

УДК 633.15:581.144.4

АНАТОМИЯ ЭПИДЕРМЫ ЛИСТА КУКУРУЗЫ ДВУХ ГЕНОТИПОВ ПРИ РАЗНЫХ УРОВНЯХ ОСВЕЩЕННОСТИ

Н. П. СОКОЛОВА, И. В. ИВАНОВА

(Кафедра ботаники)

Исследовалось влияние разных уровней освещенности на структурные показатели эпидермы листа кукурузы двух генотипов одной группы скороспелости с разной потенциальной продуктивностью: интенсивного гибрида КВС 701 и стародавнего сорта Воронежская 76. Установлено, что в онтогенезе растений сорта и гибрида размеры клеток эпидермы листа, степень волнистости их стенок и плотность устьиц, а в устьичном аппарате — размеры замыкающих и сопутствующих клеток изменяются в зависимости от уровня освещенности.

При выборе густоты стояния растений гибрида и сорта наряду с их особенностями следует учитывать и структурные показатели эпидермы листа растения как реакцию на уровень освещенности.

Одним из факторов внешней среды, оказывающих влияние на анатомическое строение растений, является световой режим, который в определенных пределах можно регулировать путем изменения густоты стояния растений в посевах [5].

Эпидерма листа кукурузы изменяется при разных уровнях освещенности, что проявляется в величине замыкающих клеток устьиц, толщине их стенок, степени волнистости стенок эпидермальных клеток. У растений, выросших при интенсивном освещении, волни-

стость выражена слабее, чем при затенении [3].

Устьица, выполняя вторичную функцию в регуляции газообмена [6, 4, 9], тем не менее представляют собой «чувствительнейшие реагенты на определенную комбинацию факторов, обуславливающих произрастание растения» [1], в том числе на такой фактор, как свет. Установлено [8], что у более высоко-расположенных листьев кукурузы размеры клеток эпидермы, замыкающих клеток устьиц меньше, а плотность устьиц (число их на еди-

ницу площади) больше, чем у листьев, расположенных ниже. Эти закономерности подчиняются закону В. Р. Заленского [2], согласно которому на листьях в пределах одного побега акропетально уменьшаются извилистость боковых стенок эпидермальных клеток и размеры устьиц, увеличивается их плотность.

Целью нашего исследования было выявить в зависимости от уровня освещенности изменения в анатомии эпидермы двух генотипов кукурузы, относящихся к одной группе по скороспелости, но различающихся по потенциальной продуктивности, — интенсивного гибрида современной селекции КВС 701 (Германия) и стародавнего сорта Воронежская 76.

Методика

Работу проводили в камерах фитотрона лаборатории кафедры физиологии растений Тимирязевской академии в вегетационных сосудах объемом 6 кг. Субстратом служил кварцевый песок. В сосудах выращивали по 1 растению (повторность 3-кратная) при низкой (III вариант), средней (II) и высокой (I) освещенности — соответственно 40, 80 и 160 Вт ФАР на 1 м². Температуру поддерживали на уровне 25—28 °С, продолжительность светового периода составляла 16 ч. Для посева использовали прощенные семена. Пробы брали в фазы 6, 9 и 12-го листа [5]. Для проведения анатомических анализов части растения фиксировали в 70 % спирте. Полученные срезы (не менее 5) изучали с помощью микроскопа Р7 в растворе глицерина с водой (1 : 1) [7], измерения проводили с применением объективных окулярмикрометров. Для зарисовки использовали рисовальный аппарат Nachet. На снятой эпидерме

с нижней стороны листа в 3-кратной повторности в поле зрения ($S=6,25 \text{ мм}^2$) подсчитывали число устьиц и эпидермальных клеток, измеряли их площадь.

Анатомические признаки эпидермы (плотность и размеры устьиц, размеры клеток эпидермы, волнистость стенок их клеток, наличие коротких клеток) изучали в средней части пластинки с двух сторон от центральной жилки. Листья за счет базального роста по мере прохождения фаз до определенного времени продолжали увеличиваться в длину, поэтому серединой пластинки становилась та часть, которая в предыдущую фазу находилась ближе к основанию, что приводило к изменению анатомических признаков листа одного и того же яруса.

Результаты

В фазу 6-го листа в III варианте при одинаковом количестве эпидермальных клеток в поле зрения у растений обоих генотипов плотность устьиц и волнистость стенок эпидермальных клеток у гибрида были больше. Размеры устьичного аппарата (длина и ширина) у генотипов не различались.

Во II варианте у растений обоих генотипов плотность устьиц одинаковая, но у КВС 701 они крупнее за счет больших размеров замыкающих и сопутствующих клеток. Стенки эпидермальных клеток, особенно у сорта, имеют меньшую волнистость. Сами клетки крупнее у гибрида при меньшей их плотности.

В условиях высокой освещенности плотность устьиц при одинаковых размерах их замыкающих и сопутствующих клеток больше у гибрида, у растений гибрида КВС 701 также сильнее выражена волнистость стенок эпидермальных клеток.

С наступлением фазы 9-го листа 6-й лист продолжает еще расти, несколько изменяются и его анатомические показатели: у сорта в I варианте значительно увеличиваются размеры клеток эпидермы, в I и II — уменьшается волнистость их стенок; у гибрида во всех вариантах сохраняются большие волнистость стенок и размеры клеток устьичного аппарата. Последний показатель у сорта во II и III вариантах остается прежним, в I варианте по сравнению с фазой 6-го листа заметно вытягиваются сопутствующие и замыкающие клетки. К этому времени у обоих генотипов между обычными вытянутыми клетками эпидермы четко прослеживаются так называемые короткие клетки «short — cells» [10], которые образуются в результате антиклинального деления обычных удлиненных клеток. Число их у обоих генотипов в эпидерме листьев последующих ярусов постепенно возрастает, однако их роль в устойчивости к свету не выяснена.

У 9-го листа гибрида в эту же фазу в III варианте возрастают плотность устьиц и число эпидермальных клеток на единицу площади при большей волнистости их стенок. Замыкающие клетки гибрида короче, чем у сорта. При среднем уровне освещенности и одинаковой плотности устьиц у гибрида по сравнению с сортом они более вытянутые и меньших размеров, эпидермальные клетки сильнее вытянуты, а их клеточные стенки менее волнистые. Число этих клеток на единицу площади также больше у гибрида. При высоком уровне освещенности у обоих генотипов устьица и эпидермальные клетки крупнее, чем в других вариантах, причем у сорта длина и ширина их больше, чем у гибрида. Волнистость стенок при равном числе эпидермальных клеток на единицу площади одинаковая.

В фазу 12-го листа по сравнению с фазой 9-го листа на отмирающем 6-м листе у растений III варианта обоих генотипов размеры устьиц возрастают, особенно у сорта. Эпидермальные клетки также становятся крупнее, но волнистость их стенок несколько сглаживается. При среднем уровне освещенности у растений сорта увеличивается волнистость стенок эпидермальных клеток и они почти в 2 раза длиннее, чем у гибрида. По-прежнему длина устьиц больше у гибрида. При высоком уровне освещенности ширина эпидермальных клеток несколько больше, чем в фазу 9-го листа. Плотность устьиц и характер их распределения у сорта сохраняются прежними, однако форма и размеры их изменяются: сопутствующие клетки становятся более вытянутыми в перпендикулярном к устьичной щели направлении, размеры терминальных утолщенных частей замыкающих клеток увеличиваются. У гибрида возрастают размеры эпидермальных клеток, уменьшается плотность устьиц, и их размеры увеличиваются так же, как и у сорта.

Продолжающий расти 9-й лист в эту фазу претерпевает некоторые изменения в средней части пластинки. У растений III варианта возрастает волнистость стенок эпидермальных клеток. У гибрида при прежней плотности устьиц увеличиваются их размеры, у сорта размеры сохраняются на том же уровне, как в фазу 9-го листа, но плотность их увеличивается почти в 1,5 раза. Число коротких эпидермальных клеток у обоих генотипов возрастает (рис. 1, А).

Во II варианте у гибрида увеличивается волнистость стенок эпидермальных клеток, у сорта она остается на прежнем уровне. У обоих генотипов и особенно у сорта плотность устьиц возрастает. Несколько изменяется и их форма.

Если в фазу 9-го листа в средней части пластинки у гибрида замыкающие клетки сильно вытянуты, то в фазу 12-го листа они короче и шире. У сорта, наоборот, в предшествующую фазу замыкающие клетки устьиц удлиненные, а в фазу 12-го листа они мельче и короче. Сопутствующие клетки устьиц у обоих генотипов мельче, чем в фазу 9-го листа.

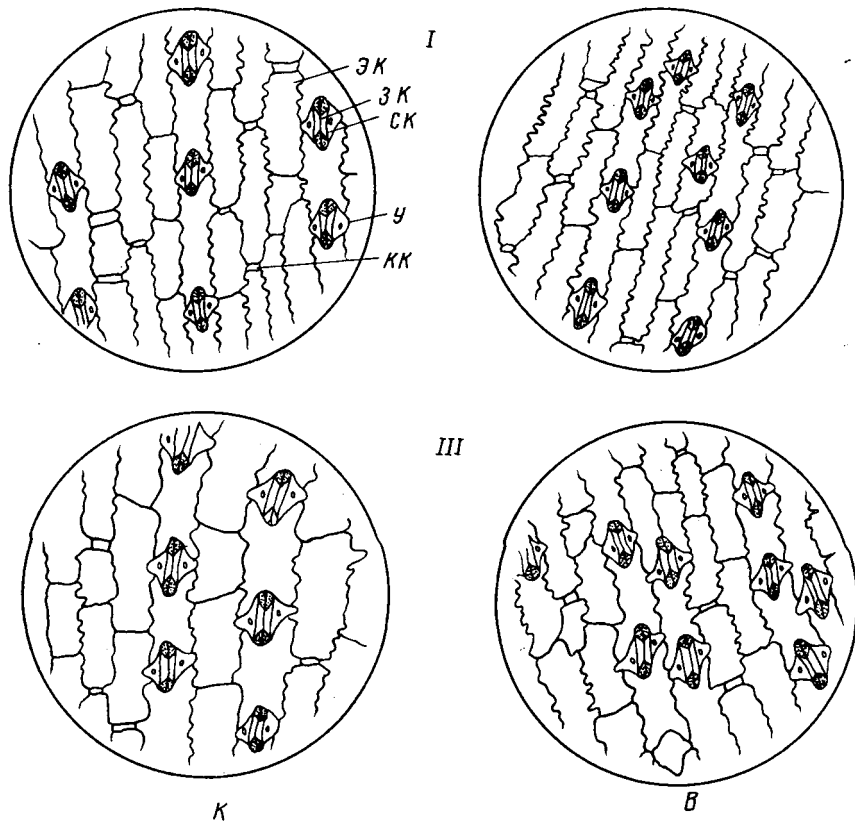
В I варианте размеры эпидермальных клеток у гибрида остаются прежними, у сорта — уменьшаются. Волнистость стенок этих клеток у

обоих генотипов не изменяется. Сопутствующие клетки устьиц у гибрида более вытянутые в перпендикулярном к устьичной щели направлении, а замыкающие клетки короче. Сопутствующие и замыкающие клетки сорта мельче, чем у гибрида (рис. 1).

В фазу 12-го листа анатомические показатели этого листа у сорта и гибрида различаются. При низком уровне освещенности очертания стенок эпидермальных клеток у гибрида сглаженные, устьица мелкие. У сорта волнистость стенок эпидер-

Рис. 1. Эпидерма 9-го листа в фазу 12-го листа в I и III вариантах.

В — Воронежская 76; *К* — КВС 701; *ЭК*, *ЗК*, *СК*, *КК* — соответственно эпидермальные, замыкающие, сопутствующие и короткие клетки; *У* — устьице.



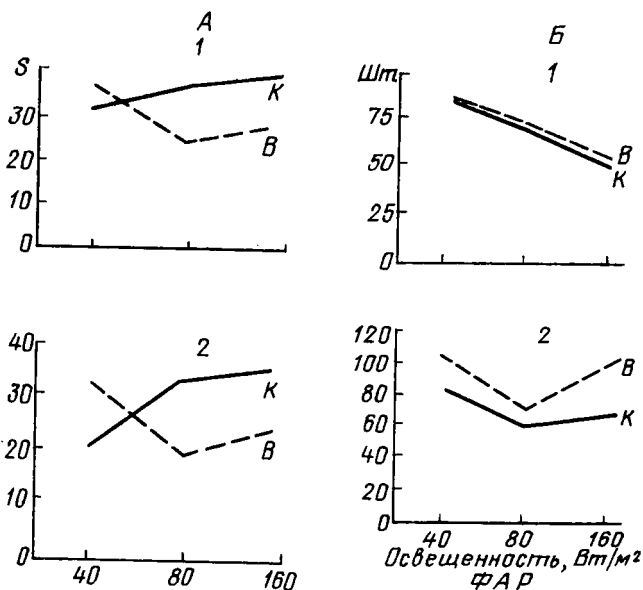


Рис. 2. Площадь (А) и число (Б) клеток эпидермы в поле зрения. 1 — 6-й лист; 2 — 9-й лист; В — Воронежская 76; К — КВС 701.

мальных клеток достаточно четко выражена, хотя она более сглажена, чем у листьев, лежащих ниже ярусов, а сами устьица крупнее, чем у гибрида. При среднем уровне освещенности у обоих генотипов волнистость стенок эпидермальных клеток средневыраженная, плотность устьиц практически одинаковая, но у КВС 701 размеры их мельче. Коротких клеток у гибрида больше. При высоком уровне освещенности эпидермальные клетки крупнее у гибрида, но на единицу площади их больше у сорта. Волнистость стенок у обоих генотипов такая же, как при среднем уровне освещенности. Плотность устьиц почти одинаковая, но у гибрида они крупнее (рис. 2).

Заключение

Результаты изучения анатомических показателей эпидермы листа двух генотипов позволяют в сравнительном плане представить их динамику в зависимости от возраста листа и реакцию на разные уровни освещенности.

Плотность устьиц в онтогенезе 6, 9 и 12-го листьев во всех вариантах у обоих генотипов изменяется однонаправленно, возрастая по мере роста органа к фазе 12-го листа; при увеличении уровня освещенности этот показатель уменьшается. Размеры устьиц при среднем и высоком уровнях освещенности больше у гибрида, что может служить показателем его мезоморфности [9].

Степень волнистости боковых стенок эпидермальных клеток находится в обратной зависимости от уровня освещенности. Уменьшение волнистости идет в акропетальном направлении в пределах одного побега, подчиняясь закону В. Р. Заленского. Большая волнистость стенок у гибрида, начиная с фазы 6-го листа, свидетельствует о его высокой требовательности к освещенности уже на ранних этапах онтогенеза. Сглаженная волнистость у сорта во всех вариантах указывает на его раннюю способность адаптироваться к разным уровням освещенности и меньшую требовательность к этому фактору. Меньшая требовательность к освещенности у сорта проявляется также и в меньшей площади его эпидермальных клеток.

При посеве гибрида и сорта наряду с другими их особенностями следует учитывать и структурные показатели эпидермы как реакцию на уровень освещенности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александров В. Г. Анатомия растений.— М.: Высшая школа, 1966.—

2. Заленский В. Р. Материалы к количественной анатомии различных листьев одних и тех же растений.— Киев: Изд-во Киевского политехн. ин-та, 1904.— 3. Козубов Г. М., Данилова М. Ф. Атлас ультраструктуры растительных клеток.— Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1972.— 4. Кошкин Е. И., Станчева И. В., Нестерова С. М. и др. Фотосинтетическая активность и накопление биомассы кукурузы разных экотипов в зависимости от спектрального состава света.— Изв. ТСХА, 1986, вып. 5, с. 103—110.— 5. Куперман Ф. М. Биологический контроль в сельском хозяйстве.— М.: Изд-во МГУ, 1962.— 6. Молдау Х. А. Влияние дефицита воды и светового режима на фотосинтетическую активность листьев.— Физиология растений, 1972, № 19, вып. 6, с. 1139—1145.— 7. Прозина М. Н. Ботаническая микротехника.— М.: Высшая школа, 1960.— 8. Раздорский В. Ф. Анатомия растений.— М.: Сов. наука, 1949.— 9. Третьяков Н. Н., Моторина М. В., Кошкин Е. И. и др. Фотосинтез, дыхание и рост различных генотипов кукурузы при оптимальном и недостаточном увлажнении.— Тез. II Всесоюз. совещ. по физиологии кукурузы. Днепропетровск: ВАСХНИЛ; ВНИИК, 1984, с. 123—124.— 10. Matcalf C. R. Anatomy of the Monocotyledones. Gramaea. Oxford at the clarendon press, 1960, p. 1—73.

Статья поступила 29 апреля 1992 г.

SUMMARY

The effect of different illumination levels on structural factors of corn leaf epidermis was studied in two genotypes of one group of early ripening with different potential production: intensive hybrid KVS 701 and ancient variety Voronezhskaja 76.

It has been found that in ontogenesis of the variety and the hybrid plants the size of epidermis cells, waviness of their walls and density of the stomata are different depending on illumination, while in stoma apparatus — the sizes of terminal and accompanying cells vary with it.

When choosing the thickness of stand for the hybrid plants and the variety plants, one should take into consideration not only their specificities, but also structural factors of epidermis as their response to the level of illumination.