

УДК 581.632.577

С. Н. Кабузенко, М. Н. Жижина, Н. Н. Кузнецова

ИЗМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ И СОДЕРЖАНИЯ НЕКОТОРЫХ АНАБОЛИТОВ В ПРОРОСТКАХ КУКУРУЗЫ КАК РЕАКЦИЯ НА ДЕЙСТВИЕ ЗАСОЛЕНИЯ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА

Почвенное засоление оказывает стрессовое воздействие на растения, в результате чего снижается их биологическая продуктивность и ростовая активность. Особенно губительно его действие на начальных этапах онтогенеза [1]. Методом корреляционного анализа было показано, что существует функциональная нелинейная зависимость между интенсивностью фотосинтеза, размером листовой поверхности, индексом хозяйственной продуктивности и содержанием отдельных анаболитов в растениях [2].

Однако литературные данные относительно влияния засоления на взаимозависимость фотосинтетической активности и продукционного процесса растений носят противоречивый характер. Так, ряд авторов отмечают прямую коррелятивную зависимость между уменьшением площади листьев и снижением скорости фотосинтетической ассимиляции углекислоты в условиях засоления [3,4].

Другие, напротив, считают, что в условиях засоления ростовые процессы в меньшей степени зависят от фотосинтеза, чем в оптимальных условиях питания [5]. В некоторых работах приводятся данные о возрастании интенсивности фотосинтеза в условиях умеренного засоления [6].

Одним из путей повышения биологической и хозяйственной продуктивности растений в различных условиях среды, может быть оптимизация распределения ассимилятов в растительном организме, которой можно добиться с помощью регуляторов роста. Ранее нами было показано позитивное влияние экзогенных фитогормонов на рост растений в условиях засоления [1].

Целью данной работы явилось изучение влияния хлоридного засоления на биологическую и фотосинтетическую продуктивность, а также на содержание важнейших анаболитов в растениях кукурузы на начальных этапах онтогенеза.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Семена кукурузы сорта Одесская 10 замачивали на сутки в воде, 0,1 н растворе хлорида натрия и регуляторов роста: 6 – БАП (5 мкг/ л) и ивина ($5 \cdot 10^3$ мкг/л). Затем семена высаживали в вегетационные сосуды с незасоленной (контроль) и засоленной хлоридом натрия (0,2 % по хлору) почвой. Через каждые 7 дней в течение месяца в проростках определяли сухую массу, содержание углерода органического вещества [7], содержание белка [8], клетчатки [9], растворимых сахаров [10].

Биологическая повторность опыта – десятикратная, аналитическая трехкратная. Данные обработаны статистически [11].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные результаты наглядно показали негативное действие засоления на рост кукурузы в условиях опыта в почвенной культуре с момента начала развития.

Как свидетельствуют данные табл. 1, наиболее значительное снижение сухой массы проростков против контроля наблюдалось в варианте: замачивание в воде – высадка в засоленную почву в первый срок определения (7 день). Далее по мере развития вегетативных органов в динамике опыта разница между контролем и опытом нивелировалась и в конце наблюдений составила в этом варианте 39,1 %. Предварительное замачивание семян в растворах стимуляторов роста повысило ростовую активность проростков кукурузы в условиях засоления. Обработка ивином способствовала значительному увеличению сухой массы растений, которая в засоленной почве даже превысила контроль (табл. 1).

Предварительное замачивание семян в солевом растворе также способствовало адаптации проростков кукурузы в условиях почвенного засоления.

Таблица 1.

Сухая масса проростков кукурузы Одесская 10 на фоне почвенного засоления после предварительной обработки семян солевым раствором и регуляторами роста

Варианты опыта	Сухая масса (мг), в динамике опыта (сутки)		
	7	14	21
Контроль: H ₂ O / пресная почва	39,0 ± 0,2	68,1 ± 0,7	88,2 ± 3,2
H ₂ O / 0,2 % NaCl	11,5 ± 1,1	24,3 ± 1,9	53,7 ± 1,9
0,1н NaCl / 0,2 % NaCl	15,4 ± 1,8	42,8 ± 3,4	75,1 ± 4,1
H ₂ O + 6-БАП / 0,2 % NaCl	34,8 ± 0,47	57,4 ± 5,8	79,3 ± 3,8
H ₂ O + ивин / 0,2 % NaCl	42,1 ± 0,18	68,9 ± 3,1	97,1 ± 4,7

Для характеристики адаптивных возможностей растений на фоне действия неблагоприятных факторов введено понятие “индекс толерантности” (ИТ), который рассчитывается по формуле [12]:

$$\text{ИТ} = \frac{\text{Прирост массы на фоне действия фактора}}{\text{Прирост массы в контроле}} \cdot 100\%$$

Поскольку в нашем опыте период наблюдений начинался с прорастания семян (масса проростков равна 0), весовое значение сухой массы в опытных вариантах, выраженное в процентах от контроля и представляет собой индекс толерантности.

Анализ табл. 2 показывает, что приспособление к почвенному засолению наименее выражено у 7-дневных проростков кукурузы в варианте «замачивание семян в воде – высадка в пресную почву». В динамике наблюдений ИТ в этом варианте увеличивается от 29,4 до 60,9, что свидетельствует о повышении адаптивных возможностей растений в онтогенезе.

Таблица 2.

Влияние предпосевной обработки семян кукурузы на индекс толерантности проростков в условиях почвенного засоления

Варианты опыта	Индекс толерантности (%), в динамике опыта (сутки)		
	7	14	21
Контроль: H ₂ O / пресная почва	100	100	100
H ₂ O / 0,2 % NaCl	29,4	35,7	60,9
0,1н NaCl / 0,2 % NaCl	39,5	62,8	85,1
H ₂ O +6-БАП / 0,2 % NaCl	89,2	84,3	89,9
H ₂ O + ивин / 0,2 % NaCl	68,9	101,2	101,1

Обработка семян регуляторами роста повышает индекс толерантности растений кукурузы на 29-60 %, причем, действие препарата 6-БАП проявляется уже на седьмой день, когда толерантность проростков на засолении низкая, в то время как влияние ивина более пролонгировано и индекс толерантности возрастает в этом варианте в динамике опыта. Замачивание семян в солевом растворе без добавления регуляторов роста также существенно увеличивает индекс толерантности (табл. 2).

Определение продуктивности фотосинтеза показало, что содержание углерода органического вещества в проростках под воздействием почвенного засоления понизилось, но в меньшей мере, чем сухая масса, оно составило на седьмой день 87,6 % от контроля, а в конце наблюдений – 91,4 %.

Предварительная обработка семян растворами NaCl и регуляторов роста способствовала увеличению в проростках содержания углерода органического вещества (в вариантах с регуляторами роста – даже против контроля).

Таблица 3.

Содержание углерода органического вещества в пересчете на ассимилированный диоксид углерода в листьях кукурузы сорта Одесская 10

Варианты опыта	Количество углерода, мг · дм в динамике опыта (сутки)		
	7	14	21
Контроль: H ₂ O / пресная почва	6,91 ± 0,06	5,53 ± 0,02	5,48 ± 0,40
H ₂ O / 0,2 % NaCl	6,05 ± 0,09	4,77 ± 0,44	5,01 ± 0,37
0,1н NaCl / 0,2 % NaCl	6,63 ± 0,02	4,93 ± 0,31	5,68 ± 0,41
H ₂ O +6-БАП / 0,2 % NaCl	7,62 ± 0,11	5,82 ± 0,40	5,89 ± 0,43
H ₂ O + ивин / 0,2 % NaCl	7,97 ± 0,10	6,86 ± 0,42	7,79 ± 0,42

Действие солевого стресса на растения наиболее наглядно проявляется в период пониженной адаптивной способности, поэтому, учитывая значение ИТ, наибольший интерес для нас представлял характер изменений анаболизма растений на седьмой день, что представлено в табл. 4.

Полученные данные свидетельствуют, что под влиянием почвенного засоления наиболее снижается содержание клетчатки и белка, то есть полимерных

соединений, непосредственно участвующих в новообразовании элементов структуры. Значительно уменьшается содержание растворимых сахаров, которые в условиях солевого стресса играют защитную роль, содержание крахмала в листьях на фоне засоления, напротив, высокое, что может явиться одной из причин снижения ростовой активности (блокирован отток крахмала из хлоропластов и его утилизация). Подтверждением этому также является уменьшение содержания крахмала под влиянием регуляторов роста, которые повышают процент сухого вещества в проростках.

Таблица 4.

Изменение содержания различных анаболитов в семидневных проростках кукурузы под влиянием засоления и регуляторов роста (в % к контролю)

Варианты опыта	Общий белок	Клетчатка	Крахмал	Растворимые сахара
Контроль: H ₂ O/пресная почва	100	100	100	100
H ₂ O / 0,2 % NaCl	54,4	48,5	85,1	59,6
0,1 н NaCl / 0,2 % NaCl	59,5	77,8	65,2	75,5
H ₂ O+6-БАП /0,2 % NaCl	74,0	125,9	64,9	102,9
H ₂ O + ивин/ 0,2 % NaCl	67,0	144,67	64,5	105,3

Замачивание семян в солевом растворе также способствует нивелированию негативного влияния почвенного засоления на анаболизм, приближая данные к контролю.

Таким образом, проведенные исследования показали, что замачивание семян кукурузы в растворе синтетического препарата ивин так же, как и аналог цитокинина – 6-БАП – защищает растения кукурузы от солевого стресса на начальных этапах развития, аналогичное действие, хотя и менее выраженное, оказывает замачивание семян в солевом растворе. Действие солевого стресса после посадки семян в засоленную почву без указанной предварительной обработки проявилось в резком уменьшении сухой биомассы проростков, но фотосинтетическая продуктивность в них снижалась менее значительно, чем биологическая, возможной причиной этого несоответствия мы считаем существенное ингибирование синтеза белка и клетчатки, то есть полимерных соединений, непосредственно участвующих в организации клеточных структур.

Список литературы

1. Кабузенко С.Н. Влияние засоления и экзогенных фитогормонов на рост и некоторые физиолого – биохимические функции растений на ранних этапах онтогенеза : Авторефер. дис... д-ра биолог. наук. – К., 1997. – 47 с.
2. Лысенко Н.И., Шевцов И.А. О связи интенсивности фотосинтеза и продуктивности сахарной свеклы // Физиология растений. – 1985. - №2 (32). - С.316 – 322.
3. Brugnoli Enrico, Lauteri Marco. Effects of salinity on stomatae, conductance, photosynthetic capacity, and carbon isotope dioxide exchange and growth of salt sensitive C₃ non halophytes // Plant Physiol. – 1991. 95. – № 2. – P.628 – 635.
4. Khavari – Najad R.A. Effect of Ca / Na interaction on carbon dioxide exchange and growth of NaCl stressed sunflower plant // Photosynthetica. - 1988. – 22. – №4. – P. 562 – 566.

5. Ranwson H.M., Munns Rana. Leaf exposition in sunflower as influenced by salinity and short – term changes i carbo fixation // Plant, Cell and Envior. – 1984. – V. 7. – №3. – P. 207 – 213.
6. Мухамедов А.А. Влияние засоления на энергетические системы клеток проростков хлопчатника: Авторефер. дис... д-ра. биолог. наук. – Ташкент. 1989. – 20 с.
7. Третьяков Н.Н., Карнаухова Т.В. Практикум по физиологии растений. – М.: Агропромиздат, 1990. – 217 с.
8. Lowry O.H., Resebrought N.L.Farr A.L., Randall R.L. Protein Neasurement with Folin Fenol Reagent // J. Biol. Chem.- 1951. – V. 193. – P. 265.
9. Починок Х.Н. Методы биохимического анализа растений. – К.: Наукова думка, 1976. – 234 с.
10. Плешков Б. П. Практикум по биохимии растений. – М: Колос, 1985. – С. 110 –112.
11. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа. 1980. – 293 с.
12. Cloves T.J. Dehydrins: emergence of a biochemical role of a family of plant degydration proteins // Physiol. Plant. – 1996. – 97. – № 5. – P.795 – 803.

Поступила в редакцию 15.09.2002 г.