

УДК 581.11

ГАЗО- И ВОДООБМЕН У РАЗНЫХ ЭКОТИПОВ КУКУРУЗЫ ПРИ ПОСТОЯННОМ И ВРЕМЕННОМ НЕДОСТАТКЕ ВЛАГИ

Е. И. КОШКИН, М. В. МОТОРИНА, В. С. КОРШУНОВА, Н. Н. ТРЕТЬЯКОВ

(Кафедра физиологии растений)

В вегетационных опытах при оптимальной влагообеспеченности (70 % НВ) гибрид кукурузы КВС 701 отличался от старого сорта Воронежская 76 более активным ростом, высокими затратами на дыхание в начале вегетации, большими размерами и более активным фотосинтетическим аппаратом. При постоянном умеренном недостатке влаги (35 % НВ) биомасса растений гибрида и сорта была примерно одинаковой и в 2 раза ниже, чем при 70 % НВ. Однако

доля дыхательных затрат от gross-фотосинтеза в целом за вегетацию (35—40 %) и транспирационный коэффициент (95—105 %) практически не зависели от условий влагообеспеченности и экотипа. Большая засухоустойчивость сорта проявилась лишь при прогрессирующей засухе и выразилась в сохранении достаточного высокого уровня фотосинтеза листьев и стебля, дыхания стебля и корней, скорости растяжения листовой пластинки и водного потенциала в ходе завядания. В период репарации, напротив, более быстрым восстановлением фотосинтеза и роста отличался гибрид.

В последние годы наблюдаются значительные различия между урожайностью новых интенсивных сортов зерновых культур на сортоучастках и в производстве, причиной чего является повышенная требовательность этих сортов к условиям выращивания, в том числе к метеорологическим условиям [3]. В связи с этим актуально изучение особенностей фотоассимиляционной деятельности, роста и дыхательного газообмена сортов, различающихся по продуктивности, при варьировании условий выращивания. Это необходимо для выявления критериев отбора форм, сочетающих высокую продуктивность с достаточной устойчивостью к неблагоприятным условиям выращивания.

В задачу настоящей работы входило исследование газо-, водообмена и продуктивности экотипов кукурузы разного эколого-географического происхождения при постоянном и временном недостатке воды с целью выявления характера взаимосвязей различных физиологических показателей, и в том числе дыхательных затрат с конечной продуктивностью.

Методика

Изучали относящиеся к группе раннеспелых высокопродуктивный гибрид кукурузы современной селекции КВС 701 (ФРГ) и менее продуктивный сорт старой селекции Воронежская 76. В первой серии опытов растения выращивали в вегетационном домике по одному в сосуде, содержащем 6 кг песка. При набивке сосудов, а также в фазы 5,8 и 11 листьев и выметывания вносили по 0,25 смеси Арнона — Хогланда. Заданная влажность песка в сосудах (70 % НВ, контроль, и 35 % НВ, опыт) обеспечивалась ежедневным двукратным поливом. Сосуды сверху закрывали плотными миртонными кружками с вырезом для стебля что препятствовало испарению воды и развитию водорослей, которые могут существенно исказить показатели дыхания корней. Для расчета транспирационного коэффициента учитывали массу поливной воды испарение с контрольных сосудов без растений.

В фазы 9 (I) и 12 (II) листьев, выметывания (III), молочной (IV) и молочно-восковой (V) спелости (уборка) учитывали на-

копление сухой массы по органам [9], а также регистрировали с помощью камер-прищепок интенсивность видимого фотосинтеза 3-го листа сверху. Повторность 10-кратная. На стебле с помощью специальных камер определяли газообмен на свету и в темноте и по разности показаний вычисляли уровень фотосинтеза стебля. К стеблю относили и влагища листьев, прилегающие к нему в месте измерения. Повторность 5-кратная. Дыхание интактных корней измеряли непосредственно в сосуде, в котором выращивали растения, по описанной ранее методике [Т4]. Повторность 3-кратная. Концентрацию CO_2 в токе воздуха определяли при помощи инфракрасного газоанализатора типа ГИП-10-МБ2. Одновременно оценивали водный обмен растений по оводненности (высушиванием до постоянной массы), водному потенциалу листьев, определяемому в растворах полиэтиленгликоля с молекулярной массой 2000, и транспирации. Транспирацию измеряли на интактных листьях в токе воздуха с помощью инфракрасного газоанализатора ГИП-7, модифи-

цированного для учета пароводяной смеси [11], а также по убыли воды в срезанных листьях, помещенных в факторостатные условия ветрового туннеля [8].

Скорость роста верхних листьев (от фазы 6-го листа до выметывания) измеряли круглосуточно в 4-кратной повторности ауксанографом. На основании учета биомассы [9] и дыхания различных органов рассчитывали распределение ассимилятов и долю дыхательных затрат (R) целого растения в гросс-фотосинтезе (P_g) по фазам вегетации. Гросс-фотосинтез равнялся сумме затрат на дыхание и прироста сухой массы растения

за определенный период вегетации. Во второй серии опытов растения выращивали в сосудах при 70 % НВ до фазы 8-го листа после чего полив прекращали и возобновляли его только на 8-й день при достижении влажности песка 23 % НВ. В период после дания растений и в течение 4 дней после возобновления полива ежедневно регистрировали интенсивность фотосинтеза 5-го и 6-го листа, дыхание стебля на свету и в темноте, дыхание корней, а также транспирацию, водный потенциал, содержание воды в

листьях и скорость роста верхнего листа

Результаты

Ранее было показано [9], что в контроле гибрид при одинаковой массе зерна на растение имел преимущество перед сортом по накоплению общей биомассы, в том числе листьев и стебля. При ограниченном водоснабжении этот показатель снижался примерно в 2 раза. В этом случае достоверной разницы между экотипами по биомассе не было, но наблюдались различия по соотношению массы органов. В контроле у гибрида большая доля вегетативной массы приходилась на стебель, а у сорта — на корни. У опытных растений, особенно у сорта, увеличивалась по отношению к контролю доля корней. Отмечено также, что в контроле гибрид отличался большей скоростью роста листьев, чем сорт особенно в дневные часы. У опытных растений изменялась суточная динамика прироста: в дневные часы рост замедлялся (особенно у гибрида), в вечерние часы изменения скорости роста были выражены слабее, а в ночные — еще слабее [9].

На рис. 1 представлены результаты измерений видимого фотосинтеза при естественном сочетании факторов внешней среды в первую половину дня. Гибрид характеризовался более высокой интенсивностью фотосинтеза (на 5—7 мг CO_2 на 1 дм^2 в час), чем сорт. К концу вегетации поглощение CO_2 снижалось и различия между экотипами исчезали. Более высокая активность ассимиляции CO_2 у гибрида сопровождалась меньшим, чем у сорта, сопротивлением мезофилла диффузии CO_2 [13].

При недостатке влаги фотосинтез у обоих экотипов подавлялся особенно у сорта. Это сопровождалось увеличением устьичного и мезофилльного сопротивления [13]. Последнее, составляя преимущественную часть в общем сопротивлении диффузии CO_2 в листе, у сорта растет сильнее [13]. Возможно, меньшее подавление фотоассимиляции у гибрида при дефиците влаги обусловлено более резким, чем у сорта, уменьшением площади листьев, что приводит к изменению донор-акцепторных отношений и усилению функциональной нагрузки на листья (тем более что початок у гибрида развит сильнее).

У кукурузы абсолютные значения фотосинтеза стебля вместе с влажными листьями на порядок ниже, чем фотосинтеза листьев. Однако при дефиците влаги фотосинтез стебля заметно увеличивается, что, видимо, является компенсаторной реакцией системы, призванной восполнить недостаток ассимилятов в растении в результате подавления фотосинтеза листовых пластинок. Этому способствует также то, что оводненность влаги листьев сохраняется на более высоком уровне. Таким образом, вклад стебля в поглощение CO_2 целого растения в сравнении с листьями незначителен, однако его нельзя недооценивать в неблагоприятных условиях выращивания.

Снижение влагообеспеченности привело к изменению соотношения активности не только фотоассимиляции CO_2 зелеными органами. Одновременно отмечено стимулирование или подавление дыхания отдельных органов, что отмечалось ранее, например, у пшеницы [4]. Так, дыхание стебля при оптимальной влагообеспеченности в фазу 9 листьев было

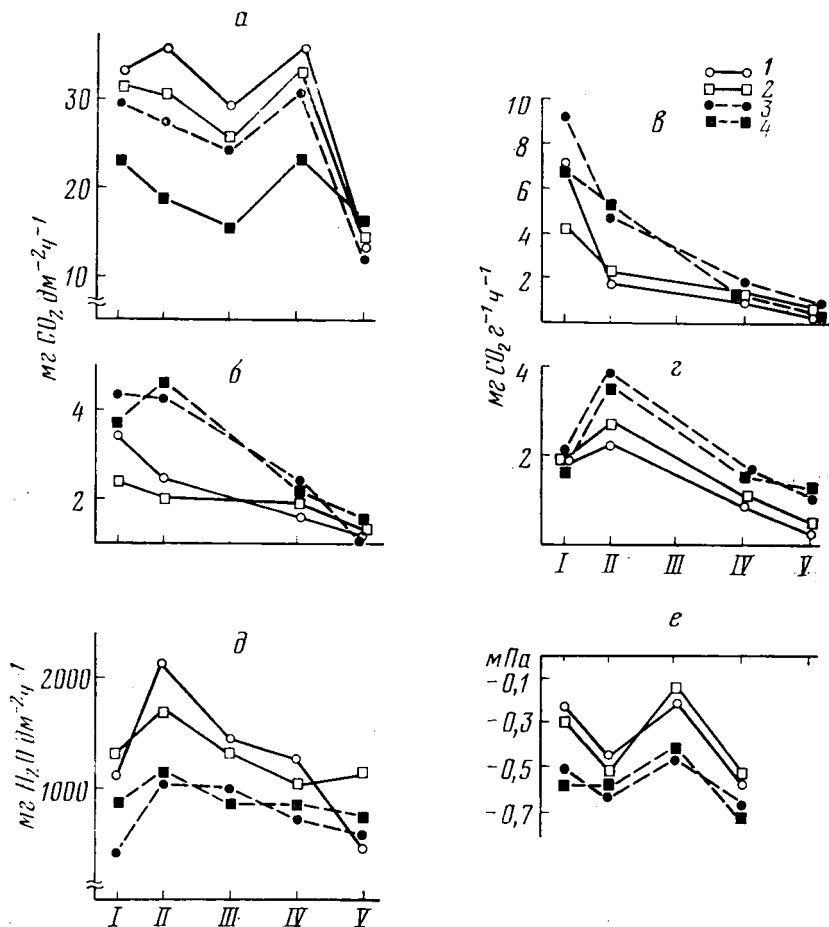


Рис. 1. Фотосинтез листьев (а) и стебля (б), дыхание стебля (в) и корней (г), транспирация (д) и водный потенциал (е) листьев в онтогенезе кукурузы при разной влагообеспеченности.

I — фаза 9 листьев; II — 12 листьев; III — выметывания; IV — молочной спелости; V — молочно-восковой спелости; 1, 3 — гибрид КВС 701; 2, 4 — сорт Воронежская 76; 1, 2 — 70% НВ; 3, 4 — 35% НВ.

выше у гибрида, чем у сорта (рис. 1, в), и мало отличалось в остальные фазы развития. Недостаток воды вызывал усиление дыхания стебля. Известно, что даже в оптимальных условиях выращивания на дыхание затрачивается до 5 % сахарозы, транспортируемой по стеблю [10]. При недостатке влаги транспорт сахарозы, видимо, тормозится, а затраты энергии на этот процесс значительно возрастают. Это, вероятно, и приводит к усилению активности дыхания стебля опытных растений.

Интенсивность дыхания корней (рис. 1, г) была ниже, чем стеблей. Причина, возможно, в том, что к стеблю относили и влагалище листа, обладающего значительной дыхательной активностью. Существенных различий между экотипами по этому показателю в условиях контроля не наблюдалось. При стационарном недостатке влаги отмечено усиление дыхания корней по отношению к контролю, особенно заметное в фазу 12 листьев. Разница в интенсивности дыхания корней в контроле и опыте была меньше у сорта, что, как правило, характерно для устойчивых к дефициту влаги растений [4]. К концу вегетации дыхание корней в обоих вариантах снижалось (что связано с падением их метаболической активности), но оставалось выше у опытных растений.

На основании данных прироста сухого вещества в отдельные фазы развития и дыхания органов были рассчитаны суммарный фотосинтез (P_g) и дыхательные затраты (R) в процентах от P_g (табл. 1). При

Содержание воды (%) в листьях разных ярусов в фазу выметывания

| Экотип | IV | V | VI | VII | VIII | IX |
|----------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| КВС 701 | Не опр. | 75,0 | 83,0 | 82,0 | 81,0 | 80,5 |
| | $\frac{79,5}{82,6}$ | $\frac{81,7}{83,0}$ | $\frac{81,7}{83,5}$ | $\frac{81,0}{83,0}$ | $\frac{80,5}{82,5}$ | $\frac{79,0}{82,0}$ |
| Воронежская 76 | Не опр. | 91,0 | 91,0 | 86,0 | 85,0 | 83,5 |
| | $\frac{82,6}{81,3}$ | $\frac{83,0}{80,5}$ | $\frac{83,5}{80,4}$ | $\frac{83,0}{79,2}$ | $\frac{82,5}{79,6}$ | $\frac{83,5}{79,6}$ |
| | X | XI | XII | XIII | XIV | XV |
| КВС 701 | 80,0 | 78,5 | 76,5 | 76,7 | 71,5 | 81,0 |
| | $\frac{79,0}{82,5}$ | $\frac{79,3}{81,0}$ | $\frac{79,5}{81,0}$ | $\frac{80,0}{79,0}$ | $\frac{78,5}{77,5}$ | $\frac{81,0}{76,0}$ |
| Воронежская 76 | 82,5 | 81,0 | 81,0 | 79,0 | 77,5 | 76,0 |
| | $\frac{81,3}{81,3}$ | $\frac{80,5}{80,5}$ | $\frac{80,4}{80,4}$ | $\frac{79,2}{79,2}$ | $\frac{79,6}{79,6}$ | $\frac{79,6}{79,6}$ |

Примечание. В числителе — влажность почвы 70 %, в знаменателе — 35 % НВ.

оптимальной влагообеспеченности максимум дыхательных затрат целого растения (до 63 и 50 % у гибрида и сорта соответственно) приходился на фазу 12 листьев, т. е. на время активного роста листьев и формирования генеративных органов. Более продолжительный период роста в опытном варианте [9] обусловил снижение первого максимума затрат и появление второго в фазу выметывания (табл. 2).

Таким образом, интенсивные ростовые процессы сопровождаются значительными затратами органического вещества, причем у гибрида, обладающего гетерозисным эффектом, они выше в первую половину вегетации. Последнее характерно для более продуктивного типа, отличающегося активным ростом листового аппарата в начале вегетации, что обеспечивает затем возможность лучшего снабжения растений ассимилятами. При постоянном дефиците влаги дыхательные затраты меньше по сравнению с оптимальными условиями в начале и больше во вторую половину вегетации, в результате чего при наливе початка складывается более напряженный баланс углерода в растении.

Изменилось в ходе вегетации и распределение затрат на дыхание по органам: в целом у обоих экотипов при постоянном недостатке воды уменьшились затраты на дыхание листьев, но увеличились затраты на дыхание стебля и корней. Снижение доли листьев в общем дыхании растения более отчетливо проявилось в первую половину вегетации (табл. 2). В опытном варианте у гибрида в фазу 12 листьев вклад листьев был на 17 % меньше, чем в контроле, а у сорта в фазы 9 и 12 листьев — меньше на 9 и 16 % соответственно. Увеличение затрат на дыхание стебля у гибрида составило 12 % в фазу выметывания, у сорта в фазы 9 и 12 листьев — 8 и 10 % соответственно. Доля, приходящаяся на корни, в ходе всей вегетации была выше в среднем на 4,4 % у сорта и на 7,7 % у гибрида. Общее отставание в скорости роста и развития опытных растений выражалось в увеличении затрат на дыхание метелки и уменьшении затрат на дыхание початка по сравнению с контролем во второй половине вегетации. Таким образом, в реакции экотипов на недостаток воды выявились некоторые различия: у сорта было более выражено уменьшение дыхательных затрат листьев и стеблей, а у гибрида — увеличение дыхательных затрат корней. Однако отношение R/Pg целого растения в среднем за вегетацию оказалось в контроле и опыте одинаковым у сорта (35 %) и несколько различалось у гибрида (32 и 40 %).

Дыхательные затраты органов
в онтогенезе кукурузы
(% к gross-фотосинтезу — числитель,
% к дыханию целого растения—знаменатель)

| Фаза | Влаж- ность почвы, % НВ | Листья | Стебли | Корни | Метелка | Початок |
|---------------------|----------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|
| Гибрид КВС 701 | | | | | | |
| I | 70 | $\frac{7}{25}$ | $\frac{17}{61}$ | $\frac{4}{14}$ | — | — |
| | 35 | $\frac{8}{28}$ | $\frac{16}{55}$ | $\frac{5}{17}$ | — | — |
| II | 70 | $\frac{32}{50}$ | $\frac{17}{27}$ | $\frac{15}{23}$ | — | — |
| | 35 | $\frac{17}{33}$ | $\frac{17}{34}$ | $\frac{17}{33}$ | — | — |
| III | 70 | $\frac{8}{29}$ | $\frac{8}{29}$ | $\frac{6}{21}$ | $\frac{3}{11}$ | $\frac{3}{11}$ |
| | 35 | $\frac{11}{24}$ | $\frac{18}{40}$ | $\frac{11}{24}$ | $\frac{3}{7}$ | $\frac{2}{5}$ |
| V | 70 | $\frac{14}{44}$ | $\frac{4}{13}$ | $\frac{2}{6}$ | $\frac{5}{16}$ | $\frac{7}{22}$ |
| | 35 | $\frac{15}{40}$ | $\frac{3}{8}$ | $\frac{8}{21}$ | $\frac{6}{16}$ | $\frac{6}{16}$ |
| Сорт Воронежская 76 | | | | | | |
| I | 70 | $\frac{14}{41}$ | $\frac{14}{41}$ | $\frac{6}{18}$ | — | — |
| | 35 | $\frac{8}{32}$ | $\frac{13}{52}$ | $\frac{5}{20}$ | — | — |
| II | 70 | $\frac{22}{43}$ | $\frac{13}{26}$ | $\frac{16}{31}$ | — | — |
| | 35 | $\frac{12}{27}$ | $\frac{16}{36}$ | $\frac{17}{38}$ | — | — |
| III | 70 | $\frac{12}{31}$ | $\frac{15}{39}$ | $\frac{8}{21}$ | $\frac{3}{8}$ | $\frac{3}{8}$ |
| | 35 | $\frac{16}{31}$ | $\frac{18}{35}$ | $\frac{13}{25}$ | $\frac{3}{6}$ | $\frac{2}{4}$ |
| V | 70 | $\frac{14}{44}$ | $\frac{4}{13}$ | $\frac{3}{19}$ | $\frac{4}{12}$ | $\frac{7}{22}$ |
| | 35 | $\frac{14}{45}$ | $\frac{2}{7}$ | $\frac{4}{13}$ | $\frac{6}{19}$ | $\frac{5}{16}$ |

Примечание. В среднем за вегетацию дыхательные затраты всего растения в контроле составили 32 % у гибрида и 35 у сорта, а в опыте — соответственно 40 и 35 % к gross-фотосинтезу.

Итак, постоянный недостаток воды приводит к изменению скорости роста и дыхательных затрат в онтогенезе кукурузы и в 2 раза снижает ее продуктивность. Однако при этом соотношение между фотоассимиляцией и дыханием растения в целом за вегетационный период сохраняется, т. е. приспособление к постоянному недостатку воды идет за счет изменения соотношения массы органов. Следовательно, снижение биомассы растения в этих условиях определяется не столько долей дыхательных затрат, сколько прежде всего торможением роста площади листьев и снижением интенсивности фотосинтеза.

В онтогенезе оводненность листьев у сорта была выше, чем у гибрида. Это относится как к листьям верхнего яруса в разные фазы вегетации [9], так и всех ярусов в фазу выметывания (табл. 1) в обоих вариантах влажности почвы. Следует отметить сохранение высокой оводненности верхних листьев у обоих экотипов при ограниченном водоснабжении. Водный потенциал листьев был больше в контроле (рис. 1, е). В целом он оказался достаточно высоким и при 70 % НВ для 3-го листа сверху колебался в разные фазы вегетации от $-0,15$ до $-0,60$ мПа. Существенное снижение водного потенциала в фазу 12 листьев, возможно, связано с высоким уровнем транспирации в это время (рис. 1, д) и с формированием к этому времени максимального листового аппарата растения, вследствие чего транспирирующая поверхность в, следовательно, затраты воды на испарение целого растения возрастают. Ухудшение водообеспеченности привело к падению водного потенциала, особенно в фазу молочной спелости (до $-0,88$ мПа), у гибрида при 35% НВ. С возрастом он еще снижался. Различия в реакции экотипов на недостаток воды выразились в том, что у сорта водный потенциал в фазы 9 и 12 листьев был на $0,05-0,1$ мПа ниже, чем у гибрида, а в фазы выметывания и молочной спелости, наоборот, выше.

Транспирация у контрольных растений в течение всей вегетации оказалась значительно больше, чем у опытных (рис. 1, д), при этом более высокой транспирацией отличался гибрид, что свидетельствует о его большей мезофитности. При дефиците влаги большими затратами

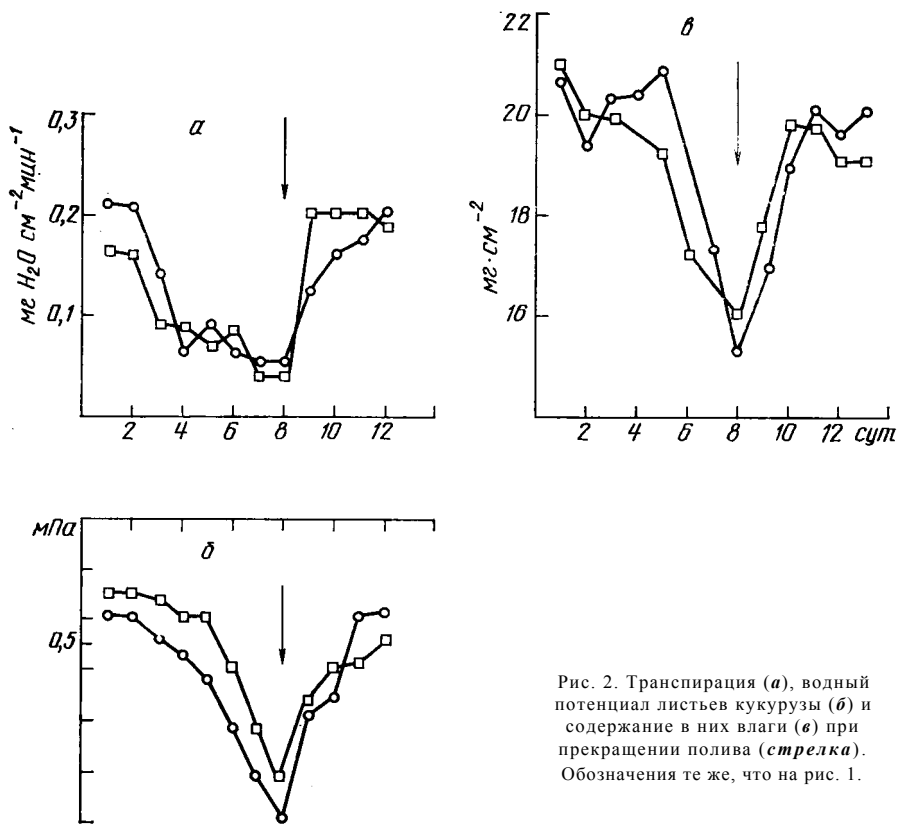


Рис. 2. Транспирация (а), водный потенциал листьев кукурузы (б) и содержание в них влаги (в) при прекращении полива (стрелка). Обозначения те же, что на рис. 1.

воды отличался сорт, особенно в начале и конце вегетации. У гибрида этот показатель оказался в 1,6—2 раза ниже, чем в контроле, тогда как у сорта всего в 1,2—1,4 раза ниже, т. е. сорт оказался менее чувствительным к постоянному недостатку влаги. В результате транспирационный коэффициент за вегетацию составил в контроле 110 и 105, в опыте 105 и 96 соответственно у гибрида и сорта, исходя из чего можно заключить, что затраты воды на создание единицы сухой массы мало зависели от водообеспеченности. Таким образом, у обоих генотипов в ответ на недостаток воды снижались прежде всего транспирация, а затем оводненность и водный потенциал. По терминологии Лархера [5], кукурузу можно отнести к гидростабильному типу растений, для которых характерно избегание резких колебаний содержания воды благодаря своевременному устьичному регулированию водообмена и повышению осмотического давления. Следовательно, адаптация кукурузы к постоянному дефициту влаги в течение вегетации заключается в четкой регуляции водного обмена, и прежде всего в поддержании высокой оводненности тканей листа (особенно у сорта) за счет снижения транспирации, регулируемой устьичным аппаратом. При этом зона активного фотосинтеза смещается в сторону влагалища листа, возможно, ввиду увеличения устьичного сопротивления диффузии CO_2 в пластинках листьев и более высокой оводненности тканей влагалищ листьев. Стабильности водного баланса кукурузы содействуют также усиление поглощательной активности корневой системы и резервы воды в стебле. Подтверждением вышесказанному могут служить результаты опытов, в которых изучалось действие кратковременной засухи на те же экотипы.

На рис. 2 представлен ход транспирации, водного потенциала и содержания воды в листьях при постепенном подвядании после прекращения полива и при его возобновлении. Четко прослеживается быстрое падение интенсивности транспирации у обоих экотипов (рис. 2, а) при

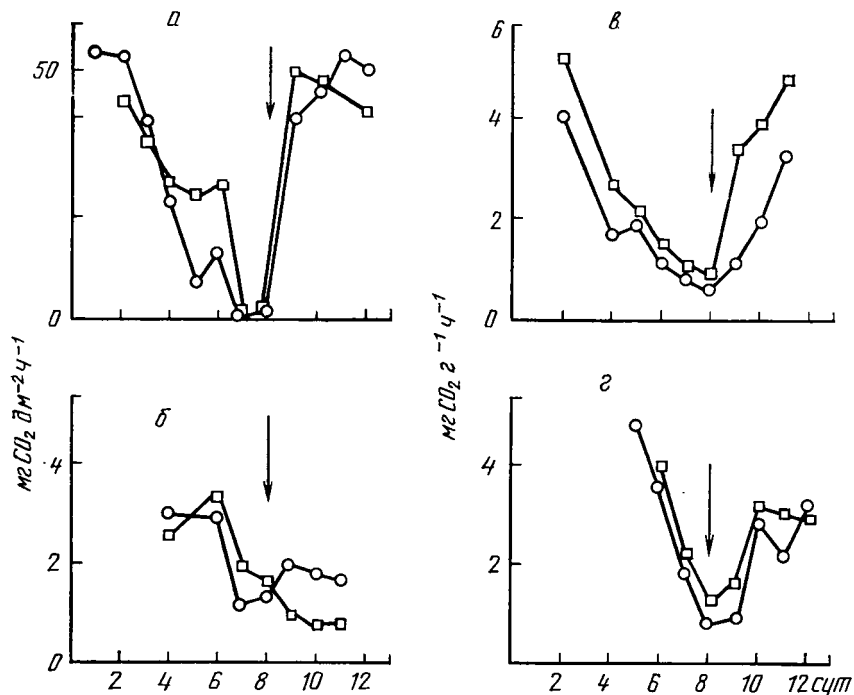


Рис. 3. Фотосинтез листьев (а) и стебля (б), дыхание стебля на свету (в) и дыхание корней (г) кукурузы при временном дефиците воды. Обозначения те же, что на рис. 1 и 2.

сохранении высокого уровня оводненности листьев (рис. 2, в), которая существенно снижалась лишь в последние 3 дня засухи при появлении видимых признаков увядания. Уровень фотосинтеза при этом снижался до нуля (рис. 3, а). Водный потенциал листьев (рис. 2, б) оставался достаточно стабильным в течение нескольких дней после прекращения полива и лишь накануне возобновления полива значительно снижался: у гибрида — до $-0,6$ мПа, у сорта — до $-0,5$ мПа. При этом следует отметить, что водный потенциал у гибрида был ниже, чем у сорта. После возобновления полива сначала и почти одновременно восстанавливаются оводненность (рис. 2, в) и интенсивность фотосинтеза листьев (рис. 3, а) и с некоторой задержкой — транспирация (рис. 2, а). Аналогичный временной ход фотосинтеза и транспирации при кратковременной засухе наблюдали у подсолнечника [15].

На рис. 3, а, б видно, что перед глубоким завяданием у сорта Воронежская 76 уровень фотосинтеза листьев и стебля был более высокий, чем у гибрида, и сохранялся несколько дольше. Однако восстановление фотосинтеза после полива у сорта шло медленнее. В период прогрессирующей засухи, а также после полива (во время восстановления) у сорта было интенсивнее дыхание стебля, а также корней (рис. 3, в, г). Следует отметить, что дыхание органов в отличие от фотосинтеза не прекращалось даже при сильном водном стрессе.

При подвядании растений после прекращения полива наблюдалось замедление скорости растяжения пластинки верхнего листа, измеренной в течение суток. В дневные часы скорость роста сохранялась на уровне контроля: у гибрида — в течение 2—3 дней при водном потенциале $-0,2$ мПа, у сорта — в течение 4—5 дн при том же значении водного потенциала тканей листа. Вслед за этим у обоих экотипов отмечалось резкое торможение роста, особенно выраженное у гибрида, в результате чего рост листьев гибрида снижался до нуля за 1—2 дня, а у сорта — за 2—3 дня. Полное прекращение роста у гибрида наступало примерно на 6-й день, а у сорта — на 8-й. К этому времени фотосинтез

также прекращался, а водный потенциал составлял $-0,6$ мПа у гибрида и $-0,5$ мПа у сорта. Ранее было отмечено [9], что при постоянном недостатке воды (35 % НВ) больше тормозится рост в дневные часы, меньше различия в скорости роста между контролем и опытом в вечерние и ночные часы. В ходе прогрессирующей засухи у сорта наблюдалась большая стабильность скорости роста в вечерние и ночные часы, чем у гибрида. Рост у гибрида в эти часы и днем полностью прекращался. Таким образом, гибрид по сравнению с сортом более чувствителен к недостатку воды, о чем свидетельствует более раннее прекращение его роста.

Заключение

Адаптация обоих экотипов кукурузы к пониженной влагообеспеченности затрагивает многие стороны ее жизнедеятельности. При оптимальной влагообеспеченности гибрид кукурузы КВС 701 характеризуется более активным ростом и высокими затратами на дыхание в начале вегетации, чем сорт Воронежская 76, в результате чего у него формируется функционально более активный фотосинтетический аппарат больших размеров, что положительно сказывается на накоплении биомассы. При этом у гибрида в сухой биомассе выше доля листьев и стебля, а у сорта — корней.

Растения обоих экотипов адаптируются к недостатку воды сходным образом: в первую очередь у них снижается скорость ростовых процессов, уменьшаются листовая поверхность, общее накопление биомассы, а также отношение массы надземных органов к корням. При недостатке влаги параллельно со снижением водного потенциала и влагосодержания наблюдается снижение транспирации и фотосинтеза листьев, усиливается фотосинтез и дыхание стеблей и корней. Затраты на дыхание целого растения при засухе ниже, чем в оптимальных условиях увлажнения, в начале вегетации и выше во второй половине. Однако доля дыхательных затрат от gross-фотосинтеза в целом за вегетацию не зависит от условий выращивания и колеблется в узком диапазоне (35-40 %).

При засухе у гибрида сильнее уменьшаются листовая поверхность и накопление биомассы. При этом у него в большей степени сохраняется роль стебля как органа депонирования ассимилятов и воды, снижается транспирация, но остается более высоким уровень фотоассимиляции листьев. У сорта сильнее возрастает роль корней в противостоянии засухе, оводненность листьев практически не изменяется, уменьшаются размеры стебля и фотосинтез листьев.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б и з я е в Е. Ф. Реакция генотипов кукурузы на пониженную температуру и освещенность. — Автореф. канд. дис. М., 1985.
2. Головкин Т. К. Количественное соотношение фотосинтеза и дыхания у травянистых растений. — Бот. журн., 1983, т. 68, № 6, с. 779—787.
3. Жученко А. А. Экологическая генетика культурных растений. — Кишинев: Штиинца, 1980.
4. Курман И. А., Хитрово Е. В. Дыхательный газообмен как элемент продукционного процесса. — Новосибирск: Сиб. отд. «Наука», 1977.
5. Лархер В. Экология растений. — М.: Мир, 1976.
6. Митрофанов Б. А. и др. Водообмен растений при неблагоприятных условиях. — Кишинев: Штиинца, 1975.
7. Молдау Х. А., Сыбер Н. Х., Рах М. О. Компоненты темнового дыхания фасоли при дефиците воды. — Физиол. раст., 1980, т. 27, вып. 1, с. 5—10.
8. Моторина М. В., Коршунова В. С. Водный обмен у пшеницы при различных источниках освещения. — Изв. ТСХА, 1982, вып. 4, с. 88—94.
9. Нестерова С. М., Кошкин Е. И. Формирование урожая кукурузы разных лет селекции при оптимальной и недостаточной влагообеспеченности. — В сб.: Морфофизиол. основы устойчив. раст. М.: ТСХА, 1985, с. 3—11.
10. Семихатова О. А. Энергетические аспекты интеграции физиологических процессов в растениях. — Физиол. раст., 1980, т. 27, вып. 5, с. 1005—1017.
11. Третьяков Н. Н., Соснин Б. Н., Кошкин Е. И. и Модификация приборов ГИП-7М и ГИП-10-МБ2 для измерения транспирации в токе воздуха. — Изв. ТСХА, 1983, вып. 4, с. 178—182.
12. Третьяков Н. Н., Моторина М. В., Кошкин Е. И. и др. Газо- и влагообмен двух генотипов кукурузы при постоянном и временном недостатке воды. — Матер. Всес. симпоз. «Регуляция адаптивных реакций». Кишинев: Штиинца 1984, с. 72.
13. Третьяков Н. Н., Мо-

торина М. В., Кошкин Е. И. и др. Фотонтез, дыхание и рост различных генотипов кукурузы при оптимальном и недостаточном увлажнении. — Тез. докл. II Всес. совещ. по физиологии кукурузы. Днепропетровск, 1984, с. 123. — **14.** Третьяков Н. Н., Моторина М. В., Кошкин Е. И. и др. К методике определения дыхания корней и почвы с использованием инфракрасного газоанализатора ГИП-10-МБ2. — В сб.: Изменение плодородия почв в условиях интенсивного использования. М.: ТСХА, 1981, с. 80—86. — **15.** Boyer J. S. — *Plant Physiol.*, 1971, vol. 47, N 6, p. 816—820. — **16.** Hanson A. D., Hitz W. D. — *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 1982, vol. 33, N 1, p. 162—208. — **17.** Munns R., C. J. Pearson, *Austr. J. Plant Physiol.*, 1974, vol. 1, N 1, p. 529—579. — **18.** Penning de Vries F. W. T. — *Ann. Bot.*, 1975, vol. 39, N 77, p. 459. — **19.** Turner N. C., Begg J. E. — *Plant a Soil.*, 1981, vol. 58, N 2, p. 97—131. — **20.** Wilson D. R., Bavel van C. H. M., McCree. — *Crop. Sci.*, 1980, vol. 20, N 2, p. 81—99.

Статья поступила 12 июня 1986 г.

SUMMARY

A lot of experimental data on the effect of moisture content on photosynthesis, respiration, transpiration, water potential, and the amount of moisture in two different genotypes of corn are presented. Considering the biomass and respiration, the share from the gross-photosynthesis spent on respiration by different organs and by the whole plant is calculated. It is found that plants have certain adaptations to insufficient amount of moisture. A conclusion is made that the share of respirative expenses from the gross-photosynthesis on the whole during vegetation does not depend on genotype and moisture conditions.