

## **Исследование устойчивости ячменя к гипертермическому воздействию на фоне обработки стимуляторами роста**

Спицына Ксения Александровна,

10 класс, МАОУ Бутурлинская СОШ имени В.И. Казакова,

Научный руководитель: М.В. Гусева,

учитель биологии и химии, 1 кв. категории, педагог дополнительного образования МАОУ Бутурлинская СОШ имени В.И. Казакова

*В работе исследована каталазная активность прорастающих семян ячменя спектрофотометрическим методом Аебу на фоне обработки стимуляторами роста в ответ на высокотемпературные воздействия, различающиеся по продолжительности. Выявили, что активность каталазы увеличивается при краткосрочной гипертермии, а более продолжительное воздействие ингибирует фермент. Обнаружили влияния стимуляторов роста таких как: циркон и янтарная кислота на работу фермента каталазы.*

В течение жизни растения периодически подвергаются действию неблагоприятных факторов окружающей среды, одним из которых является высокая температура. Как показывают многочисленные исследования, растения обладают различными комплексами защитных механизмов, помогающих им приспосабливаться к неблагоприятному действию стресс-факторов [1]. Одной из ответных реакций растений на действие стресс-факторов (в том числе гипертермии) является усиление генерации в их клетках активных форм кислорода. Для предотвращения их избыточного накопления в клетках функционирует антиоксидантная система, включающая антиоксидантные ферменты и низкомолекулярные соединения. Каталаза является антиоксидантным ферментом, который катализирует разложение пероксида водорода с образованием молекулярного кислорода и воды, участвует в утилизации  $H_2O_2$ , образующегося при действии высоких температур [2].

Поскольку Бутурлино является рабочим поселком, и проблема урожайности всегда волновала и волнует жителей, мы решили провести исследование устойчивости ячменя к гипертермическому воздействию.

Целью работы явилось исследование активности каталазы прорастающих семян ячменя к гипертермическому воздействию на фоне обработки стимуляторами роста.

Для определения устойчивости пророщенных семян ячменя использовали спектрофотометрическое определения белка по методу Лоури и активности каталазы, предложенный Аебу [3,4]. Все исследования проводились в трехкратной повторности.

Перед проращиванием проводили обработку семян регуляторами роста янтарной кислотой, цирконом и оберегом. Сухие семена, необходимые для опыта, замачивали в 0,2 % растворе янтарной кислоты на 24 часа; в 0,1 % растворе циркона (действующее вещество: гидроксикоричная кислота, производитель: ННПП "НЭСТ М") на 16 часов; 0,1% растворе оберега (действующее вещество: арахидоновая жирная полиненасыщенная кислота, производитель: ООО «Ортон») на 1 час, затем просушивали на сухом материале в тени и проращивали на фильтровальной бумаге смоченной водой в чашках Петри, в качестве контроля использовали водопроводную воду.

Нами был изучен характер изменения жароустойчивости прорастающих семян ячменя в ответ на высокотемпературные воздействия. Прорастающие семена на 5 день помещали в термостат: одни образцы прорастающих семян выдерживали 5 минут при температуре 40°C, другие – 15 минут при такой же температуре (40°C).

Определяя белок по методу Лоури выяснили, что при комнатной температуре наибольшее содержание белка было в пророщенных семенах, обработанных янтарной кислотой, а наименьшее при обработке стимулятором оберег (рис. 1).

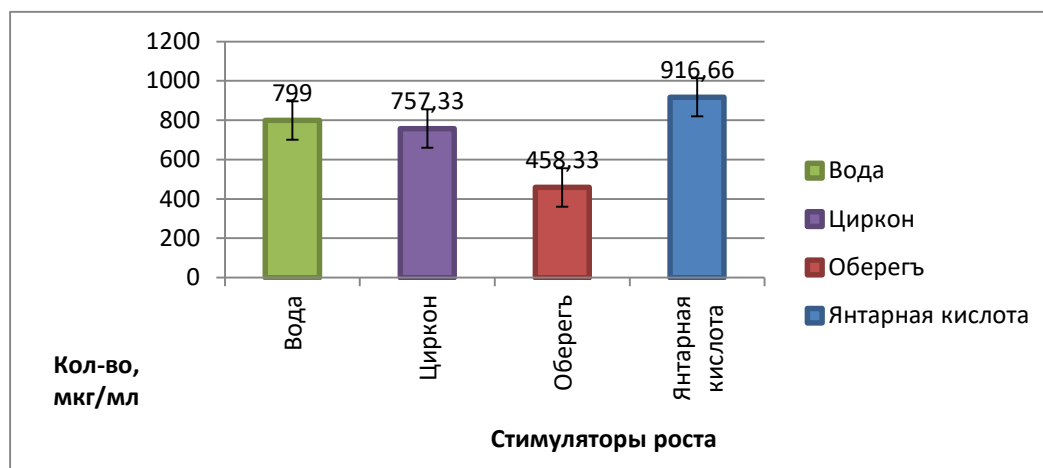


Рис.1. Количественное определение содержания белка по методу Лоури при комнатной температуре на фоне обработки стимуляторами роста

Снижение количества белка в прорастающих зернах ячменя, обработанных стимуляторами, по сравнению с контролем, объясняется тем, что стимуляторы увеличивают скорость роста растений, тем самым содержание белка снижается, так как он идет на построение организма. Увеличение количества белка при использовании янтарной кислоты возможно связано с тем, что она является важнейшим участником цикла трикарбоновых кислот (цикла Кребса) и внесение её извне, снижает потребление собственной энергии прорастающих семян, поэтому количество белка выше, чем у контроля.

Для выявления зависимости активности каталазы спектрофотометрическим методом Aebi от гипертермического воздействия на прорастающие семена ячменя, были взяты контрольные образцы, выращенные на воде, определили, что активность фермента повышалась в течение 5 минут действия высокой температуры, а в дальнейшем – снижалась.

На фоне обработки стимуляторами роста наблюдали максимальную активность каталазы при комнатной температуре у пророщенных семян, обработанных янтарной кислотой. Другие стимуляторы при данной температуре активность каталазы ингибировали (рис. 2).

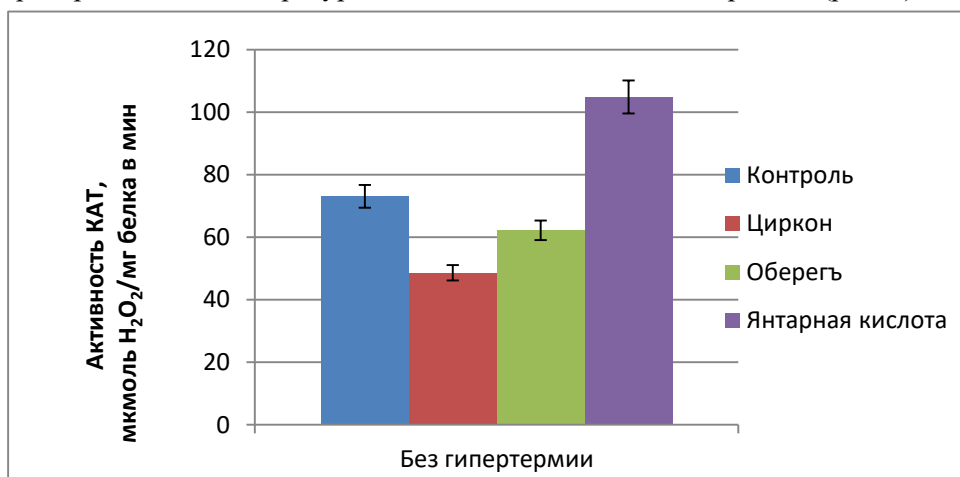


Рис.2. Активность каталазы в прорастающих зерновках ячменя при комнатной температуре на фоне обработки стимуляторами роста

При гипертермии в 5 минут активность фермента возрастала во всех исследуемых образцах, кроме оберега. Предположительно, что увеличение активности каталазы было обусловлено накоплением  $H_2O_2$  (рис.3).

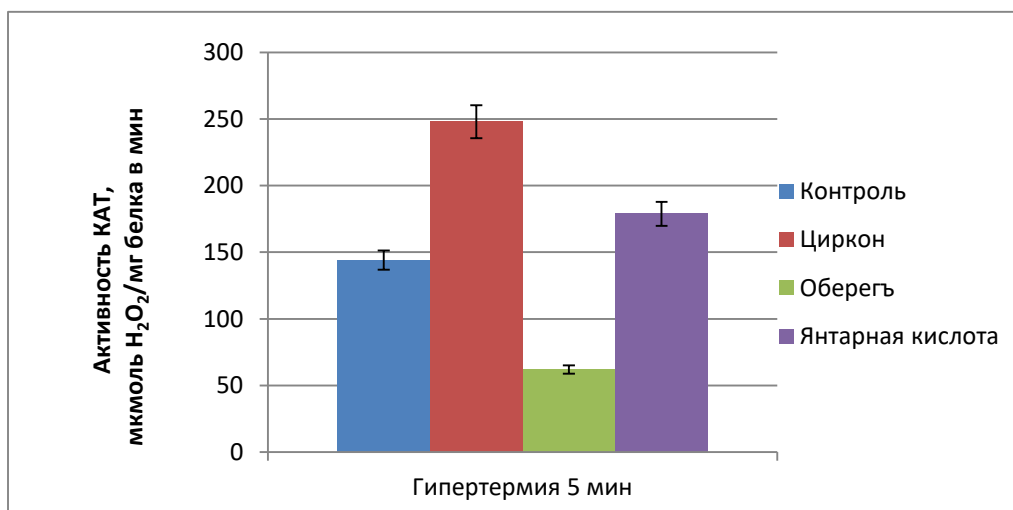


Рис.3. Активность каталазы в прорастающих зерновках ячменя при 5 минутной гипертермии на фоне обработки стимуляторами роста

При увеличении продолжительности гипертермического воздействия до 15 мин, определили снижение активность каталазы, но наиболее высокую активность фермента показали пророщенные зерновки с янтарной кислотой (рис. 4).

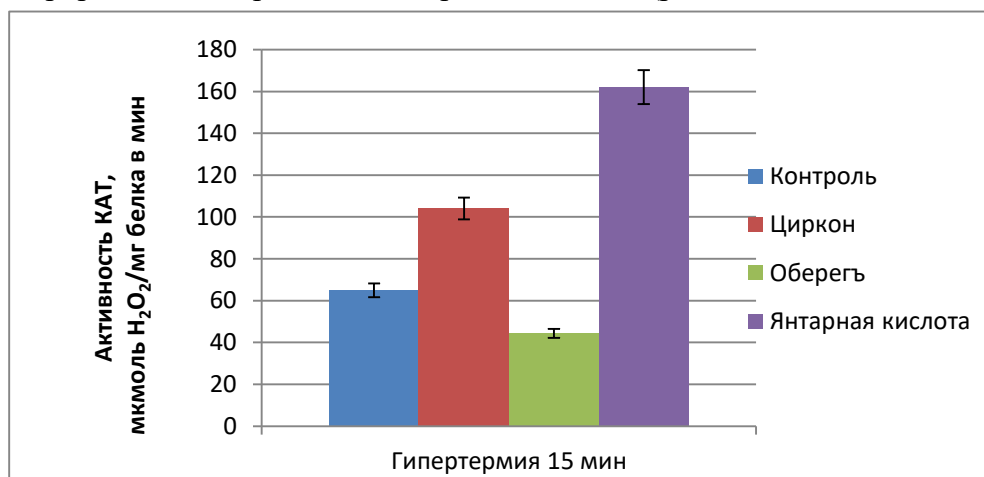


Рис.4. Активность каталазы в прорастающих зерновках ячменя при 15 минутной гипертермии на фоне обработки стимуляторами роста

Полученные результаты можно объяснить тем, что янтарная кислота участвует в процессе клеточного дыхания аэробов, где является центральным звеном метаболизма и при добавлении кислоты извне активирует цикл Кребса, что позволяет ускорить процесс вывода недоокисленных продуктов обмена.

Проведенное нами исследование влияния высоких температур на зерна ячменя под действием различных стимуляторов роста, позволило выявить сходство в их ответной реакции, так в ходе наших исследований установлено, что температура  $40^\circ\text{C}$  вызывает активизацию каталазы в проростках ячменя. Краткосрочная гипертермия вызывает активную работу каталазы в пророщенных семенах ячменя, а более продолжительное воздействие ингибирует фермент.

Содержание белка снижается с увеличением скорости роста зерновок при действии стимуляторов. При обработке стимулятором роста циркон, выявили увеличение активности каталазы при 5 минутной гипертермии, а также наблюдали увеличение активности каталазы при обработке ячменя стимулятором роста янтарная кислота.

Таким образом, данное исследование показало, что не все стимуляторы роста повышают активность каталазы, влияя на устойчивость зерновых культур. Наиболее

эффективными стимуляторами роста в нашем исследовании оказались янтарная кислота и циркон.

Практическая значимость данной работы состоит в том, что данная работа может быть использована в качестве дополнительного материала на уроках биологии и биохимии, а также возможно дальнейшее изучение гипертермической устойчивости ячменя на основе других ферментов класса оксиредуктаз.

#### Список литературы

1. Влияние биологических препаратов на структуру урожая яровой мягкой пшеницы в условиях действия стресса [Электронный ресурс] // «Старт в науке». Научный журнал для школьников — URL: <https://science-start.ru/ru/article/view?id=1527> (дата обращения 12.12.2020)
2. Креславский, В. Д. Сигнальная роль активных форм кислорода при стрессе у растений / В.Д. Креславский, Д.А. Лось, С.И. Аллахвердиев, Вл.В. Кузнецов // Физиология растений. – 2012. – Т. 59 (2). – С. 163–178
3. Методы определения редокс-статуса культивируемых клеток растений: учебно-методическое пособие / Сибгатуллина Г.В., Хаертдинова Л.Р., Гумерова Е.А., Акулов А.Н., Костюкова Ю.А., Никонорова Н.А., Румянцева Н.И. – Казань: Казанский (Приволжский) Федеральный университет, 2011 – 61 с.
4. Филипцова Г. Г. Биохимия растений: метод. рекомендации к лабораторным занятиям, задания для самост. работы студентов / Г. Г. Филипцова, И. И. Смолич.– Мн.: БГУ, 2004.– 60 с.