

АНАТОМИЯ РАСТЕНИЙ

В. Г. АЛЕКСАНДРОВ и О. Г. АЛЕКСАНДРОВА

О НАЛИВЕ И ЩУПЛОСТИ ЗЕРНОВОК МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

(Представлено академиком Н. И. Вавиловым 2 II 1938)

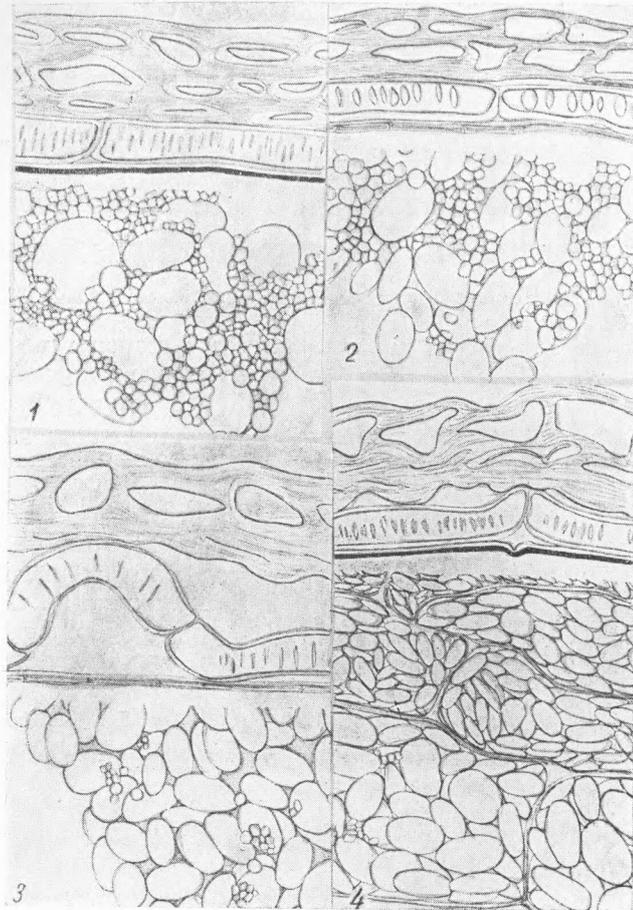
Хотя внешние признаки, характеризующие хорошо налитые и щуплые зерновки твердых и мягких пшениц, на первый взгляд кажутся совершенно одинаковыми, более внимательный анализ различных проявлений щуплости зерновок обоих видов пшеницы обнаруживает различия в довольно существенных деталях (в особенности сравнительно-анатомический анализ).

В настоящем сообщении излагается часть результатов анатомического изучения различных примеров щуплых зерновок стандартного сорта Лютесценс 062, полученных от Отдела географических посевов Всесоюзного института растениеводства (опыты 1934 г., урожай б. Степного отделения этого института). Среди мягких пшениц сорт Лютесценс 062 отличается большой степенью изменчивости ряда хозяйственных признаков зерна, что указывает на значительную пластичность сорта. Описание примеров структуры щуплых зерновок твердой пшеницы нами дано в одном из предыдущих наших сообщений⁽¹⁾. Там же приводится и методика исследования.

На фрагменте 1 изображены участки покрова и эндосперма выросшей и хорошо налитой зерновки. В перикарпии можно вполне отчетливо различить наличие трех слоев анатомических элементов эпи-мезокарпии с отложениями полуклетчатки в полостях их. Видны явные признаки облитерации клеточных полостей этих элементов и слияния наружных слоев их оболочек в одну сплошную массу. Наиболее структурно сохранившимися в перикарпии являются поперечные клетки с часто расположенными целевидными порами.

Структура центральной части ткани эндосперма нормально выросшей и налитой зерновки мягкой пшеницы отличается по сравнению с типом структуры твердой пшеницы обилием хондрисомного ограненного крахмала и, наоборот, относительно меньшим содержанием круглого хондриосомного крахмала. Ограненные крахмальные зерна образуют конгломераты, отдельные зерна которых настолько плотно спаяны друг с другом, что при искусственном разрушении ткани эндосперма нередко остаются нерассыпавшимися. Зерновки с таким эндоспермом отличаются промежуточными признаками между стекловидностью и мучнистостью, т. е. наряду с определенно выраженным стекловидным характером обладают некоторой мутноватостью (опалесценцией). Лучше всего опалесценция выявляется на поперечных срезах зерновки.

На фрагменте 2 изображены участки покрова и эндосперма мелкой весьма мало выросшей по сравнению с размерами завязи, но вполне налитой, гладкой и по внешнему виду зрелой зерновки. Отложенный полуклетчатки в эпи-мезокарпии нет. Поперечные клетки не везде хорошо развиты, в некоторых местах зерновки сплюснутые, отличаются широкими, относительно редко поставленными порами. В семенной кожуре [довольно



хорошо различимы отдельные клетки, составляющие внутренний слой кожуры. Все это указывает на незаконченность в покровах рассматриваемой зерновки процессов, обуславливающих созревание покровов, хотя зерновка и кажется совершенно зрелой.

Такая же незаконченность по сравнению с зерновкой нормальных размеров видна и в структуре центральной части ткани эндосперма: накопилось значительно меньше круглого хондриосомного крахмала. Как нами уже было показано (1), круглый хондриосомный крахмал откладывается во вторую очередь после мелкого ограненного, да и ограненного хондриосомного крахмала в невыросшей зерновке образовалось сравнительно очень немного, прослойки белка между ними большие. Зерновка стекловидная.

В итоге в ненормально мелкой зерновке и покровы и ткань эндосперма характеризуются некоторыми структурными признаками, отличающими их от вполне выросшей зерновки, которые можно назвать признаками

недостаточного дозревания. Однако эти признаки неполной зрелости покровов и эндосперма координационно связаны между собой и структура такой щуплой зерновки также гармонична, как и вполне нормально развитой совершенно зрелой зерновки.

Несколько другое наблюдается в морщинистых зерновках.

На фрагменте 3 изображены участки покрова и эндосперма взрослей, но сильно морщинистой зерновки. Структура эндосперма типичнейшая для зерновки с резко выраженными признаками щуплости: ткань эндосперма почти сплошь заполнена пластидными крахмальными зернами, лишь изредка встречаются островки мелкого ограненного хондриосомного крахмала и еще реже отдельные зерна круглого хондриосомного крахмала. Вполне очевидно, что созревание содержимого клеток ткани эндосперма приостановилось на одной из ранних стадий этого процесса. Иное впечатление получается при исследовании перикарпия. В эпи-мезокарпии видны отложения полуклетчатки, поры поперечных клеток хотя относительно и редко представлены, но по строению своему вполне соответствуют порам поперечных клеток нормально налитых зерновок. Особенно бросаются в глаза характерные изгибы поперечных клеток, они указывают на то, что клетки продолжали расти еще после того, как разрастание эндосперма уже прекратилось, и не только расти, но и дальше дифференцироваться, созревать. Параллельно разрастанию и дифференциации поперечных клеток естественно продолжалось развитие и прочих анатомических элементов перикарпия, т. е. эпи-мезокарпия. В итоге структура перикарпия такой щуплой зерновки походит на структуру перикарпия вполне налитой и зрелой зерновки. Следовательно в данном случае гармонии между состоянием перикарпия и эндосперма нет: перикарпий имеет черты значительно большей зрелости, нежели эндосперм.

Еще более подчеркнута несоответствие в состоянии зрелости между перикарпием и эндоспермом в невыросшей сильно морщинистой зерновке. В такого типа щуплых зерновках выявлено два признака щуплости: мелкие размеры (недоразвитие роста) и морщинистость. Пример структуры покрова и эндосперма этих зерновок приводится фрагментом 4. Очертания поперечных разрезов зерновок со столь резко выраженной щуплостью очень причудливы и разнообразны, о каком-либо наливе не может быть и речи. Число слоев клеток эндосперма крайне незначительное.

Эндосперм заполнен почти исключительно пластидными крахмальными зернами, количество хондриосомного крахмала ничтожно мало. Нет также и отложений белка (клейковины), около крахмальных зерен различимы лишь остатки сохшейся протоплазмы. Эндосперм рассматриваемой зерновки еще более далек от состояния созревания, нежели эндосперм зерновки предыдущего примера (фрагмент 3). Обращает на себя внимание также хорошая сохранность клеточных оболочек ткани эндосперма. У высококультурных пшениц, в особенности сортов мягкой пшеницы, в процессе созревания зерновки оболочки клеток центральной части ткани эндосперма обычно почти совершенно растворяются. Сохранность оболочек—еще признак, указывающий на незрелость эндосперма, на весьма раннюю стадию его дифференциации.

Структура перикарпия обнаруживает, что эта часть зерновки в отношении созревания значительно опередила эндосперм. В некоторых анатомических элементах эпи-мезокарпия даже заметны отложения полуклетчатки. Отложения полуклетчатки бывают хорошо выражены лишь у нормально налитых и вполне зрелых зерновок высококультурных пшениц. Строение поперечных клеток нормальное.

Итак, при образовании сильно морщинистой мелкой зерновки мягкой пшеницы эндосперм засыхает в ранней стадии своей дифференциации,

плодовая же оболочка продолжает некоторое время дальнейшее развитие. Повидимому факторы, вызывающие щуплость зерновки, поражают прежде всего эндосперм, как более нежную ткань, перикарпий обнаруживает большую стойкость. Морщинистость зерновки пшеницы, как и вообще всякого злака, обусловлена несоответствием в развитии и созревании покровов и эндосперма.

Что же отличает мягкую пшеницу от твердой?

Анатомический анализ различных примеров щуплых зерновок твердых и мягких пшениц показал, что наиболее заметное различие выявляется в отношении содержимого клеток центральной части ткани эндосперма к действию факторов, вызывающих щуплость зерновки.

У твердой пшеницы, по внешнему виду нормально налитой и созревшей, имеющей вполне нормальную структуру перикарпия, нередко можно наблюдать наличие некоторой незаконченности дифференцировки эндосперма—недостаточное накопление хондриосомного крахмала, в особенности ограниченного. Это состояние можно назвать состоянием скрытой (криптогенной) щуплости.

У мягкой пшеницы, накапливающей вообще заметно больше ограниченного хондриосомного крахмала по сравнению с зерновками твердой пшеницы, границы нормального состояния налива значительно шире. Твердая пшеница имеет меньший предел налива: достаточно относительно небольших изменений в эндосперме для того, чтобы у зерновки появились качества, свойственные щуплому зерну. При наливе мягкой пшеницы может сравнительно сильно изменяться количество отложений хондриосомного ограниченного крахмала, зерновка однако будет сохранять признаки нормально налитой. При уменьшении отложений этого крахмала лишь будет усиливаться степень стекловидности зерновки, а, чем обильнее накопление его,—степень мучнистости.

Анатомическая лаборатория.
Всесоюзный институт растениеводства.
Пушкин.

Поступило
2 II 1938.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Александров и Александрова, О строении щуплых зерновок твердой пшеницы, ДАН, XVIII, № 4 (1937).

ПОПРАВКИ

В статье В. Г. Александрова и О. Г. Александровой, «Доклады», т. XVII, № 9 (1937), стр. 88, нумерацию фрагментов считать от правого нижнего угла (№ 1) в левую сторону.

В статье К. В. Бродовицкого, «Доклады», т. XVIII, № 2 (1938), стр. 86, строка 11 снизу, следует читать:

$$\sum_x^2 = \frac{n^2 - 4}{15n} \sum_y^2 \text{ вместо } \sum_x'^2 = \frac{n^2 - 4}{15n} \sum_y^2$$