

# ВЛИЯНИЕ ХЛОРИДНОГО ЗАСОЛЕНИЯ НА АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТОВ ПРОРОСТКОВ ДИКОРАСТУЩИХ ЗЛАКОВ ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ

И.Н. Пляскина, Е.А. Бондаревич

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Читинская государственная медицинская академия», Министерства здравоохранения Российской Федерации, Чита, Россия, *thebestdamnthing@mail.ru*; *bondarevich84@mail.ru*

**Аннотация.** В статье представлены результаты изучения прорастания семян двух видов рода *Stipa* в условиях хлоридного засоления. Определение всхожести семян показало, что *Stipa sibirica* более приспособлен к засолению. Показано, что исследуемые злаки реагируют на засоление изменением активности антиоксидантных ферментов.

**Ключевые слова:** злаки, прорастание, хлоридное засоление, каталаза, пероксидаза

**DOI:** 10.31255/978-5-94797-319-8-639-642

Влияние засоления на рост и развитие растений имеет две основные составляющие: дефицит влаги в результате осмотического стресса и токсическое действие избытка ионов солей, особенно ионов  $\text{Na}^+$  [Dajic, 2006]. Повышенная концентрация  $\text{NaCl}$  вызывает явление окислительного стресса, сопряженного с избыточной генерацией активных форм кислорода (АФК) [Гарифзянов, 2012]. Поддержание концентрации АФК на достаточно низком уровне осуществляет специализированная антиоксидантная система, включающая антиоксиданты и ферменты, такие как супероксиддисмутаза, каталаза, различные изоформы пероксидаз [Колупаев, 2007; Загоскина, Назаренко, 2016]. Во многих исследованиях была обнаружена корреляция между устойчивостью к стрессам и уровнем активности антиоксидантных систем. Исследования, которые рассматривают изменение активности антиоксидантных систем у дикорастущих злаков, немногочисленны. Поэтому актуальным является изучение этого вопроса, поскольку это позволит внести вклад в концепцию устойчивости растений.

**Цель работы:** изучить влияние хлоридного засоления на всхожесть семян и активность каталазы и пероксидазы в проростках дикорастущих злаков.

**Материалы и методы:** объекты исследования – ковыль сибирский (чий сибирский) *Stipa sibirica* (L.) Lam и ковыль Крылова (*Stipa krylovii* (Roshev)). Семена были собраны в 2017 г. (Читинский район) и в 2015 г. (Оловянинский район) на территории Забайкальского края. Материалом для исследования являлись двухнедельные проростки злаков. Семена проращивали с использованием растворов  $\text{NaCl}$  разной концентрации: 25 мМ соответствует содержанию 0,06% легкорастворимых солей в почвенном растворе, 50 (0,29%), 75 (0,44%), 100 (0,58%), 150 (0,87%), 200 (1,17%) и 300 мМ (1,8%), контроль – дистиллированная вода. По принятой классификации к засоленным относят почвы с содержанием легкорастворимых солей более 0,25%. Почвы с содержанием легкорастворимых солей более 1% относят к солончакам. Семена проращивали в термостате при температуре 21 °С в течение 14 суток. Проводили подсчет проросших семян (в %). Для проведения эксперимента использовали 3-х кратную повторность, в каждой повторности содержалось 50 семян. Для определения активности каталазы использовали метод, основанный на способности перекиси водорода образовывать с солями молибдена стойкий окрашенный комплекс [Королюк и др., 1988]. Для определения активности пероксидазы был использован кинетический метод, основанный на изменении оптической плотности раствора за счёт образования окрашенного продукта окисления

бензидина [Воскресенская и др., 2006]. Активность пероксидазы выражают в единицах оптической плотности на грамм сырой массы в секунду  $\Delta D_{670} \cdot g^{-1} \cdot s^{-1}$ . Статистическая обработка выполнена в программе MS Excel 2010 (описательная статистика).

**Результаты:** начиная с 3-х суток, отмечается прорастание семян исследуемых злаков в большинстве проб. При определении всхожести семян было выяснено, что концентрация NaCl 300 мкМоль полностью останавливает процесс прорастания. Семена *S. sibirica* не прорастают также при концентрации 200 мкМоль (рис. 1). Семена *S. krylovii* проросли при концентрации 200 мкМоль, но всхожесть оказалась самой низкой (2,5%) и не наблюдалось положительной динамики (рис. 2). В целом, семена *S. sibirica* имели больший процент всхожести в условиях засоления. Резкое снижение всхожести наблюдается от 100 до 150 мкМоль (всхожесть соответственно 50 и 17,5%) (рис. 1).

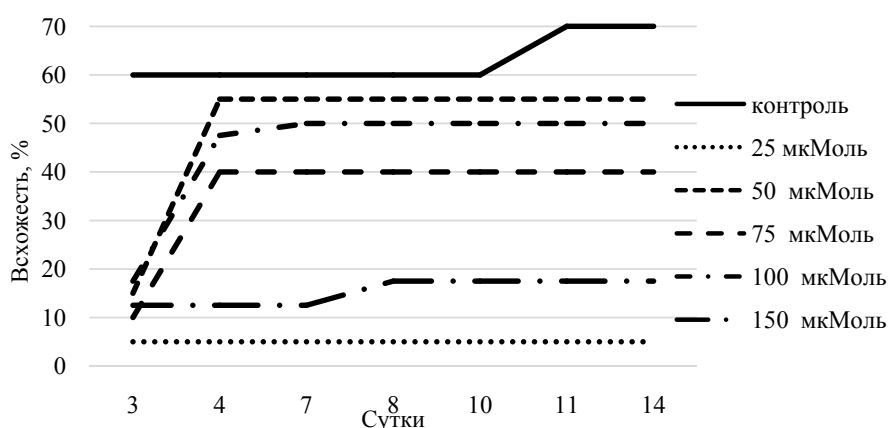


Рис. 1. Всхожесть семян *S. sibirica* в условиях хлоридного засоления.

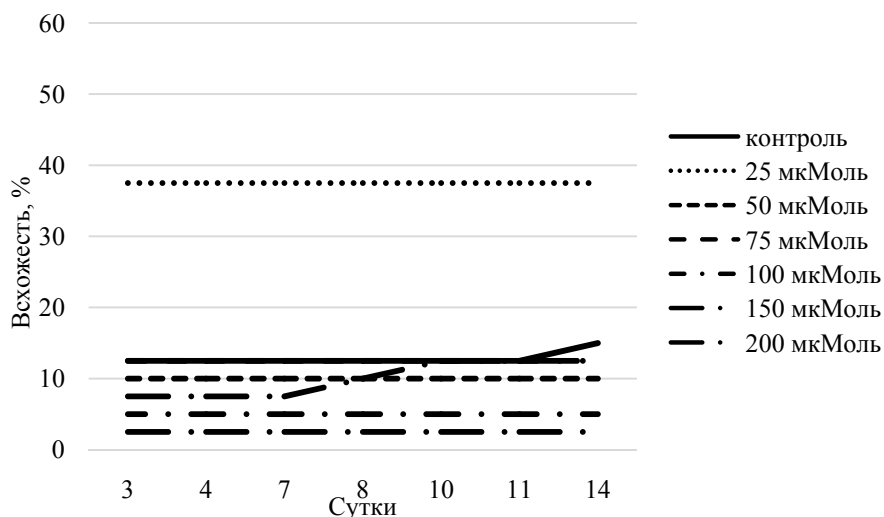


Рис. 2. Всхожесть семян *S. krylovii* в условиях хлоридного засоления.

В ходе исследования было выяснено, что с увеличением концентрации NaCl меняется активность каталазы. В контроле активность фермента у обоих видов оказалась практически сходной (рис. 3). Максимальное значение активности также отмечено при одинаковой концентрации NaCl (75 мМ). Последующее снижение активности фермента можно объяснить торможением синтетических процессов в проростке, что сказывается также и на ростовых процессах. Активность пероксидазы также менялась в зависимости от концентрации NaCl (рис. 4). У проростков *S. sibirica*

максимальное значение активности фермента наблюдается при концентрации 25 мкМоль, у *S. krylovii* – при 50 и 75 мкМоль.

Таким образом, возможность семян исследуемых злаков прорасти при высоких концентрациях NaCl может быть связана с ксерофитной природой этих злаков, так как ксерофиты имеют приспособления, позволяющие эффективно использовать влагу. Также, одним из механизмов, обеспечивающих устойчивость проростков *S. sibirica* и *S. krylovii* к условиям среды, является активность антиоксидантных систем.

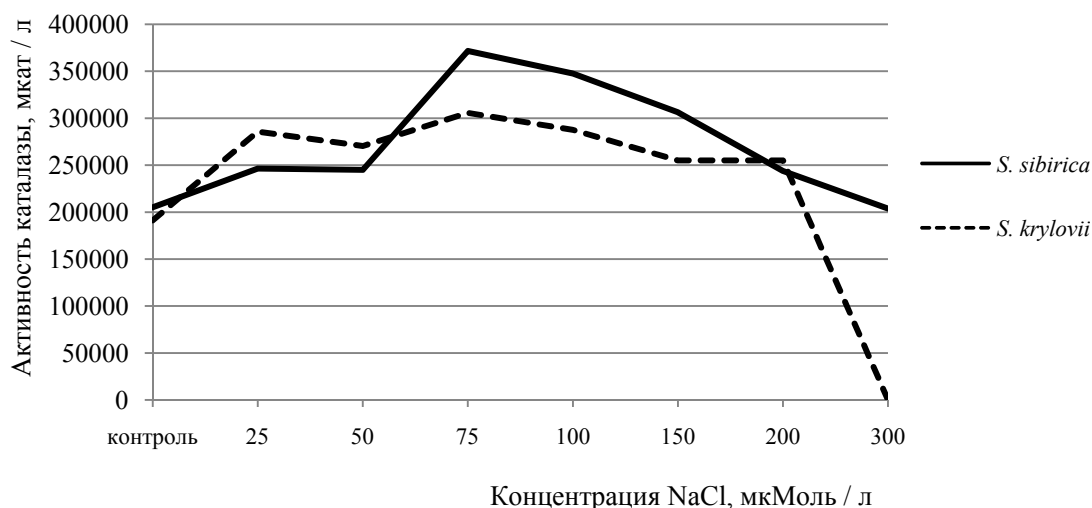


Рис. 3. Активность каталазы в двухнедельных проростках злаков

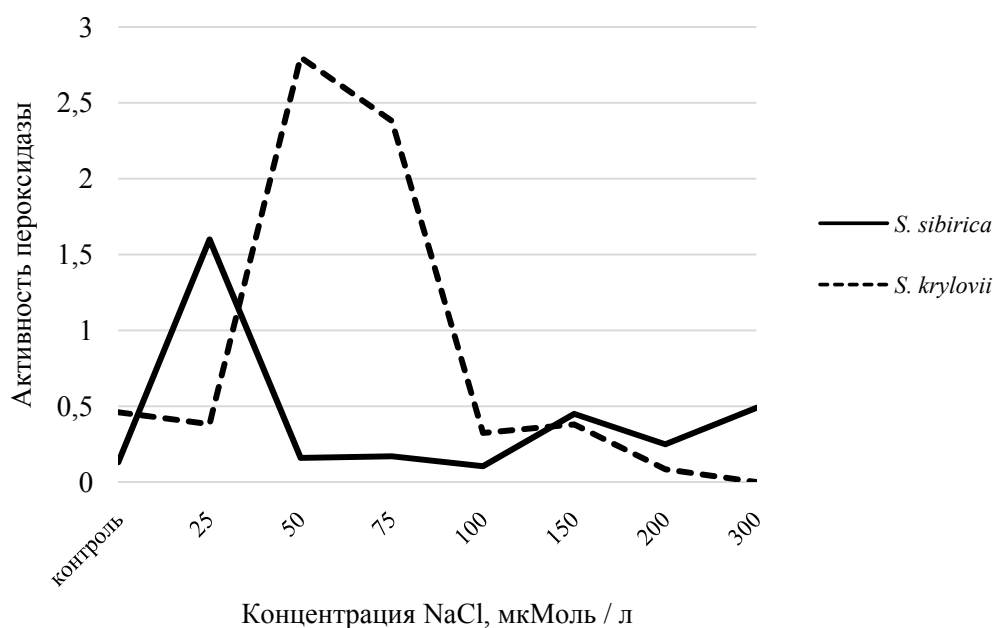


Рис. 4. Активность пероксидазы в двухнедельных проростках злаков (г⁻¹·с⁻¹).

#### Литература

Воскресенская О.Л., Алябышева Е.А., Половникова М.Г. Большой практикум по биоэкологии. Ч. 1: учеб. пособие / Мар. гос. ун-т; – Йошкар-Ола, 2006. – 107 с.

Гарифзянов А.Р. Особенности NaCl-индуцированного окислительного стресса и динамики активности антиоксидантных ферментов в органах тритикале озимого // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2012. – № 2. – С. 9–12.

Загоскина Н.В., Назаренко Л.В. Активные формы кислорода и антиоксидантная система растений // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия «Естественные науки». – 2016. – №. 22. – С. 9–23.

Колупаев Ю.Е. Активные формы кислорода в растениях при действии стрессоров: образование и возможные функции // Вестник Харьковского национального аграрного университета. Сер. Биология. – 2007. – Вып. 3(12). – С. 6–26.

Королук М.А., Иванова Л.И., Майорова И.Г., Токарев В.Е. Метод определения активности каталазы // Лабораторное дело. – 1988. – № 1. – С. 16–19.

Dajic Z. Salt stress // Physiology and Molecular Biology of Stress Tolerance in Plants / Eds.: Madhava Rao K.V., Raghavendra A.S., Janardhan Reddy K. – Dordrecht: Springer-Verlag, 2006. – P. 41–101.

## THE INFLUENCE OF CHLORIDE SALINITY ON ENZYME ACTIVITY OF SEEDLINGS OF WILD CEREALS OF EASTERN TRANSBAIKALIA

I.N. Plyaskina, E.A. Bondarevich

Federal State Budgetary Institution of Higher Professional Educational «Chita State Medical Academy» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Chita, Russia, [thebestdamnthin@mail.ru](mailto:thebestdamnthin@mail.ru), [bondarevich84@mail.ru](mailto:bondarevich84@mail.ru)

**Abstract.** The article presents the results of studying the germination of seeds of two species of the genus *Stipa* in terms of chloride salinity. Determination of seed germination showed that *Stipa sibirica* is more adapted to salinity. It is shown that the studied cereals react to salinity by changing the activity of antioxidant enzymes.

**Keywords:** cereals, germination, chloride salinity, catalase, peroxidase