

АНАТОМИЯ РАСТЕНИЙ

В. Г. АЛЕКСАНДРОВ и О. Г. АЛЕКСАНДРОВА

О СТЕКЛОВИДНОСТИ И МУЧНИСТОСТИ ЭНДОСПЕРМА ПШЕНИЦЫ

(Представлено академиком Н. И. Вавиловым 16 XI 1937)

Явления стекловидности и мучнистости зерна пшеницы помимо большого хозяйственного значения имеют еще не малый и теоретический интерес, поэтому исследованием причин этих столь своеобразных свойств пшеничных зерновок занимаются с давних пор, со второй половины прошлого столетия⁽¹⁾, продолжают заниматься и в настоящее время⁽²⁾. Однако до сих пор еще нельзя утверждать, что в науке имеется вполне исчерпывающее объяснение того, какая комбинация структурных особенностей обуславливает, с одной стороны, стекловидность ткани эндосперма, а с другой,—мучнистость ее. Изучение этих явлений микроскопическим путем обнаружило сложность их, а также и то, что в разных случаях они представляют собой результат различных сочетаний структурных элементов содержимого клеток эндосперма.

Исследование Александрова и Александровой⁽²⁾ показало, что наиболее существенную роль в создании стекловидности и мучнистости имеет мелкозерный крахмал, названный ими в отличие от крупного—пластинчатого—хондриосомным. Именно, если зерна хондриосомного крахмала огранены и плотно сомкнуты между собой, без значительных прослоек белка, создается мучнистая структура. Если же зерна хондриосомного крахмала круглые, оставляют несколько больше промежутков для белка, расположенного между ними, получается стекловидная структура. Наблюдения показывают при этом, что с различием в форме зерен хондриосомного крахмала сочетаются также различия в коллоидных и в физических (оптических) свойствах его, а также в свойствах примыкающего к тем и другим белка. Белок, окружающий ограненные крахмальные зерна,—тягучий, белок же, связанный с круглым крахмалом,—эластичный.

Продолжение исследований над структурными особенностями, присутствующими стекловидным и мучнистым разновидностям структуры эндосперма пшеницы, расширило наши представления о стекловидности и мучнистости.

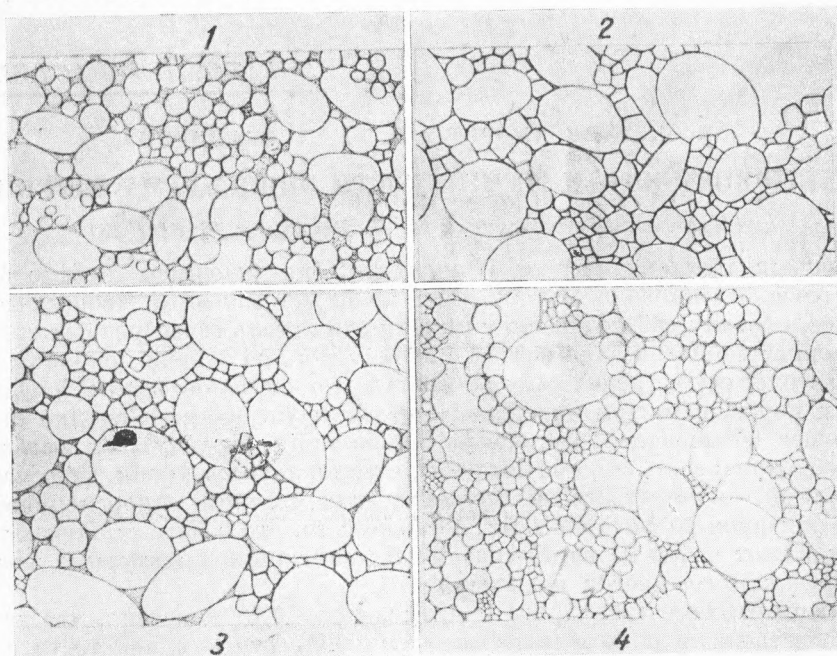
Результаты исследования излагаем в настоящей статье.

Из исследованного нами материала продемонстрируем лишь рисунки, изображающие различные участки ткани эндосперма полбы родом из Германии [*Tr. dicocum* (Schrank) Schübl. *gr. farrum* Bayle,—фрагменты 1, 2 и 3 прилагаемой фигуры] и мягкой яровой пшеницы из Китая (*Tr. vulgare* Host. *gr. lutescens* Al.—фрагмент 4 фигуры). Увеличение всюду одинаковое.

Фрагментом 1-м представлен пример структуры стекловидной ткани эндосперма полбы. Среди относительно небольших пластидных крахмальных зерен рассеяны хондриосомные крахмальные зерна двух размеров: очень мелкие и более крупные, представляющие собой как бы переход к пластидным крахмальным зернам.

Основная масса хондриосомного крахмала состоит из круглых зерен, лишь изредка местами встречаются отдельные небольшие группы ограниченных зерен хондриосомного крахмала.

Очень велики прослойки белка между крахмальными зернами. Вследствие этого зерна хондриосомного крахмала расположены очень рыхло.



Приводимый пример стекловидности эндосперма пшеничной зерновки обычен и вполне совпадает с объяснениями этого явления, приводимыми Новацким (1). Стекловидность, по всем вероятностям, обусловлена наличием больших прослоек белка, которому вообще свойственна в сухом состоянии прозрачность и хрупкость.

На фрагменте 2-м передан тоже участок стекловидной ткани эндосперма полбы. Сравнение этого фрагмента с фрагментом 1-м убеждает, как различна структура того и другого фрагментов. Во втором примере пластидные крахмальные зерна в большинстве своем относительно очень крупные, но при этом присутствуют и такие пластидные крахмальные зерна, которые по величине своей являются переходными к хондриосомному крахмалу. В первом примере наличие перехода значительно слабее выражено: различие в размерах между пластидными и хондриосомными крахмальными зернами более резко подчеркнуто.

В противоположность первому примеру во 2-м фрагменте ограниченный хондриосомный крахмал доминирует над круглым, последний представляет только как бы примесь в массе ограниченного; кроме того зерна хондриосомного крахмала весьма плотно сомкнуты друг с другом, оставляя незначительнейшие пространства для прослоек белка. Следовательно в данном случае стекловидность обусловлена не белком, а преимущественно свойствами крахмала.

В эндосперме твердых (*Tr. durum* Desf.) и мягких (*Tr. vulgare* Host.) пшениц мучнистая ткань создается массой плотно сомкнутого друг с другом весьма мелкого оgranенного крахмала. То же самое имеет место и для эндосперма *Tr. turgidum* L., а также *Tr. spelta* L. Повидимому свойства оgranенного хондриосомного крахмала полбы, создающего стекловидность ткани эндосперма, несколько иные, нежели у перечисленных выше четырех видов пшениц. У полбы по крайней мере они выделяются своей крупностью.

На фрагменте 3-м изображен участок мучнистой ткани эндосперма полбы. Мозаика его в некоторых отношениях походит на мозаику фрагмента 1-го: так же резка разница в размерах между пластидным и хондриосомным крахмалом и также солидные прослойки белка, но зерна пластидного крахмала заметно крупнее, хондриосомный же крахмал состоит преимущественно из оgranенных зерен, а круглые зерна, в противоположность фрагменту 1-му, рассеяны в значительно меньшем количестве, нежели оgranенные.

Мозаика фрагмента 3-го показывает, что для создания мучнистости ткани эндосперма не обязательно отсутствие значительных прослоек белка: иногда даже, наоборот, отсутствие белковых прослоек обуславливает стекловидность ткани эндосперма. Все эти примеры убеждают в том, что стекловидность или мучнистость в первую очередь зависят отнюдь не от белкового компонента содержимого клеток эндосперма, а от свойств крахмала. Крахмал в ряде примеров, имея одинаковую форму, оgranенную или круглую, может определенно отличаться и оптически, и в отношении консистенции, и другими свойствами.

Несомненно, роль белка в создании стекловидности тоже не малая.

Из всего этого можно вывести одно общее заключение, что стекловидность и мучнистость ткани эндосперма пшеничных зерновок в различных случаях обусловлены различными состояниями крахмала и белка. Существует несколько типов как стекловидности, так и мучнистости в связи с большим разнообразием мозаики эндосперма не только у различных видов пшениц, но даже у различных сортов, принадлежащих к одному и тому же виду.

У злаков с более простой и однородной структурой эндосперма комбинация структурных факторов, создающих стекловидность или мучнистость, тоже должна быть более однородной и простой. Так, у кукурузы, в эндосперме зерновок которой различают роговидную и мучнистую ткани, являющиеся в некоторых отношениях аналогами стекловидной и мучнистой тканей эндосперма пшеницы, структура у всех форм и сортов одинакова. Роговидные участки эндосперма кукурузы всегда построены плотно сомкнутым оgranенным крахмалом с незначительными прослойками белка, мучнистые—округлыми, рыхло расположенными, крахмальными зернами со значительными белковыми прослойками (3).

Подтверждением высказываемого нами положения о большом разнообразии структурных компонентов, слагающих стекловидную или мучнистую структуру ткани эндосперма пшениц, является фрагмент 4-й нашей фигуры, изображающий участок стекловидного эндосперма одной из мягких пшениц родом из Китая. Мозаика этого фрагмента очень сложна. Разнообразны размеры оgranенного хондриосомного крахмала, еще более разнообразны размеры круглого хондриосомного крахмала: от очень мелких до таких, которых по величине не отличишь от небольших зерен пластидного крахмала.

Хотя мозаика ткани эндосперма, представленная фрагментом 4-м, заметно отличается по своему характеру от мозаики фрагментов 1-го и 2-го, но ткань эта также стекловидная.

Вообще стекловидность и мучнистость зерновок пшениц—явления сложные. В наиболее простой форме, вне зависимости от морфологии и внутренних свойств крахмала, стекловидность бывает обусловлена разреженным распределением крахмальных зерен, т. е. наличием больших прослоек белка. Мучнистость—сложнее, образование ее в значительной доле связано со свойствами вещества крахмала, как коллоидной массы. Весьма часты случаи, когда состояние ткани эндосперма можно охарактеризовать лишь как промежуточное. В таких примерах стекловидная в основе своей ткань эндосперма отличается бросающейся в глаза мутноватостью или опалесценцией, легко выявляющейся на разрезах зерновок.

В заключение следует подчеркнуть, что по крайней мере для различных видов пшениц помимо типичных примеров стекловидности и мучнистости могут существовать еще и специфические комбинации структурных компонентов ткани эндосперма, обуславливающие стекловидность или мучнистость, т. е. если при одинаковом типе мозаики у одного вида пшеницы ткань эндосперма стекловидная, у другого вида она может быть или промежуточного характера или даже иногда мучнистой. Несомненно, причиной этого является различие в химизме отдельных компонентов структуры.

Поступило
17 XI 1937.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Nowacki, Untersuchungen über das Reifen des Getreides nebst Bemerkungen über den zweckmässigsten Zeitpunkt zur Ernte (1870). ² Александров и Александрова, Тр. по прикл. бот., генет. и сел., серия V A, № 2 (1936). ³ Александров и Яковлев, Бот. журн. СССР, 20 (1935).