

АНАТОМИЯ РАСТЕНИЙ

М. С. ЯКОВЛЕВ

СТРОЕНИЕ ЭНДОСПЕРМА ОСНОВНЫХ СЕЛЕКЦИОННЫХ СОРТОВ ПШЕНИЦ СССР

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

При детальном исследовании структуры эндосперма пшеницы было установлено наличие пластидного и хондриосомного крахмала. Их форма и взаимоотношение друг с другом создают так называемую мозаику эндосперма, характерную для основных групп пшениц⁽¹⁾.

Отмечено, что появление хондриосомного крахмала связано с определенным моментом в развитии зерновки⁽²⁾. В стадии молочной спелости сначала происходит отложение крупных, хорошо заметных крахмальных зерен. Это первая фаза развития зерновки. Дальше следует вторая фаза, во время которой можно наблюдать отложение хондриосомного крахмала. Отсюда понятно, что роль и значение пластидного и хондриосомного крахмала весьма существенны в процессе формирования зерновки. При такой предпосылке легче понять структуру эндосперма.

Благодаря дифференциации крахмала на два основных типа (пластидный и хондриосомный) впервые удалось вскрыть характерные особенности в строении эндосперма ряда сортов. С этой целью были исследованы: 1) озимые мягкие пшеницы—Украинка var. *erythrosperrum* Körn., Заря 2537/64 var. *erythrosperrum* Körn. и Гостианум 237 var. *hostianum* Clem.; 2) яровые мягкие пшеницы—Саррубра var. *alborubrum* Körn., Лютеценс 0.62 var. *lutescens* Körn. и Балаганка var. *ferrugineum* Al.; 3) твердые пшеницы—Гордеиформе 0432 и 027 var. *hordeiforme* Host., Мелянопус 069 var. *melanopus* Al.

Строение ткани эндосперма изучалось на срезах, приготовленных из середины зерновки в трех зонах: I—центральная, II—средняя между периферической и центральной частью и III—периферическая, непосредственно под алейроновым слоем. Эти зоны примерно соответствуют первой, третьей и пятой зонам Кобба⁽³⁾, для которых приводятся следующие данные содержания клейковины: первая—7.4%, третья—9.5% и пятая—16.5%; но Кобб не приводит характеристики крахмала в этих зонах. В работах других авторов⁽⁴⁾ приводятся указания на микроскопические исследования крахмальных зерен. Однако во всех этих исследованиях крахмал рассматривается как инертное запасное вещество вне связи с общей структурой эндосперма. Это приводит к неправильному представлению о крахмале как основном компоненте эндосперма. Даже форма крахмальных зерен, не говоря уже о мозаике, ускользала от наблюдателей. Лишь в растворах сахаров⁽²⁾ удалось сохранить истинную кар-

тину расположения крахмальных зерен в эндосперме зерновок. В наших исследованиях применялся 20% раствор сахарозы. Хорошие результаты получались и при наблюдении в концентрированных (100%) растворах. Крахмальные зерна совершенно не выпадали из клеток, белок хорошо был виден. При наличии тягучей клейковины нити ее так же хорошо заметны.

Эндосперм зерновки пшеницы представляет собой сложную систему двух основных компонентов—крахмала и белка, которые в свою очередь далеко не однородны. Все это создает большие трудности при анатомической характеристике эндосперма. Лишь при наличии хорошо разработанной методики и дифференциации крахмала на два основных типа удалось наметить характерные особенности в строении содержимого клеток эндосперма некоторых стандартов.

Для сортов с высокими хлебопекарными качествами, таких, как Украинка, Саррубра и Гордеиформе 0432 (фиг. 1), характеристика структуры эндосперма в I, II и III зонах будет следующая:

I. (Правый нижний фрагмент каждой фигуры)

Эндосперм в основе своей представлен округлым, пластидным крахмалом с ясно выраженными прослойками белка. Ограниченный хондриосомный крахмал встречается в виде небольших очагов.

II. (Левый нижний фрагмент каждой фигуры)

Эндосперм мало отличается от центральной зоны, лишь за счет уменьшения очагов хондриосомного крахмала происходит увеличение прослоек белка.

III. (Верхний фрагмент каждой фигуры)

Эндосперм весьма характерен. Полное отсутствие ограниченного, хондриосомного крахмала. Общее уменьшение размеров пластидного крахмала. Сильное отложение белка.

Такова общая картина строения эндосперма для этих пшениц. В противоположность им приведем описание другой группы пшениц с резко противоположными хлебопекарными свойствами. Сюда относятся Заря, Балаганка и Гордеиформе 027 (фиг. 2).

I. Эндосперм в основе представлен ограниченным, хондриосомным крахмалом. Прослойки белка значительно меньшей мощности по сравнению с первой группой.

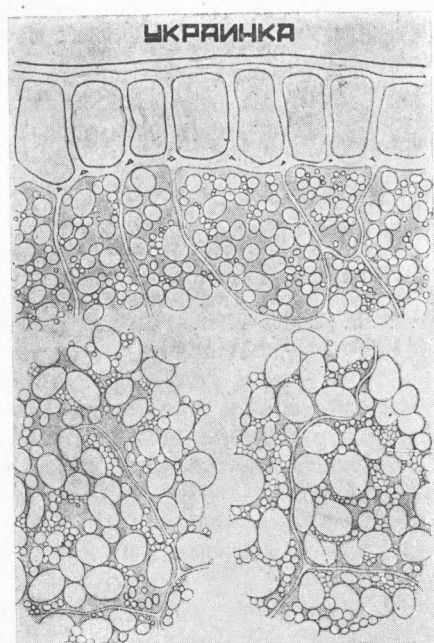
II. Преобладает хондриосомный крахмал. Заметно увеличиваются прослойки белка.

III. Эндосперм характеризуется присутствием ограниченного хондриосомного крахмала, который залегает или отдельными очагами или же окружает собой зерна пластидного крахмала.

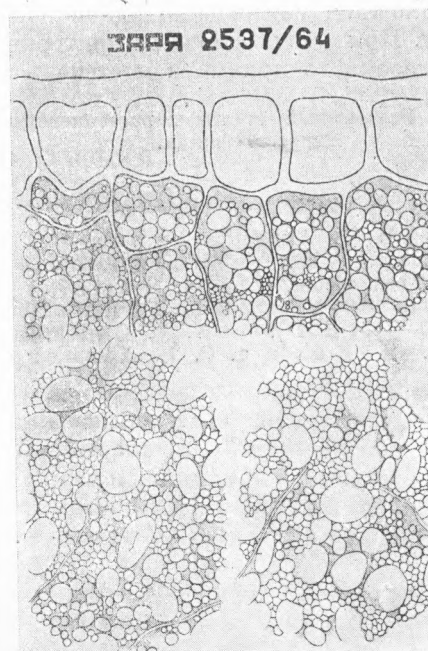
Три других сорта: Гостианум 237, Лютесценс 062 и Мелянопус 069 в отношении распределения пластидного и хондриосомного крахмала показывают промежуточную картину.

Наилучшими данными, по которым можно судить о хлебопекарных качествах муки, считается объем хлеба и отчасти его пористость⁽³⁾. Высокие показатели по объемному выходу хлеба дали Украинка—449, Саррубра—467 и Гордеиформе 0432—438. Как общее правило для этих сортов можно отметить наличие больших белковых прослоек, отсутствие хондриосомного крахмала в периферических слоях и появление его в более

глубоких слоях эндосперма, в виде небольших очагов (фиг. 1). Низкие показатели дали Заря—391, Балаганка—408 и Гордеиформе 027—237. Особенности структуры эндосперма этих сортов весьма характерны. Здесь отмечено появление в большом количестве хондриосомного ограниченного крахмала (фиг. 2). При этом хондриосомный крахмал образуется даже в периферических слоях эндосперма. Пластинные крахмальные зерна часто окружены мелкими ограниченными крахмальными зернами; белковые прослойки выражены слабее по сравнению с первой группой пшениц.



Фиг. 1.



Фиг. 2.

Установлено, что крахмал различных пшениц неодинаково клейстеризуется. Свойства крахмала в тесте, как вязкого, сильно гидратированного геля, различны у разных сортов пшениц. Чем выше вязкость крахмала, тем ниже достоинство выпекаемого хлеба (6). Повидимому это весьма важное обстоятельство связано с наличием двух типов крахмальных зерен. Ограниченные хондриосомные крахмальные зерна будут обладать иными физическими свойствами, чем зерна пластинного крахмала. Более вязкий крахмальный клейстер следует ожидать для тех сортов, в эндосперме которых присутствует в большем количестве ограниченный, хондриосомный крахмал.

Содержание клейковины в эндосперме зерна является существенным фактором, определяющим коллоидные свойства теста. Входящие в состав клейковины глиадин и глютеин качественно различны. Их коллоидные свойства варьируют в связи с сортом и условиями произрастания. Нами подмечено, что на микроскопических препаратах, приготовленных с зерновок Зари, Балаганки и Гордеиформе 027, т. е. тех сортов, у которых в большем количестве встречается ограниченный хондриосомный крахмал, всегда наблюдаются нити тягучей клейковины. Очевидно существует определенная взаимосвязь между ограниченным хондриосомным крахмалом и характерными свойствами клейковины. Различия в коллоидных свой-

ствах хондриосомного крахмала (большая вязкость, повышенная податливость диастатической активности) и вместе с тем присутствие весьма характерной клейковины (тягучие нити) создают условия, при которых получается хлеб с низкими показателями. Следовательно роль и значение хондриосомного крахмала весьма велики, и при создании новых высококачественных сортов это обстоятельство должно быть учтено. Структура эндосперма близких сортов, например Украинка и Заря (var. *erythrospertum* Körn.) или Гордеиформе 0432 и 027 (var. *hordeiforme* Host.), может обнаруживать хорошо выраженные анатомические особенности даже на зерновках, совершенно одинаковых по величине, форме и стекловидности. При этом основным критерием будет служить характер формы хондриосомного крахмала и степень накопления его.

Всесоюзный институт растениеводства.
Пушкин.

Поступило
16 XI 1937.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. Г. Александров и О. Г. Александрова, ДАН, XVII, № 9 (1937). ² В. Г. Александров и О. Г. Александрова, Тр. по прикл. бот., ген. и сел., сер. V A, № 2 (1936). ³ С. Г. Бейли, Химия пшеничной муки (1933). ⁴ J. H. Buchman a. G. G. Naudain, Ind. Engl. Chem., **15**, 1050—1051 (1923). ⁵ N. L. Cobb, Dept. Agr. N. S. Wales Misc. Pub. 539 (1905). ⁶ O. S. Kaska a. C. L. Alsberg, Cereal Chem., I, 7—25 (1924).