

АНАТОМИЯ РАСТЕНИЙ

В. Г. АЛЕКСАНДРОВ и О. Г. АЛЕКСАНДРОВА

О СТРОЕНИИ ЩУПЛЫХ ЗЕРНОВОК ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ

(Представлено академиком Н. И. Вавиловым 20 XII 1937)

Вопрос о щуплости зерна вообще, а пшеницы в особенности, имеет большое хозяйственное значение (1). И с теоретической точки зрения явление щуплости во всем его разнообразии представляет собой интересную проблему, разрешение которой даст возможность понять ряд сторон жизни зерна. Однако в области изучения щуплости сделано еще очень мало. Например нет анатомического анализа, с достаточной долей отчетливости показывающего различие структуры щуплого зерна или семени от вполне и нормально налитого.

Задача предпринятого нами исследования, часть результатов которого излагается в настоящем сообщении,—выявить, какие структурные особенности присущи щуплым зерновкам пшеницы.

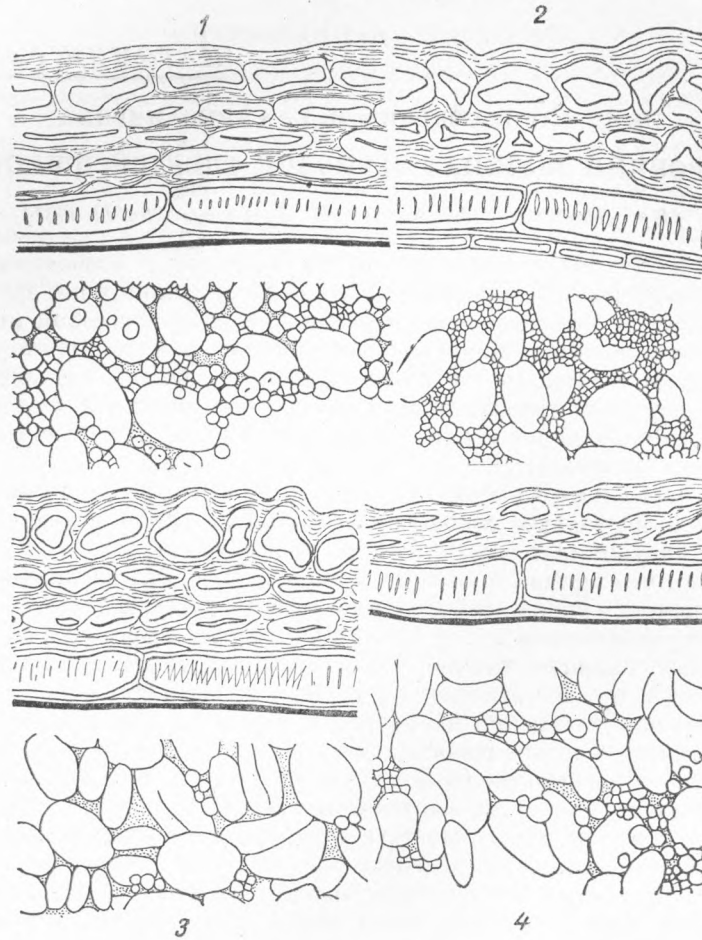
Известно, что причин щуплости зерновок пшеницы несколько: сухость воздуха и почвы, грибные заболевания, стекание (2), недостаточное созревание перед высушиванием и т. д. Различна и морфология щуплых зерновок. Морщинистые, слишком тонкие, плоские (сплюснутые), ненормально мелкие зерновки и пр. все относятся к категории щуплых.

В настоящем сообщении мы излагаем результаты исследования только над зерновками твердых пшениц. Для демонстрации нами выбран стандартный сорт Гордейформе 0189 из опытов Отдела географических посевов Всесоюзного института растениеводства 1934 г. Этот сорт обладает хорошо выраженной пластичностью и разнообразием примеров щуплости зерновок. Остановимся на рассмотрении материала только продукции б. Степного отделения Всесоюзного института растениеводства Воронежской области, Таловского района. В этом районе, входящем в состав так называемого «белого пятна», бывают урожаи пшеницы с большим процентом щуплого зерна, и притом с резко выраженными признаками щуплости. Наши исследования показали, что у твердых пшениц структурные типы щуплости в различных климатах СССР более или менее одинаковы, отличаясь лишь относительно незначительными деталями.

Так как в щуплых зерновках по сравнению с нормально развитыми и хорошо налитыми наиболее резко бросаются в глаза изменения, происходящие в структуре плодовой оболочки (перикарпия) и содержимого клетки эндосперма, то мы и опишем несколько примеров этих изменений. Демонстрируемые изменения по нашему мнению можно считать типичными. Прилагаемые фигуры 5 фрагментов зерновок с различным характером щуплости выполнены с разрезов, произведенных из средней части зерновки:

для перикарпия с семенной кожурой с боковой стороны зерновки, для эндосперма из центрального района дольки (щечки). Все препараты последовались и зарисовывались в 10% растворе сахарозы, при объективе № 7 и окуляре № 12 Цейсса.

На фрагменте 1-м изображены участки покровов и эндосперма вполне выросшей и хорошо налитой зерновки. Перикарпий состоит из 6 слоев анатомических элементов, индивидуальность которых относительно отчетливо выражена. Прекрасно видны щелевидные поры на поперечных клетках и отложения полуклетчатки в полостях анатомических элементов эпи-мезокарпия. Мозаика эндосперма разнообразна, в особенности по



отношению к хондриосомному крахмалу. Бросаются в глаза гнезда очень мелких ограниченных крахмальных зерен; более крупные ограниченные крахмальные зерна в нескольких местах тесно примыкают к пластидным крахмальным зернам. Круглые хондриосомные крахмальные зерна по количеству заметно превосходят ограниченные и значительно разнообразнее по своим размерам. Разница в величине хондриосомных крахмальных зерен, с одной стороны, и пластидных, с другой,—с достаточной определенностью подчеркнута. Зерновка стекловидная.

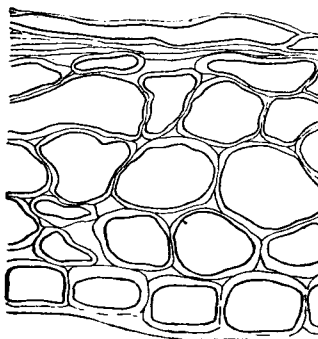
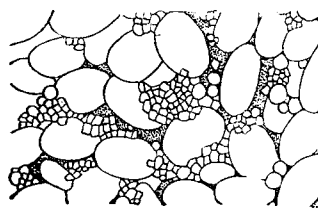
Фрагмент 2-й передает особенности структуры сильно щуплой зерновки, сплюснутой по длине своей, с мучнистым эндоспермом. Отложения полуклетчатки в клеточных полостях анатомических элементов эпи-мезо-

карпия такой же мощности, как и у хорошо налитой зерновки, но число слоев этих элементов вместо 5 (фрагмент 1-й) снижено до 2. Оформление семенной кожуры приостановилось на одной из промежуточных фаз: еще не закончилась облитерация клеток. Нормально семенная кожура пшеничной зерновки представляет собой тонкую пленку, в которой с трудом можно различить остатки слагающих ее клеток.

Структура центральной части ткани эндосперма рассматриваемого образца щуплой зерновки совершенно иная по сравнению с хорошо налитой зерновкой. Хондриосомный крахмал почти весь ограненный и очень мелкий, прослойки белка между крахмальными зернами ничтожны.

На фрагменте 3-м изображен тип структуры перикарпия и эндосперма вполне выросшей и развитой, но сильно морщинистой зерновки. Особенности такой зерновки являются плохо выраженные поры на стенках поперечных клеток и очень незначительное количество хондриосомного крахмала; в этом отношении полная противоположность зерновке вышеописанного типа щуплости (2-й фрагмент).

Пластидные крахмальные зерна в большинстве крупные, некоторые из них с продольными складками. В только что приготовленном препарате ткани эндосперма такой зерновки пластидные крахмальные зерна сильно морщинистые, каждое крахмальное зерно представляет собой маленький комочек с неопределенными очертаниями. Затем крахмальные зерна начинают довольно быстро разбухать и расправляться. В нормально развитых и налившихся зерновках таких изменений с крахмальными зернами не наблюдается: все крахмальные зерна вполне оформлены в характерные для пшеницы овальные или яйцевидные тела. Следовательно пластидные крахмальные зерна некоторых типов щуплых зерновок построены из менее плотной и чрезвычайно легко разбухающей разновидности полисахарида, нежели крахмальные зерна нормальных зерновок (подобие декстринов).



5

Фрагмент 4-й—образец структуры недоразвитой мелкой и сильно щуплой зерновки. В эпи-мезокарпии различимы лишь полости остатков двух слоев анатомических элементов, отложенный полуклетчатки не образовалось. В эндосперме хондриосомного крахмала немного, доминирует ограненный, расположенный отдельными группами. Относительно много крупных пластидных крахмальных зерен.

В этом примере щуплой зерновки пшеницы особое внимание обращает на себя состояние эпи-мезокарпия, представляющего собой почти бесструктурную пленку. Повидимому факторы, обуславливающие образование щуплой зерновки, нарушают координацию ферментов, растворяющих оболочки анатомических элементов мезокарпия. Происходит слипание оболочек в одну общую массу и облитерация клеточных полостей. Такой же метаморфоз ткани эпи-мезокарпия осуществляется нормально при созревании зерновок пленчатых пшениц (спельта, двузернянки, однозернянки и др.).

На фрагменте 5-м изображены участки перикарпия и эндосперма столь же неразвитой и мелкой зерновки, как и на фрагменте 4-м, но не морщинистой. Число слоев анатомических элементов перикарпия осталось

такое же, как и в нормально развитой и налившейся зерновке (фрагмент 1-й), но слипание клеточных оболочек и отложения полуклетчатки отсутствуют, поэтому в невыросшей в недоразвитой зерновке каждая клетка перикарпия хорошо сохранила свою индивидуальную выраженность; между клетками расположены относительно большие межклетники. Поперечные клетки совсем не обнаруживают присутствия пор при нашем методе исследования, да и форма поперечных клеток указывает на еще не закончившееся развитие их. Перикарпий имеет все признаки недоразвития, хотя содержимое клеток (крахмальные зерна, обильные в клетках перикарпия молодых зерновок) отсутствует. Незаметно в них также ни протоплазмы, ни ядра—клетки мертвые.

Структура содержимого клеток эндосперма щуплой зерновки типа, изображенного на фрагменте 5-м, в общем такая же, как и на фрагменте 4-м, только оgranенного хондриосомного крахмала еще больше и доминирование его над круглым еще более очевидно, расположен он также гнездами.

Итак, структурные изменения, выявляющиеся в щуплых зерновках твердой пшеницы, по сравнению с состоянием структуры нормально развитых и хорошо налившихся зерновок разнообразны, как разнообразны самые причины, обуславливающие щуплость. Эти изменения распространяются как на перикарпий, так и на крахмалистую часть эндосперма, в особенности центральный район ее.

Проанализируем происходящие изменения.

Во время периода роста зерновки, предшествующего наливу и созреванию ее, создается и накапливается в эндосперме лишь пластидный крахмал. Затем, начиная со стадии ранней молочной спелости, появляется хондриосомный крахмал, заполняющий промежутки между пластидным^(3,4). По исследованиям Александровых⁽⁴⁾, хондриосомный крахмал, возникающий в начале процесса налива, мелкий, однородный, оgranенный и образует гнездами. Позднее начинают отлагаться круглый хондриосомный крахмал часто разнообразных размеров и зерна более крупного оgranенного хондриосомного крахмала.

В недозрелых зерновках (фрагмент 5-й) гнездно расположенный, мелкий, оgranенный хондриосомный крахмал особенно отчетливо выделяется. Гнезда этого крахмала видны и в нормально выросших и налитых зерновках (фрагмент 1-й). В зерновках же морщинистых, щуплых в зависимости от того, когда факторы, обуславливающие щуплость, начали свое действие на формирующуюся зерновку и какого рода эти факторы, мелкий оgranенный хондриосомный крахмал то накапливается в исключительно большом количестве (фрагмент 2-й, зерновка высохла в самом начале налива), то почти совершенно отсутствует (фрагмент 3-й, факторы, обуславливающие щуплость, начали действовать на зерновку, уже значительно продвинувшуюся в своем наливе). Последний случай заслуживает особого внимания с точки зрения понимания физиологии зерновки пшеницы. В такой зерновке мелкий хондриосомный оgranенный крахмал, всегда возникающий в первую очередь, несомненно растворился и растворился невидимому для того, чтобы повысить осмотическое давление в ткани эндосперма, в противодействие влиянию высокого напряжения климатических факторов, вызывающих щуплость.

Анатомическая лаборатория.
Всесоюзный институт растениеводства.
Пушкин.

Поступило
23 XII 1937.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ М е д в е д е в, Социалистическое растениеводство, 14, 25—41 (1935). ² C h o l o d n y, Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch., L., 562—570 (1933). ³ H a r l a n, Journ. of Agricult. Research, 19, 393—429 (1920). ⁴ А л е к с а н д р о в и А л е к с а н д р о в а, Тр. по прикл. бот., ген. и сел., серия VA, 2, 43—57 (1936).