

УДК 581.1

Д. Хасан¹, И.С. Ковтун², М.В. Ефимова²

¹ Российский университет дружбы народов (г. Москва)

² Биологический институт Томского государственного университета (г. Томск)

ВЛИЯНИЕ ХЛОРИДНОГО ЗАСОЛЕНИЯ НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН И РОСТ ПРОРОСТКОВ *Brassica napus* L.

Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ (грант моб_ст-11-04-90785), а также в рамках проекта ФЦП «Организационно-техническое обеспечение проведения международной научной школы «Перспективные направления физико-химической биологии и биотехнологии» (ГК № 14.741.12.0153 от 07 июня 2011 г.).

Исследовано действие разных концентраций NaCl (от 50 до 200 мМ) на прорастание и морфогенез проростков рапса в темноте. Процент проросших семян и ростовые показатели проростков (длина гипокотыля и корня) оценивали на 3,5 и 7-е сут после прорастания в условиях засоления. Негативный эффект, вызванный непродолжительным действием избытка соли (3,5 сут), был выражен значительно сильнее, чем при длительном засолении. Наибольшую чувствительность к действию непродолжительного засоления проявляли гипокотыли проростков рапса. Высокая солеустойчивость отмечена для процесса прорастания семян по сравнению с процессом роста корневой системы и гипокотыля.

Ключевые слова: *Brassica napus* L.; засоление; гипокотыль; корень; прорастание семян.

Введение

Изучение механизмов устойчивости растений к повреждающему действию абиотических факторов является одной из фундаментальных проблем биологии. Ее решение имеет принципиальное значение для понимания стратегии выживания растений в экстремальных условиях, прежде всего в условиях интенсивного засоления. Актуальность данной проблемы определяется тем, что в настоящее время 25% всех почв земного шара в той или иной степени засолено [1–3]. Засоление территорий, чему во многом способствуют неблагоприятные глобальные изменения климата, приводит к снижению продуктивности агро- и биоценозов, падению биоразнообразия и, как следствие, значительным экономическим потерям [4–10].

Цель данного исследования – оценка влияния хлоридного засоления на прорастание семян и рост проростков *Brassica napus* L.

Материалы и методики исследования

В качестве объекта исследований использованы растения рапса *Brassica napus* L. В ходе исследований изучено действие различных концентраций NaCl (от 50 до 200 мМ) на прорастание и морфогенез проростков рапса в темноте. Процент проросших семян и ростовые показатели проростков (длина гипокотыля и корня) анализировали на 3,5 и 7-е сутки после прорастания в условиях засоления.

Статистическая обработка данных проведена с помощью пакета прикладных программ StatSoft STATISTICA 6.0. Результаты экспериментов представлены в виде средних арифметических со стандартными ошибками. Статистическую значимость различий рассчитывали для 95%-го уровня значимости ($p < 0,05$).

Результаты исследования и обсуждение

При засолении наблюдались подавление прорастания семян и ингибирование растяжения осевых органов проростков рапса. При этом негативный эффект, вызванный непродолжительным действием избытка соли (3,5 сут), был выражен значительно сильнее, чем при длительном засолении (7 сут) (рис. 1).

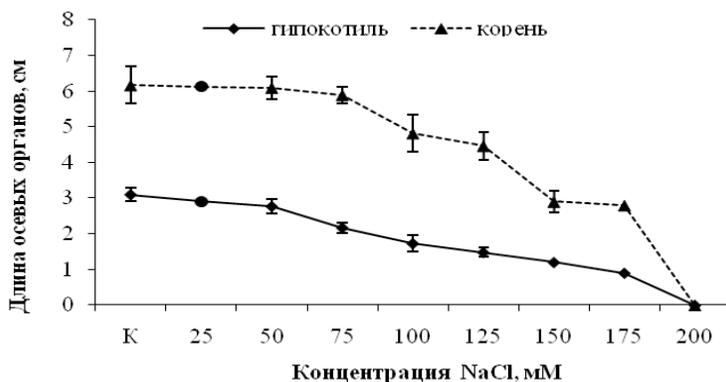


Рис. 1. Ростовые показатели проростков рапса на 3,5 сут

Наибольшую чувствительность к действию непродолжительного засоления проявляли гипокотыли проростков рапса. В этом случае ингибирование роста гипокотылей обнаруживали при 50 мМ NaCl.

В то же самое время торможение роста корней наблюдали лишь под действием более высоких концентраций соли (75 или 100 мМ). Увеличение продолжительности засоления до 7 сут существенно меняло картину, поскольку в данном случае рост корней рапса ингибировался при 50 мМ, в то время как торможение роста гипокотылей обнаруживалось при 125 мМ NaCl. Это

означает, что при длительном засолении в первую очередь повреждается корневая система, а затем – надземные органы. При этом процесс прорастания семян оказался достаточно устойчивым к засолению. Выраженное ингибирование прорастания проявлялось при 100–175 мМ NaCl. Число проросших семян при продолжительном засолении (7 сут) в широком диапазоне концентраций NaCl (100 до 175 мМ) возрастало.

На этом основании можно заключить, что наличие соли в среде лишь замедляло процесс прорастания семян, а не вызывало их гибель в первые 3,5 сут воздействия. Напротив, при 200 мМ прорастание семян было полностью подавлено (рис. 2).

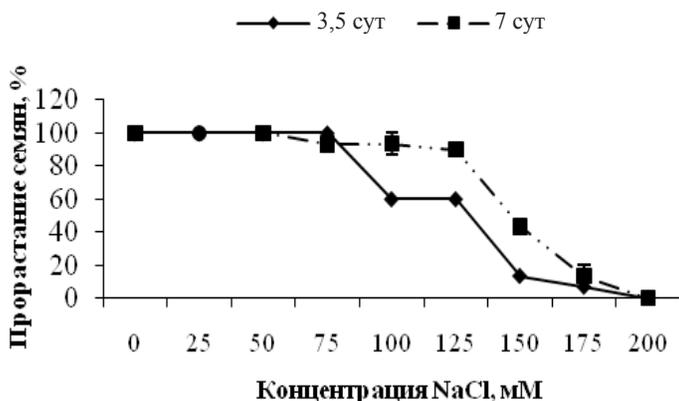


Рис. 2. Прорастание семян рапса

Заключение

Таким образом, процесс прорастания семян рапса оказался более солеустойчивым по сравнению с процессом роста корневой системы и гипокотыля. При этом реакция проростков рапса на различные концентрации соли характеризовалась органоспецифичностью. Снижение ингибирующего влияния хлорида натрия при продолжительном засолении, вероятно, обусловлено тем, что растения постепенно адаптировались, что сопровождалось формированием защитных механизмов и повышением их солеустойчивости.

Литература

1. Kuznetsov V.I., Shevyakova N.I. Polyamines and Plant Adaptation to Saline Environments // Desert Plants. Heidelberg, Dordrecht, London, New York : Springer-Verlag, 2010. P. 261–298.
2. Kholodova V., Volkov K., Kuznetsov V.I. Plants under Heavy Metal Stress in Saline Environments // Soil Heavy Metals. Ser. «Soil Biology». 19, Heidelberg, Dordrecht. London ; New York : Springer-Verlag, 2010. P. 163–183.
3. Иванов Ю.В., Карташов А.В., Савочкин Ю.В. Устойчивость всходов *Pinus silvestris* и *Picea abies* к солевому стрессу // Лесной вестник. 2010. № 3(72). С. 119–122.

4. Шевякова Н.И., Бакулина Е.А., Кузнецов Вл.В. Антиоксидантная роль пролина у галофита *Mesembryanthemum crystallinum* при действии засоления и параквата, инициирующих окислительный стресс // Физиология растений. 2009. № 5. С. 736–742.
5. Гринин А.Л., Холодова В.П., Кузнецов Вл.В. Сравнительный анализ физиологических механизмов солеустойчивости различных сортов горчицы // Вестник Российского университета дружбы народов. Сер. Агрономия и животноводство. 2010. № 1. С. 27–38.
6. Стеценко Л.А., Ракитин В.Ю., Шевякова Н.И., Кузнецов Вл.В. Органоспецифическое изменение содержания свободных и конъюгированных полиаминов в растениях *Mesembryanthemum crystallinum* при засолении // Физиология растений. 2009. Т. 56. С. 893–898.
7. Шевякова Н.И., Мусатенко Л.И., Стеценко Л.А. и др. Влияние засоления на содержание полиаминов и фитогормонов в проростках *Phaseolus vulgaris* L. // Доповіді НАН України (Доклады НАН Украины). 2009. Т. 12. С. 180–185.
8. Карташов А.В., Радюкина Н.Л., Иванов Ю.В. и др. Роль систем антиоксидантной защиты при адаптации дикорастущих видов растений к солевому стрессу // Физиология растений. 2008. № 4. С. 516–522.
9. Баят Ф., Ширан Б., Беляев Д.В. и др. Повышенная устойчивость к засолению растений картофеля, трансформированных геном вакуолярного Na⁺/H⁺-антипортера ячменя HvNHX2 // Физиология растений. 2010. Т. 57. С. 744–755.
10. Радюкина Н.Л., Манелли С., Иванов Ю.В. и др. Гомеостаз полиаминов и антиоксидантные системы корней и листьев *Plantago major* L. при солевом стрессе // Физиология растений. 2009. Т. 56. С. 359–368.

Поступила в редакцию 29.06.2011 г.

Tomsk State University Journal of Biology. 2011. № 4 (16). P. 108–112

Djalal Hasan¹, Irina S. Kovtun², Marina V. Efimova²

¹Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

²Biological Institute of Tomsk State University, Tomsk, Russia

THE INFLUENCE OF CHLORIDE SALINIZATION ON SEEDS GERMINATION AND SEEDLINGS GROWTH OF *Brassica napus* L.

Rape (Brassica napus L.) has a grate practical interest. This plant widely used not only in food industry, but in technical production. The most common negative abiotic factor is a solinization of soil, which takes 25 percents of all soils of the world. Accumulation of salt in soil may lead to yield reduction, and, as a result, to significant economic losses.

The influence of different concentration of NaCl (from 50 to 200 mM) on rape seedlings germination and morphogenesis in darkness were researched. Percentage of germinated seeds and growth rates (the length of hypocotyl and root) were analyzed on 3,5 and 7th day after germination under saline conditions.

Under salt stress the suppression of seeds germination and inhibition of axial organs elongation were observed. The negative effect of short salinity (3,5 days) were more pronounced than under long-term salinity (7 days). The hypocotyls of rape seedlings were most sensitive to short salt action. In this case the inhibition of hypocotyl growth were observed under 50 mM NaCl. Also, the roots growth inhibition was noted

only under higher salt concentration (75 and 100 mM). Elongation of salt action to 7 days significantly changed the picture, because in this case the root growth of the rape seedlings was inhibited under 50 mM, while the growth inhibition of hypocotyls was detected under 125mM. It means, that primarily damaged the root system and afterwards the aerial organs under long-term salinity. At the same time, the process of seeds germination was sufficiently resistant to salinity. Expressed inhibition of germination was showed under 100–175 NaCl. The quantity of germinated seeds under long-term salinity (7 days) at a wide range of concentrations NaCl (100–175 mM) increased. On this basis we can conclude that salt presence in the medium only slowed the seeds germination and didn't cause it death in the early days of impact of salt. However, under 200 mM the seeds germination was completely suppressed.

So, the seeds germination process was more salt-tolerant than hypocotyl and root system growth process. Also, the rape seedlings reaction on different salt concentrations characterized by the organ specificity. Decrease of inhibition influence of NaCl under long-term salinity, probably connected with adaptation of plants and with creation of protective mechanisms and improvement of their salt-tolerance.

Key words: *Brassica napus L.*; salinization; hypocotyl; root; seeds germination.

Received June 29, 2011