

УДК 581.18.032'036

БИОЭЛЕКТРОГЕНЕЗ У КУКУРУЗЫ ПРИ НИЗКОЙ ПОЛОЖИТЕЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ И ЗАСУХЕ

Н. Н. ТРЕТЬЯКОВ, К. И. КАМЕНСКАЯ
(Кафедра физиологии растений)

Актуальность исследования ответных реакций кукурузы на такие стрессовые факторы, как низкие положительные температуры и недостаток влаги в почве, определяется необходимостью создания сортов этой культуры, пригодных для возделывания в Нечерноземной зоне РСФСР, где в весенний период возможны значительные понижения температуры, а летом засухи.

В связи с этим мы изучали реакции разных сортов кукурузы на указанные факторы, а также процессы адаптации растений к изменениям среды.

В качестве теста на устойчивость были использованы электрофизиологические показатели, в частности потенциалы покоя, поскольку известно [1—3, 9], что параметры биопотенциалов зависят от характера

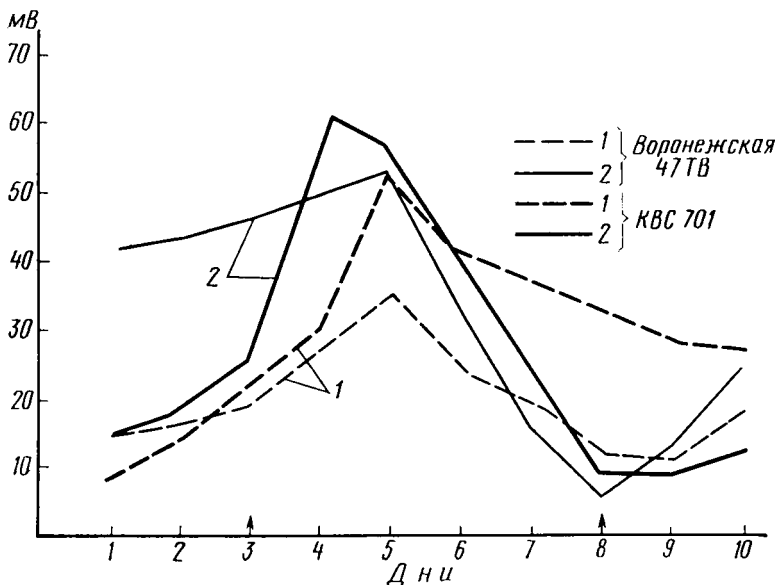


Рис. 1. Изменение потенциалов покоя у кукурузы сортов Воронежская 47 ТВ и КВС 701 при пониженных температурах окружающей среды.

1 — корневая шейка; 2 — лист. Стрелками отмечено понижение и повышение температуры.

жизнедеятельности растительного организма [1, 2, 3, 9]. Предполагалось, что изменение температурных условий и влагообеспеченности должно определенным образом сказаться на биоэлектrogenезе растений.

Методика

Испытывались следующие сорта и гибриды кукурузы: холодостойкие — Воронежская 47 ТВ, Днепровский 247 МВ, Буковинский 3 ТВ, нехолодостойкие — КВС 701 и Одесская 10. В Лаборатории искусственного климата растения выращивали в песчаной культуре при освещенности 1000 лк, температуре 25—28° днем и 20—22° ночью. Питательной смесью служил раствор Кнопа. Первоначально вносили $\frac{1}{2}$ нормы Кнопа, а затем концентрацию питательных веществ доводили до 4 норм дробно. Опыты проводили с растениями в фазу 11 листьев.

Биопотенциалы отводили от корневой шейки и второго сверху листа (в дальнейшем просто «листа»). Применяли стандартные хлорсеребряные электроды ЭВЛ-1М, сигнал с которых поступал на усилитель рН-340. Вспомогательный электрод находился непосредственно в питательном субстрате. При изучении температурных воздействий окружающей среды (вариант 1) и среды, окружающей корневую систему (вариант 2), температуру понижали в течение часа с 25 до 8° и поддерживали на этом уровне 6 дней. При изучении влияния засухи влажность первоначально доводили до 40% ПВ и выдерживали растения при этом ее уровне в течение 4 дней. Затем на 2 дня влажность снижали до 17% ПВ.

Наблюдения за репарационными процессами проводили после снятия стрессового фактора в течение 2 дней в первом случае и 4 дней — в последнем.

Экспериментальные данные обрабатывались статистически.

Результаты и обсуждение

Потенциалы покоя (ПП) корневых шеек всех сортов кукурузы имели более высокие положительные значения по сравнению с потенциалами листа. Понижение температуры не вызвало в течение первых 10 ч изменений значений биопотенциалов (запись в этот период была непрерывной, затем ежедневно). Потенциалы листа у сортов КВС 701 и Одесская 10 на 2-е сутки после понижения температуры увеличивались соответственно с 15 до 60 и с 42 до 75 мВ. В качестве примера на рис. 1 представлено изменение ПП у сорта Воронежская 47 ТВ и гибрида КВС 701.

Достоверных изменений ПП у корневых шеек в это время не наблюдалось. У сортов Буковинский 3, Воронежский 47 ТВ, Днепровский 247 МВ существенное увеличение потенциалов и листа, и корневой шейки отмечено лишь на следующие сутки. По разнице между ПП до воздействия пониженной температурой и максимальными значениями при ее воздействии изучаемые сорта располагались в следующий убывающий ряд. КВС 701 (44 мВ для корневой шейки и 45 мВ для листа), Одесская 10 (соответственно 37 и 33 мВ), Днепровский 247 МВ (24 и 24 мВ), Буковинский 3 ТВ (24 и 21 мВ), Воронежская 47 ТВ (19 и 11 мВ).

В течение последующих 4 дней наблюдалось снижение потенциалов до уровня, более низкого, чем до падения температуры (разница 5—20 мВ), причем у листа значение потенциалов снижалось быстрее, чем у корневой шейки (рис. 1).

На 6—7-й день после понижения температуры у всех сортов отмечен интересный

феномен: электроотрицательный потенциал корневых шеек оказался более высоким, чем у листа. Обнаруженная инверсия полярности, возможно, является свидетельством различной чувствительности частей растения к понижению температуры.

Увеличение температуры с 8 до 25° в течение 1 ч привело к некоторому возрастанию биопотенциалов и корневой шейки листа (на 5—10 мВ).

При охлаждении только корневой системы инверсия полярности наблюдалась на сутки раньше. У растений, не подвергавшихся охлаждению, потенциалы листа и корневой шейки изменялись незначительно (± 7 мВ).

Таким образом, реакция на понижение температуры у холодоустойчивых сортов была слабее, чем у нехолодостойких.

В опытах по изучению влияния засухи на генерацию растениями биопотенциалов наблюдалось повышение потенциалов корневой шейки и листа на 5-й день после прекращения полива. По разнице между ПП до воздействия засухой и максимальными значениями при ее воздействии изучаемые сорта располагались в следующий убывающий ряд: Буковинский 3 ТВ (54 мВ для корневой шейки и 53 мВ для листа), Воронежская 47 ТВ (соответственно 46 и 51 мВ), КВС 701 (45 и 44 мВ), Днепропетровский 247 МВ (39 и 41 мВ), Одесская 10 (26 и 30 мВ). Инверсия полярности, отмеченная при охлаждении, в этом случае не была обнаружена. На рис. 2 в качестве примера приведена запись изменения биопотенциалов при засухе у сортов Буковинский 3 и Одесская 10.

Растения, выдержанные в течение 4 дней при влажности 40% ПВ, не подвядали, по-видимому, благодаря тому, что их корни располагались в нижней части сосуда,

где влажность была значительно выше. В связи с этим общую влажность пришлось снизить до 17% ПВ. На 2-й день после достижения данного ее уровня наблюдалось подвядание и вторичное увеличение потенциалов (рис. 2).

В течение последующих дней уровень потенциалов постепенно снижался. К моменту полива значения потенциалов лишь незначительно превышали контроль. Через 3 дня после полива потенциалы выходили на уровень, близкий к контрольному.

Как видно из рис. 1 и 2, изменение разности потенциалов (РП) под воздействием стресса можно представить одновершинной кривой с большей крутизной при нарастании и с меньшей при спаде, что является, по-видимому, классическим примером второй фазы адаптационного синдрома [6].

Обнаруженное нами увеличение разности потенциалов при понижении температуры и возрастании водного дефицита наблюдали и другие авторы [2, 4]. Следует сказать, однако, что еще не установилось единого мнения относительно характера зависимости РП от температуры. По некоторым данным [5], при понижении температуры происходит падение потенциалов. Указанное противоречие объясняется, по-видимому, различными методическими подходами (неодинаковой длительностью или силой воздействия).

Значительный интерес, на наш взгляд, представляет обнаруженный нами феномен инверсии полярности при понижении температуры. Объяснение данного феномена различной чувствительностью отдельных частей растения к понижению температуры является недостаточно полным. Без дополнительных исследований невозможно более точно охарактеризовать это явление.

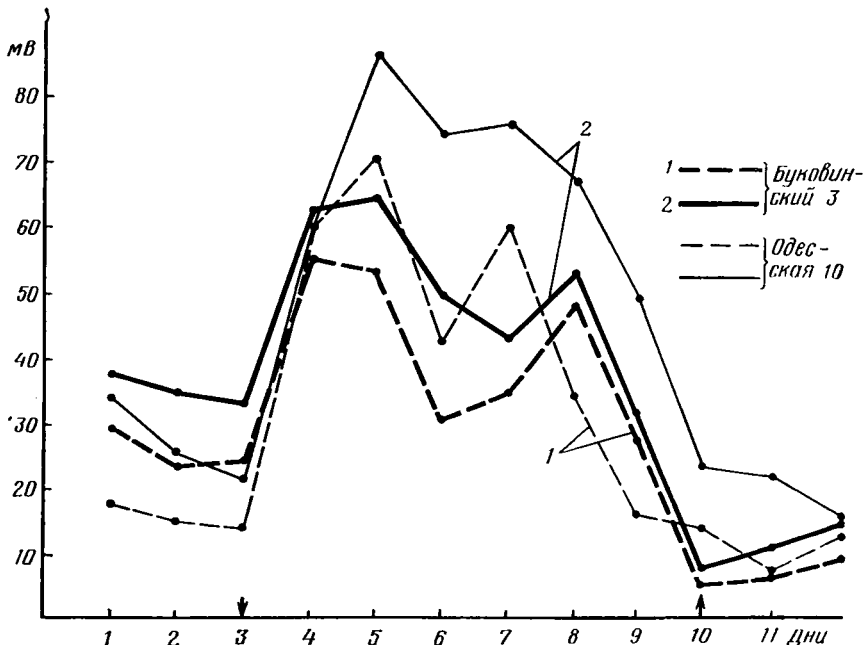


Рис. 2. Изменение биопотенциалов под воздействием водного стресса. 1 — корневая шейка; 2 — лист. Стрелками отмечено начало воздействия и прекращение стресса.

В последнее время появились сведения о том, что под контролем электрических полей находятся такие важные физиологические процессы, как рост, морфогенез, поступление веществ в растения [3]. Не является ли в данном случае изменение градиента потенциалов регуляторным механизмом изменения физиологических функций под воздействием стресса?

В литературе уже обсуждалась проблема выбора электрофизиологического показателя в диагностических целях [7]. Большинство авторов придерживается мнения,

что наиболее чувствительным показателем являются потенциалы действия. Наши исследования свидетельствуют о возможности использования в этих целях и потенциалов покоя. Действительно, холодостойкие сорта по сравнению с нехолодостойкими имели меньшую амплитуду отклонения от первоначального стационарного уровня при воздействии стресса. Аналогично и при воздействии засухи максимальная амплитуда была у незасухоустойчивого сорта Буковинский 3, минимальная — у засухоустойчивого сорта Одесская 10.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев Л. Н. Электрохимические параметры клеток как интегральные показатели их физиологического состояния и физиологической устойчивости. — Бюл. МОИП, сер. биол., 1977, с. 27. — 2. Пасичный А. П., Карманов В. Г. Вопр. эксперимен. биофиз. и кибернет. растений. Измерение биоэлектрического потенциала листьев бесконтактным способом. М.: Гидрометеиздат, 1969, с. 161—166. — 3. Протасов В. Р., Сердюк О. А. Биоэлектрические поля, источники, характер, назначение. — Успехи соврем. биол., 1982, т. 93, вып. 2, с. 270—286. — 4. Пурцеладзе Т. Д., Долидзе М. Д., Чанишвили Ш. Ш. Зависимость между распределениями по стеблю виноградной лозы ассимилятов и ГОЭП. — Сооб. АН ГрузССР, 1974, т. 73, № 3, с. 665—668. — 5. Тхакахов А. К. Зависимость биоэлектрических

потенциалов растений от понижающейся температуры корней. — Физиол. раст., 1972, т. 19, вып. 6, с. 23—28. — 6. Удовенко Г. В. Механизмы адаптации растений к стрессам. — Физиол. и биохим. культур. растений, 1979, т. 11, № 2, с. 99—107. — 7. Хазанова С. Г. Выбор электрофизиологического показателя для диагностики состояния растений. — Науч. тр. НИИ и проектно-технолог. ин-та механиз. и электр. сельск. хоз-ва Северо-Запада, 1973, вып. 14, с. 161—168. — 9. Шевченко Р. Г. Использование биоэлектрических реакций семян сосны для оценки засухоустойчивости. — В кн.: Лесн. геобот. и биол. древ. растений, Тульский политехн. ин-т, 1978, с. 145—146.

Статья поступила 6 декабря 1983 г.

SUMMARY

The experiment used different in cold hardiness corn varieties Voronezhskaya 47 TV, Dneprovski 247 TV, Bukovinski 3 TV, KVS 701 and Odesskaya 10.

Varieties mentioned had different response to lowering temperatures depending on their cold hardiness. Maximum deviations from stability level under effect of stressing factor were observed with cold susceptible varieties KVS 701 and Odesskaya 10. Under the influence of draught dormancy potentials deviated from stability level maximally with the variety Bukovinski 3 TV, and minimally, with the variety Odesskaya 10.