

АНАТОМИЯ РАСТЕНИЙ

В. Г. АЛЕКСАНДРОВ и О. Г. АЛЕКСАНДРОВА

**О СТРОЕНИИ ЗЕРНОВКИ ПЫРЕЯ И ЖИТНЯКА (*AGROPYRUM*
GAERTH.)**

(Представлено академиком А. А. Рихтером 8 IV 1938)

Проблема пырейно-пшеничных гибридов в настоящее время имеет актуальнейшее значение. В связи с этим мы исследовали строение зерновок пыреев, наиболее часто скрещиваемых с пшеницами (*Agr. intermedium*, *elongatum*, *trichophorum*), а также форм пырея и житняка, имеющих тот или другой интерес с хозяйственной точки зрения (*Agr. repens*, *crisatum*, *prostratum*).

Материал для исследования мы получали из Отдела кормовых растений Всесоюзного института растениеводства. Исследование производилось в 50% растворе сахарозы. На приводимых фигурах помещены изображения фрагментов покровов боковой стороны и центральной части ткани эндосперма зерновки, с поперечных разрезов, произведенных через середину зерновки.

Фрагмент 1. *Agr. intermedium* из Саратовской области, один из наиболее легко скрещиваемых с пшеницей видов пырея. Структура плодовой оболочки (перикарпия) сильно редуцирована, сохранилось только два слоя анатомических элементов. Такая же редукция структуры перикарпия имеет место и у всех других исследованных нами форм пырея и житняка. Среди пшениц столь сильная редукция перикарпия происходит у представителей так называемых пленчатых пшениц: однозернянки, двузернянки (полбы) и спельты, в особенности же у диких однозернянок и двузернянок (*Tr. spontaneum* и *Tr. dicoccoides*). Структура перикарпия зерновок различных *Agropyrum* в отношении редукции ее не только совершенно подобна структуре перикарпия зерновок диких однозернянок (*Tr. thaoudar* и *Tr. aegilopoides*), но и зерновок различных форм дикой ржи (*Secale montanum*, *Vavilovii*, *silvestre*) и *Aegilops*, например *Aeg. ventricosa*, *triaristata*, *longissima*. Различия лишь в деталях структуры, характеризующих с той или другой определенностью каждый вид пырея и создающих специфические черты строения перикарпия, свойственные вообще роду *Agropyrum*. Мозаика структуры ткани эндосперма зерновки *Agr. intermedium* довольно сложная и по типу своему вполне напоминает мозаику ткани эндосперма пшеницы, в особенности *Tr. vulgare*. Наиболее сильно сходство с эндоспермом мягкой пшеницы подчеркивается относительным обилием и разнообразием ограненного хондриосомного крахмала.

в. озапка структуры ткани эндосперма *Agr. trichophorum* [исследован образец из Степного отделения Всесоюзного института растениеводства (ВИР), Воронежской области] такого же характера, как и *Agr. intermedium*, только крупных прослоек белка между группами хондриосомного ограниченного крахмала почти совсем нет. Поэтому все крахмальные зерна центральной части эндосперма плотно сомкнуты друг с другом.

У *Agr. elongatum* (образец зерновок собран на Украине, но подобную же структуру зерновок имеют образцы из западного Казахстана) прослойки белка в центральной части эндосперма развиты весьма сильно (фрагмент 2); на поперечных клетках прекрасно дифференцированы щелевидные поры. Но ограниченный хондриосомный крахмал не столь разнообразен, как у *Agr. intermedium* (фрагмент 1), и не столь обилен, притом заметно крупнее. Структура центральной части ткани эндосперма *Agr. elongatum* весьма походит на структуру эндосперма щуплой зерновки мягкой пшеницы (фрагмент 4—мелкая, не выросшая, но не морщицистая, зерновка сорта Лютеценс 062). Сходству структуры эндосперма соответствует также и сходство структуры перикарпия. В случае щуплости зерновки мягкой пшеницы, изображенной на фрагменте 4, в клетках эпимезокарпия также нет отложений полуклетчатки, и вся ткань эпимезокарпия обнаруживает признаки облитерации отдельных анатомических элементов и слияния между собой оболочек их, как и у всех исследованных нами форм пырея и житняка.

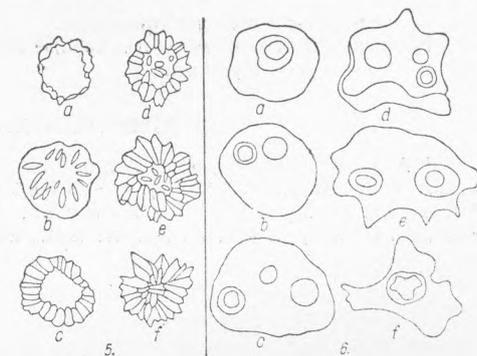
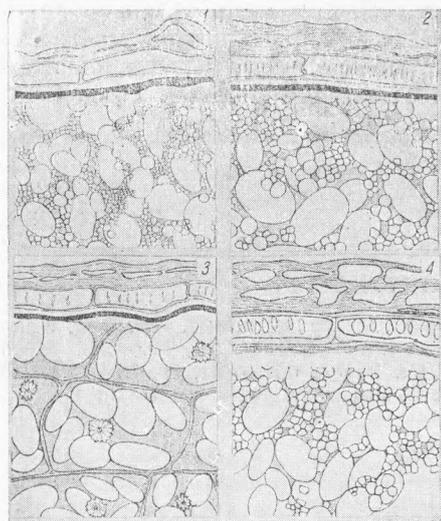
Следовательно зерновки различных форм *Agropyrum*, если судить по особенностям структуры перикарпия и центральной части ткани эндосперма, даже в весьма существенных деталях походят на строение щуплой зерновки мягкой пшеницы, именно зерновки мелкой, не выросшей, преждевременно созревшей (инфантильной).

Структура перикарпия всех исследованных нами форм *Agropyrum* совершенно однотипна, отличаясь от вида к виду относительно незначительными деталями; всюду перикарпий зрелой зерновки состоит из более или менее хорошо выраженных поперечных клеток и остатков ткани эпимезокарпия в виде одного слоя анатомических элементов, часто в значительной доле облитерированных. Строение содержимого клеток центральной части ткани эндосперма зерновок *Agr. repens* походит и на *Agr. elongatum* и на *Agr. trichophorum*, в зависимости от места происхождения исследованного образца (Казахстан или Украина). Возможно, что мы исследовали две систематически различные формы пырея.

Особенно резко выделяется среди прочих видов пырея структура эндосперма *Agr. cristatum* (фрагмент 3). Мы исследовали образцы и из северного Казахстана и с Урала,—картина одинаковая. Своеобразие структуры выражается в том, что в эндосперме этого вида пырея или совершенно нет хондриосомного крахмала, столь обильного у пыреев, относящихся к группе, включающей *Agr. intermedium*, *Agr. elongatum* и др., или же хондриосомного крахмала образуется относительно ничтожное количество. В тех клетках эндосперма, где отсутствует хондриосомный крахмал, всегда присутствует друза оксалата кальция и притом всегда в единственном числе; где же хондриосомный крахмал есть, друза оксалата кальция отсутствует. Эти факты с несомненностью указывают на то, что между образованием друзы оксалата кальция и образованием хондриосомного крахмала существует теснейшая связь. Анализируя интересующие нас друзы действием серной кислоты, наряду с образованием иголячатых кристаллов гипса мы наблюдали также разбухание центральной массы друзы, в разбухшем состоянии иногда весьма напоминающей по очертаниям своим клеточное ядро. Путем соответствующих окрасок и обработки срезов раствором хлорал-гидрата мы убедились, что ядер в клетках, содержащих друзы оксалата кальция, даже остатков клеточных ядер, не

наблюдается. В срезах некоторых зерновок *Agr. cristatum*, повидимому не вполне дозревших, просветленных хлорал-гидратом, можно видеть ряд постепенных стадий метаморфоза остатков клеточного ядра в друзу оксалата кальция. Наиболее ранние стадии такого своеобразного метаморфоза присутствуют по периферии эндосперма, вблизи к алейроновому слою, более поздние—по направлению к центральной части ткани эндосперма. На фрагменте 5 изображены последовательные стадии этого метаморфоза (зарисованы при окуляре 12 и иммерсионном объективе 90 Цейсса). Сначала по периферии ядра появляются мелкие и недостаточно отчетливо выраженные кристаллики оксалата кальция (фрагмент 5, *a*), затем кристаллы разрастаются, становясь при этом более отчетливыми (фрагмент 5, *c* и *d*). В центре ткани эндосперма друзы вполне оформлены (фрагмент 5, *f*).

Итак, ядра клеток эндосперма зерновок *Agr. cristatum* по мере созревания зерновки как бы метаморфозируются в друзы оксалата кальция. (Следует при этом еще отметить, что оболочки клеток эндосперма, содержащих друзы, прекрасно сохраняются и во вполне зрелой зерновке, тогда как оболочки клеток эндосперма других форм пырея, не имеющих друз



и содержащих обильные скопления хондриосомного крахмала, в зрелых зерновках большей частью почти неразличимы.)

Конечно о метаморфозе ядра в данном случае приходится говорить лишь фигурально. Дело в том, что довольно многочисленными исследованиями доказано разрушение ядер в клетках эндосперма злаков во время процесса созревания зерновки (1). На фрагменте 6 изображены клеточные ядра ткани эндосперма из верхушечного района зерновки *Tr. polonicum*, собранной в состоянии восковой спелости на Полярном отделении ВИР (Хибины), где процесс созревания пшениц вообще заметно задерживается. По периферии эндосперма (*a* и *b*) ядра имеют более или менее нормальные очертания, в центральных же участках эндоспермальной ткани (*d*, *e* и *f*) форма ядер сильно искажена. В более поздней стадии созревания зерновки ядра эндосперма совершенно разрушаются: от них остаются лишь безформенные интенсивно окрашивающиеся комочки. В зрелых зерновках мягких и некоторых твердых пшениц нередко даже и таких комочков не остается: все разрушается. Так же и в клетках эндосперма пырея, где не образуется друз, иногда видны остатки ядер (например *Agr. orientale*), часто же ядра бесследно разрушаются (*Agr. intermedium*, *repens* и др.). Следовательно друзы оксалата кальция образуется на месте разрушившегося клеточного ядра. Друзы оксалата кальция отмечены также в эндо-

сперме незрелых зерновок кукурузы (2). При созревании зерновки они растворяются. Легко можно наблюдать образование друз оксалата кальция, состоящих из игольчатых кристалликов, происходящее при разрушении клеточных ядер в чешуях некоторых сортов лука, у основания луковицы, в местах перехода невысохших участков чешуи в высохшие. Почти всегда такие друзы располагаются около большого призматического кристалла оксалата, обычного для шелухи лука, затем постепенно друзы входят в состав этого кристалла в виде небольшого лучистого тельца. Присутствие друз в кристаллах лука указано в исследовании Александрова и Тимофеева (3).

Обнаруженный нами факт образования друз оксалата вместо ядер при созревании зерновки *Agr. cristatum* в сочетании с отсутствием хондриосомного крахмала в эндосперме заслуживает внимания с точки зрения происхождения пластид. В эндосперме злаков существует два существенно различных типа крахмалообразователей. Пластидный крахмал образуется пластидами, наследственно передаваемыми как таковые. Хондриосомный крахмал образуется хондриосомами или вообще телами, своим возникновением связанными с процессом нормального разрушения клеточного ядра, т. е. телами повидимому иного происхождения, нежели пластиды. Это тем более вероятно, что в недавнее время Сорокиной (4) доказана взаимная независимость происхождения пластид и хондриосом.

Анатомическая лаборатория.
Всесоюзный институт растениеводства.
Пушкин.

Поступило
10 IV 1938.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Александров и Александрова, Тр. по прикл. бот., ген. и сел., серия V A, 2, 43—57 (1936). ² Niethammer, *Planta*, 12, 397—413 (1930).
³ Александров и Тимофеев, Журн. Русск. бот. о-ва, 10, 55—70 (1925).
⁴ Sorokina, *Amer. Journ. of. Bot.*, 25, 28—33 (1938).