

УДК 581.1

ДЕЙСТВИЕ ХЛОРИДНОГО ЗАСОЛЕНИЯ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА И АКТИВНОСТЬ ПЕРОКСИДАЗЫ В КОРНЯХ КУКУРУЗЫ

Калинина Н.А., Кабузенко С.Н.¹

Исследовали содержание белка и активность пероксидазы в корнях трёхдневных проростков кукурузы. Установили, что 0,1 н хлоридное засоление снижало содержание общего белка и значительно увеличивало активность пероксидазы. Регуляторы роста оказали защитное действие на изученные параметры.

Ключевые слова: кукуруза, пероксидаза, общий белок, хлоридное засоление, регуляторы роста

Адаптивные реакции растительного организма в ответ на любое отклонение от экологической нормы связаны с изменением ферментативной активности. В условиях засоления активность отдельных ферментов может возрастать либо, напротив, снижаться, что зависит от специфики их действия, солеустойчивости культуры, а так же от длительности и силы воздействия фактора [1]. В механизме адаптации растений к солевому стрессу важная роль принадлежит ферменту пероксидазе, активность которого в указанных условиях направлена на ликвидацию перекисных соединений, образующихся в растительных клетках в результате нарушений метаболизма [2, 3]. У большинства культурных растений отмечено повышение активности пероксидазы в ответ на действие засоления средней и слабой степени и её снижение при экстремальном воздействии [4, 5]. Аналогичная закономерность в некоторых работах отмечается и для изменения общего содержания белка в растениях, что может отражаться на активности отдельных ферментов [6, 7].

Наши исследования показали, что применение экзогенных регуляторов роста, таких как ивин и препарат продуктов термофильного метанового брожения (ПТМБ) отходов спиртодрожжевого производства, наряду с экзогенным фитогормоном 6-БАП, способствует нормализации ростовых процессов, что свидетельствует о повышении адаптивных возможностей растительного организма [8]. С целью углубления понимания механизмов адаптивного действия регуляторов роста в условиях засоления нами изучено их влияние на содержание общего белка и активность фермента пероксидазы в растениях кукурузы на ранних этапах онтогенеза.

МЕТОДИКА

Семена кукурузы сорта Одесская 10 проращивали в чашках Петри при температуре 26°C на пресном фоне и в 0,1 н растворе NaCl, а так же при добавлении в

¹ Кафедра физиологии растений и биотехнологии

указанные среды проращивания одного из регуляторов роста – 6-БАП, ивина или ПТМБ. Оптимальные концентрации этих биологически активных веществ были установлены предварительно. На пресном фоне использовали следующие концентрации регуляторов: 2,5 мкг/л 6-БАП, 25 мг/л ПТМБ, 2 мг/л ивин, а в условиях хлоридного засоления – 2,5 мкг/л 6-БАП, 75 мг/л ПТМБ, 10 мг/л ивин. Контрольные семена проращивали на воде.

Через трое суток от начала проращивания в корнях полученных проростков определяли содержание белка по методу Лоури [9] и измеряли активность пероксидазы по методу Бояркина [10].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные данные свидетельствуют о значительном снижении содержания белка в корнях трёхдневных проростков кукурузы на солевом фоне (табл. 1).

Таблица 1
Содержание белка в корнях кукурузы сорта Одесская 10

Вариант	Содержание белка, мг/г сырой ткани	Процент	
		к контролю, %	к 0,1 н NaCl, %
Контроль	31,10±1,4	100,0	–
0,1 н NaCl	17,38±0,7	55,9	100,0
NaCl + 2,5 мкг/л 6-БАП	22,52±1,0	72,4	129,6
NaCl + 75 мг/л ПТМБ	18,32±0,5	58,9	105,4
NaCl + 10 мг/л ивин	17,94±0,3	57,7	103,2
2,5 мкг/л 6-БАП	40,64±1,8	130,7	–
25 мг/л ПТМБ	32,63±1,2	104,9	–
2 мг/л ивин	30,91±0,8	99,5	–

Добавление в солевую среду регуляторов роста способствовало увеличению содержания белка в корнях проростков. Позитивное действие наиболее чётко было выражено при добавлении в среду проращивания растений кукурузы препарата 6-БАП, который увеличивал содержания белка в корнях на 30% как на бессолевом фоне, так и в условиях засоления.

По данным литературы, общая интенсивность синтеза белка существенно снижается на фоне действия различных неблагоприятных факторов среды [11-13]. В условиях стрессов различной природы в тканях растений отмечено появление специфических и неспецифических стрессовых белков [14].

Снижение содержания белка может быть не только результатом изменения его синтеза, но и быть обусловленным "сокращением жизни" белковой молекулы [15].

В ряде работ отмечается различная устойчивость белковых компонентов к действию солей, что приводит к изменению активности ряда ферментов [16].

По мнению Б.О. Курчого (1993) в основе молекулярных механизмов приспособления растений и животных к стрессу лежат единые реакции: деградация обычных белков, снижение темпов их синтеза и увеличение количества белков, которые принимают участие в репарационных процессах. Кроме того, увеличивается количество белков с антиоксидантными свойствами, возрастает активность ферментов – ликвидаторов высокореактивных соединений (например, каталазы, пероксидазы, глутаматоксидазы и др.) [17].

Таким образом, реакцией растений на действие стрессов является перераспределение фонда белков на фоне снижения их общего содержания. Следует отметить, что по полученным данным наблюдается соответствие содержания белка на солевом и бессолевом фоне – стимулирующее действие ивина было наименее выражено как на фоне засоления, так и в нормальных условиях. Эти данные согласуются с литературными и подтверждают, что ивин можно отнести к биостимуляторам ауксинового типа [15, 16].

Пероксидазе отводится важная роль в процессе утилизации накапливающихся при стрессе метаболитов, в частности H_2O_2 [3]. В результате проведенных нами опытов было установлено, что наличие хлорида натрия в среде проращивания увеличивало активность пероксидазы в корнях проростков в 2,3 раза по сравнению с контролем (табл. 2).

Таблица 2
Активность пероксидазы в корнях кукурузы сорта Одесская 10

Вариант	Активность пероксидазы, усл.ед/мг белка	Процент	
		к контролю, %	к 0,1 н NaCl, %
Контроль	2,21±0,07	100,0	–
0,1 н NaCl	5,20±0,17	235,3	100,0
NaCl + 2,5 мкг/л 6-БАП	3,57±0,06	161,5	68,7
NaCl + 75 мг/л ПТМБ	3,69±0,12	167,0	71,0
NaCl + 10 мг/л ивин	4,22±0,10	191,0	81,2
2,5 мкг/л 6-БАП	2,23±0,03	101,0	–
25 мг/л ПТМБ	2,26±0,05	102,4	–
2 мг/л ивин	2,45±0,05	110,7	–

Применение всех изученных регуляторов роста в условиях засоления способствовало снижению активности этого фермента. На пресном же фоне регуляторы роста достоверно не изменяли активность фермента, кроме ивина, который увеличивал его активность. Действие последнего препарата можно объяснить его происхождением, поскольку одним из возможных механизмов его действия может быть создание в растении слабого химического стресса, способствующего активации ростовых процессов [17].

Белецким с соавт. (1986) было показано, что у устойчивых к засолению форм характерно появление при действии хлорида натрия и сульфата натрия анодного изофермента с R_f 0,35-0,40, которому приписывается роль солеустойчивого изозима пероксидазы, способствующего выживанию растений в условиях засоления [18].

Большинство культурных растений, в том числе и кукуруза, относятся к растениям гликофитного типа. У галофитов же изменение ферментативной активности носит иной характер. Так, по данным В.И. Суворова (1986), у солевыводящих форм отмечено снижение активности пероксидазы и поддержание её на стабильном уровне у соленакапливающих. Это свидетельствует об отличном от гликофитов механизме поддержания ионного гомеостаза у этих растений.

Таким образом, собственные и литературные данные позволяют нам сделать вывод, что изменение активности пероксидазы в корнях кукурузы в условиях хлоридного засоления можно считать проявлением нарушений нормальных метаболических процессов в клетках, которое может быть снивелировано действием экзогенных биостимуляторов. Подтверждением тому являются результаты опытов по изучению содержания белка в условиях засоления и при действии биологически активных веществ.

Список литературы

1. Удовенко Г.В. Механизмы адаптации растений к стрессам // Физиол. и биохим. культ. раст. – 1979. – 11, № 2. – С. 99-107.
2. Молоков Л.Г., Яковлев В.В., Алёшин В.П. Активность цитохромоксидазы в проростках риса при засолении субстрата // Физиология растений. – 1973. – Т. 20, Вып. 6. – С. 1170-1175.
3. Аббасова З.И., Аллахвердиев С.Р., Зейналова Э.М. Действие полистимулинов К и А-6 на активность пероксидазы при засолении // V Международная конф. "Регуляторы роста и развития растений". Москва, 29 июня-1 июля 1999 г.: Тез. докл. / РАН. – М., 1999. – С. 81.
4. Кабузенко С.М. Вплив засолення та екзогенних фітогормонів на ріст та деякі фізіолого-біохімічні функції рослин на ранніх етапах онтогенезу: Автореф. дисс. ... докт. біол. наук. – Киев, 1997. – 46 с.
5. Burbas N.K., Erdei L. Enzyme assays: catalase, peroxidase and superoxide in sunflower (*Helianthus annuus* L.) under salt, osmotic and heavy metal stresses // Biol. plant. – 1994. – 36, Suppl. – P. 259.
6. Barber Michael J., Notton Brian A., Kay Christopher J., Solomon Larry P. Chloride inhibition of spinach nitrate reductase // Plant Physiol. – 1985. – 90, N 1. – P. 70-94.
7. Кабузенко С.Н., Просянникова И.Б. Влияние экзогенного препарата 6-БАП на показатели белкового обмена злаковых культур в условиях засоления // Учебно-методическая и научная конф. проф.-преп. Коллектива Южно-Украинского колледжа экономики, экологии и права. Симферополь, 12-15 апреля 1994 г.: Тез. докл., Ч. 2. – Симферополь, 1994. – С. 68.
8. Калініна Н.О. Вплив регуляторів росту на проростання кукурудзи в умовах засолення // Конф. молодих вчених-ботаніків України "Актуальні питання ботаніки та екології". Ніжин, 14-17 вересня 1999 р.: Мат. конф. – Ніжин, 1999. – С. 113.
9. Lowry O.H., Rosebrought N.Z., Farr A.L., Randall R.Z. Protein measurement with Folin Fenol Reagent // J. Biol. Chem. – 1951. – V. 193. – P. 265.
10. Бояркин А.И. Быстрый метод определения активности пероксидазы // Биохимия. – 1951. – Т. 16, Вып. 4. – С. 352-358.
11. Сех О.К., Троян В.М., Терек О.І. Вплив АБК на інтенсивність синтезу білка в меристемах коренів кукурудзи в умовах гіпотермії // Укр. ботан. журнал. – 1997. – 54, № 1. – С. 91-97.

12. Достанова Р.Х., Клышев Л.К., Приходько Л.С., Ракова Р.М. Биохимические пути защиты // V Всес. биохим. съезд.: Тез. докл. – М., 1986. – Т. 3. – С. 203.
13. Singh Gurbaksh, Jain Suman. Effect of some growth regulators on certain biochemical parameters during seed development in chickpea under salinity // Indian J. Plant Physiol. – 1982. – 25, N 2. – P. 167-179.
14. Войников В.К., Корьгов М.В. Синтез стрессовых белков в проростках озимой пшеницы при закаливании к холоду // Физиол. растений. – 1991. – 38, Вып. 5. – С. 960-969.
15. Леонова Т.Г., Шевякова Н.И. Влияние различных концентраций солей на интенсивность синтеза белка в опытах *in vivo* и *in vitro* у растений // III Всес. конф. по физиологии и биохимии солеустойчивости растений. Матер. конф. – Алма-Ата, 1974. – С. 17-18.
16. Клышев Л.К., Ракова Н.М., Алина Б.А., Геррман Ф. Влияние NaCl на активность некоторых ферментов листьев гороха // III Всесоюз. конф. по физиол. и биохимии солеуст. растений. Матер. конф. – Алма-Ата, 1974. – С. 22-23.
17. Курчій Б.О. Про роль стресових білків як можливих антиокислювачів // II з'їзд Укр. товариш. фізіологів рослин. Тези доп. – Київ, 1993. – С. 124-125.
18. Троян В.М., Яворська В.Н., Пономаренко С.П., Ніколаєнко Т.К., Безвенюк З.О., Левченко С.І., Драгочов І.В., Гльченко Л.М. Теоретичні основи застосування регулятора росту 2,6-диметилпіридин-N-оксиду в рослинництві // Физиол. и биохим. культ. раст. – 1991. – 23, № 5. – С. 468-473.
19. Романюк Н.Д., Терек О.І., Троян В.М., Сех О.К., Терек К.В. Дослідження фізіологічної активності регуляторів росту – івіну, емістиму й агростимуліну // Вісник Львівського ун-ту "Фізіолого-біохімічна оцінка дії техногенних факторів на рослини". Сер. біол. – 1997. – Вип. 24. – С. 39-45.
20. Пономаренко С.П. Регулятори роста растений на основе N-окисленных производных пиридина. – Киев: Техника, 1998. – С. 101-161.
21. Белецкий Ю.Д., Карнаухова Т.Б., Шевякова Н.И. Изоферменты пероксидазы как биохимического как биохимические маркеры устойчивости растений к сульфатному засолению // IV Всес. симпозиум по солеустойчивости растений. Тезисы докл. – Ташкент: ФАН, 1986. – С. 62.
22. Суворов В.И. Изменение активности и изоэнзимного состава пероксидазы и оксидифенилоксидазы галофитов при усилении засоления // IV Всес. симпозиум по солеустойчивости растений. Тезисы докл. – Ташкент: ФАН, 1986. – С. 45.

Анотація

Калиніна Н.О., Кабузенко С.М. Дія хлоридного засолення та регуляторів росту на вміст білку і активність пероксидази в коренях кукурудзи // Вчені записки ТНУ, 2000

Досліджували вміст білку та активність пероксидази у коренях трьохдобових проростків кукурудзи. Було встановлено, що 0,1 н хлоридне засолення знижувало вміст загального білку та значно підвищувало активність пероксидази. Регулятори росту виявили захисну дію на вивчені параметри.

Ключові слова: кукурудза, пероксидаза, загальний білок, хлоридне засолення, регулятори росту

Summary

Kalinina N.O., Kabuzenko S.N. Effect of chloride salinity and growth regulators on the protein's content and peroxidase activity in the root of Zea mays // Buchenye zapiski TNU, 2000

The protein's content and peroxidase activity in the root of Zea mays were reserch. Was established that chrорide salinity decrease the total protein's content and considerable increase peroxidase acrivity. The growth regulators was action on the stady harametres

Key words: Zea mays, peroxidase, total protein, chrорide salinity, growth regurators