную часть оболочки и эндосперма только около кончика корешка зародыша.

Подготовленные таким образом семена

лялись при комнатной температуре. Оказалось, что такие семена начинают прорастать уже на 7—10-й день (см. рис. 2).

Исходя из представлений Т. Д. Лысенко по вопросу о природе покоя семян⁽³⁾ и из наблюдений в этой области, сделанных в нашей лаборатории⁽⁴⁾, мы предполагали, что, наряду с механическим препятствием росту корешка, важнейшей причиной медленного прорастания является недостаточный доступ воды и кислорода к зародышу. Из данных табл. 2 совершенно очевидно, что прорастание зародыша начинается лишь после того, как он достигает значительной влажности (62—85%), превышающей ту влажность, которую он достигает при стратификации или набухании семян на влажной фильтровальной бумаге. Надрез оболочки семени со стороны корешка способствует проникновению влаги к зародышу. Это ясно видно из нижеследующих данных, показывающих результаты определенной влажности зародышей в семенах, набухающих на влажной фильтровальной бумаге (см. табл. 4).

Таблица 4

Продолжит. набухания на бу- маге (в сутках)	Влажность (в %) зародышей из семян	
	с освобожден- ным кончиком корешка зародыша	цельных
5	56,7	56,3
7	62,1	56,7

ной фильтровальной бумаге энергия дыхания у семян с освобожденными корешками уже на 2-й день набухания в 4 раза выше энергии дыхания неповрежденных семян (см. табл. 5).

Интересно отметить, что дыхательный коэффициент набухающих семян бересклета вначале больше единицы, а затем близок к единице; однако, как показал ряд наших опытов, у начинающих прорастать зародышей он снижается до 0,5. Это свидетельствует о расходовании на дыхание содержащихся в них в значительном количестве жиров, превращающихся предварительно при этом в сахара.

Вместе с тем, совершенно очевидно, что при подобном повреждении семени наряду с влагой облегчается доступ к зародышу также и кислорода.

Действительно, опыты, проведенные нами с помощью микроманометрической методики Смирнова—Чигирева⁽⁶⁾, показали, что при набухании на влаж-

Таблица 5
Дыхание набухающих семян при темпе-
ратуре 30°
(3 г семян за 2 часа)

Продолжит. набухания (в днях)	Поглощают O ₂ в мл	Выделяют CO ₂ в мл	Дыхатель- ный коэф- фициент
Семена цельные:			
1	0,12	0,24	2,0
2	0,47	0,24	1,4
Семена надрезанные:			
1	0,34	0,42	1,2
2	0,71	0,99	1,3

Институт биохимии им. А. Н. Баха и
Институт леса
Академии наук СССР

Поступило
13 V 1950

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. Кретович, А. Бундель и Т. Дроздова, Биохимия, 13, 332 (1948).
² М. Николаева, ДАН, 71, 175 (1950). ³ Т. Лысенко, Докл. ВАСХНИЛ, в. 9, 3 (1941). ⁴ В. Кретович, Физиолого-биохимические основы хранения зерна, 1945.
⁵ А. Бах и А. Опарин, Сборн. избр. трудов акад. А. Н. Баха, 1937, стр. 461.
⁶ А. Смирнов и С. Чигирев, Биохимия, 5, 358 (1940).