



PlantGen2025



**Участие гена *SaCAH* в устойчивости растений *Sinapis alba* L.
к отдельному и одновременному действию избытка цинка
и низкой температуры**

Н.М. Казнина*, Н.С. Репкина

*Институт биологии – обособленное подразделение ФИЦ «Карельский научный
центр Российской академии наук», Петрозаводск, Россия*

** kaznina@krc.karelia.ru*

Новосибирск, 2-5 июля 2025 г.

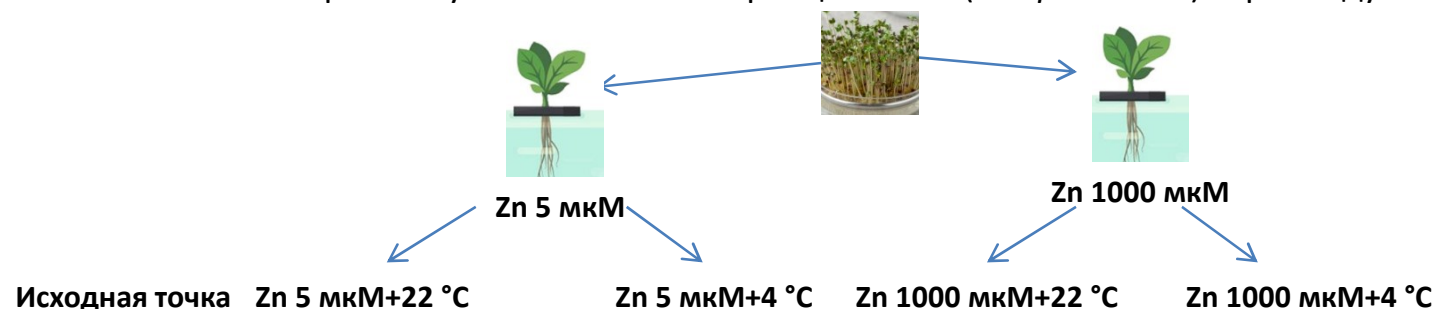


PlantGen2025

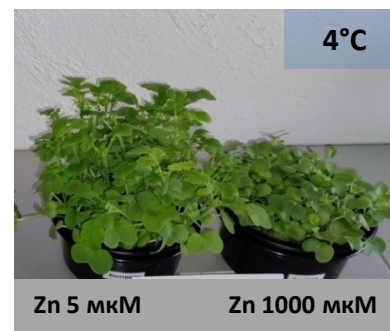
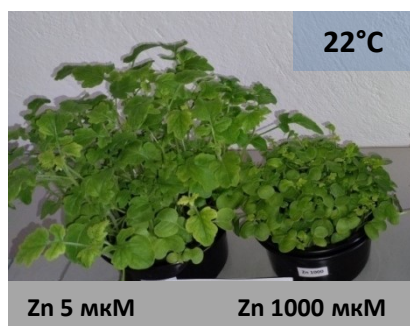
Цель: изучить содержание транскриптов гена $\text{Ca}^{2+}/\text{H}^{+}$ -обменника (*SaCAH*) в листьях горчицы белой при избытке цинка в среде роста, кратковременном понижении температуры или одновременном действии этих стрессоров.

Материалы и методы:

Проклюнувшиеся семена горчицы белой (*Sinapis alba* L.) сорта Радуга

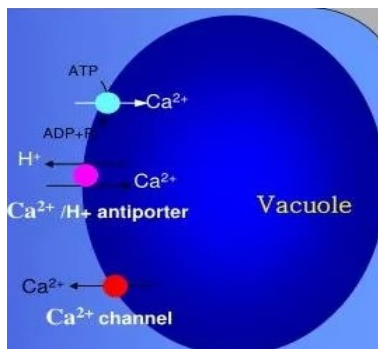


В исходной точке и по истечении 3-х и 7-и суток в листьях растений измеряли количество транскриптов гена *SaCAH* методом РТ-ПЦР. Об устойчивости растений к раздельному или совместному действию стресс-факторов судили по показателям роста побега (высота, сухая биомасса).





PlantGen2025



Результаты: Обнаружено, что в оптимальных условиях роста ($\text{Zn}5+22^\circ\text{C}$) количество транскриптов гена *SaCAX* было практически неизменным на протяжении всего опыта (рис. А). При избытке цинка (исходный уровень) количество матриц гена оказалось в 3 раза выше, чем при его оптимальном содержании, однако в дальнейшем при 22°C ($\text{Zn}1000+22^\circ\text{C}$) оно постепенно снижалось (рис. А).

При действии низкой температуры (рис. Б) в течение 3 сут количество транскриптов гена *SaCAX* в варианте опыта $\text{Zn}5+4^\circ\text{C}$ возрастало (в 2.8 раз по сравнению с исходным уровнем), но к 7-м суткам уменьшалось до исходного значения. В варианте с одновременным действием стресс-факторов ($\text{Zn}1000+4^\circ\text{C}$) количество транскриптов этого гена сохранялось высоким на протяжении всего опыта (рис. Б).

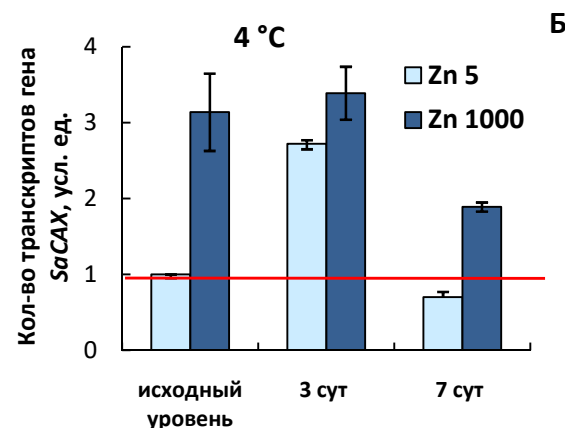
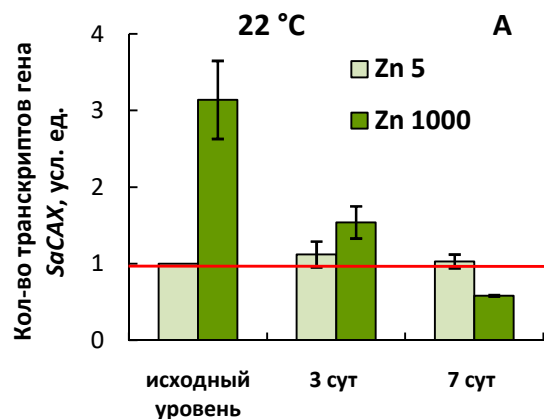


Рисунок. Влияние избытка цинка на количество транскриптов гена *SaCAX* в листьях горчицы белой при оптимальной (22°C - А) и низкой (4°C - Б) температурах



PlantGen2025

Выявлено также, что все изученные типы воздействия отрицательно сказались на росте растений. В частности, у них уменьшалась (по сравнению с оптимальными условиями роста) высота побега и его сухая биомасса. Однако в вариантах с отдельным действием избытка цинка и низкой температуры к завершению опыта растения возобновляли рост, тогда как в варианте с их одновременным воздействием рост полностью останавливался (таблица).

Таблица. Влияние избытка цинка на показатели роста горчицы белой при оптимальной и низкой температурах

Показатели роста побега	Экспозиция, сут	22°C		4°C	
		Zn5 оптимальные условия роста	Zn1000	Zn5	Zn1000
Высота, см	0	11,57±0,46	7,16±0,21*	11,57±0,46	7,16±0,21*
	3	14,55±0,42	7,10± 0,19*	11,84±0,52	7,51±0,19*
	7	18,24±0,63	14,22±0,29*	12,39±0,61*	7,54± 0,15*
Сухая биомасса, г	0	0,025±0,002	0,015±0,001*	0,025±0,002	0,015±0,001*
	3	0,032±0,002	0,018±0,001*	0,028±0,003	0,015±0,001*
	7	0,069±0,006	0,034±0,002*	0,032±0,004	0,017±0,001*

* - различия с контролем достоверны при $p < 0.05$



PlantGen2025

Выводы: При **раздельном действии избытка цинка или низкой температуры** у горчицы белой в листьях **усиливается экспрессия гена *SaCAH***, что направлено на снижение содержания кальция в цитозоле клетки. **Однако при дальнейшем росте растений в этих условиях уровень экспрессии гена постепенно снижается**, свидетельствуя о восстановлении концентрации этого элемента и, как следствие, уменьшении стрессовой нагрузки. При этом **возобновляется рост растений**.

При **одновременном воздействии стресс-факторов** количество транскриптов гена **остается высоким на протяжении всего опыта**, что, вероятно, связано с сохранением высокого уровня кальция в цитозоле. В этом случае наблюдаемая в опыте **остановка роста растений** может быть связана с развитием окислительного стресса, вызванного избыточным количеством ионов кальция. **Полученные данные позволяют предполагать участие гена *SaCAH* в устойчивости растений горчицы белой не только к избытку цинка, но и к низкой температуре, а также к одновременному воздействию изученных стресс-факторов.**

Финансирование: Исследование поддержано финансированием на ГЗ ИБ КарНЦ РАН
№ FMEN-2022-0004.

