

2. **Колмыкова Т. С.** Активность супероксиддисмутазы растений томата при изменении температурных режимов / Т. С. Колмыкова, Е. В. Клокова, Э. Ш. Шаркаева // Сб. науч. тр. SWorld. : материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития 2012». – Одесса, 2012. – Т. 31. – С. 68–70.

3. **Курганова Л. Н.** Продукты перекисного окисления липидов как возможные посредники между взаимодействием повышенных температур и развитием стресс-реакции у растений / Л. Н. Курганова, А. И. Веселов, Ю. В. Сеницына // Физиология растений. – 1999. – Т. 46, № 2. – С. 218–222.

4. **Лукаткин А. С.** Вклад окислительного стресса в развитие холодового повреждения в листьях теплолюбивых растений : Активность антиоксидант. ферментов в динамике охлаждения / А. С. Лукаткин // Физиология растений. – 2002. – Т. 49, № 6. – С. 878–885.

*Поступила 05.04.2013 г.*

УДК 581.1 : 633.15 : 661.162.6

## **ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТА РИБАВ-ЭКСТРА И ПОНИЖЕННЫХ ТЕМПЕРАТУР НА ФЕРМЕНТАТИВНУЮ АКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ КУКУРУЗЫ**

**Э. Ш. Шаркаева, Т. С. Колмыкова**

В статье раскрывается действие препарата Рибав-экстра на активность каталазы и аскорбатпероксидазы в листьях растений кукурузы в условиях низкотемпературного стресса.

**Ключевые слова:** Рибав-экстра, кукуруза, каталаза, аскорбатпероксидаза.

## **IMPACT OF THE RIBAV-EXTRA AND LOW TEMPERATURES ON THE ENZYMATIC ACTIVITY OF MAIZE PLANTS**

**E. S. Sharkaeva, T. S. Kolmykova**

We studied the impact of the Ribav-Extra on activity of catalase and ascorbate peroxidase in the leaves of maize plants under the conditions of low-temperature stress. It was revealed that activity of enzymes decreases under the impact of low temperature. Growth regulator affects activity of enzymes during cooling if there is pre-treatment of maize seed. Enzyme activity has depended on the Ribav-Extra concentration. Recovery of enzyme activity have been observed after termination of cooling.  $10^{-6}$  % and  $10^{-7}$  % Ribav-Extra concentrations are the most effective.

**Keywords:** Ribav-Extra, maize, catalase, ascorbate peroxidase.

В последнее время при возделывании сельскохозяйственных культур все большее внимание уделяется приемам, с помощью которых можно повысить их

устойчивость к неблагоприятным факторам среды. К таким приемам относится обработка растений или их семян регуляторами роста.

© Шаркаева Э. Ш., Колмыкова Т. С., 2013

Известно, что процесс адаптации растений к неблагоприятным условиям внешней среды происходит при активном участии антиоксидантной системы, контролирующей в клетках уровень активных форм кислорода (АФК) [2]. Эффективность функционирования антиоксидантной системы обусловлена уровнями низкомолекулярных компонентов и активностью антиоксидантных ферментов. Важную роль в защите клеток растений от АФК играют антиоксидантные ферменты, в том числе такие, как аскорбатпероксидаза и каталаза, участвующие в детоксикации  $H_2O_2$  в клетках растений [4].

В связи с этим исследовали действие природного регулятора роста Рибав-экстра на активность ферментов аскорбатпероксидазы и каталазы в листьях растений кукурузы в условиях низкотемпературного стресса.

Материалом исследования служил препарат Рибав-экстра. Действующее вещество 0,00152 г/л L-аланин + 0,00196 г/л L-глутаминовой кислоты. Продукт метаболизма микоризных грибов, выделенных из корней женьшеня. Объектом исследования являлись семена и растения кукурузы (*Zea mays* L.) сорта Попкорн.

Семена кукурузы обрабатывали препаратом Рибав-экстра в концентрациях от  $10^{-5}$  до  $10^{-8}$  % в течении 16 ч. После этого их высевали в сосуды с почвой; растения выращивали в условиях вегетационного опыта в при  $t$  20–22 °С, 12-ча-

совом световом дне до 2–3 настоящих листьев. С момента достижения проростками кукурузы возраста 11-и суток сосуды с растениями помещали в холодильную камеру с  $t$  4 °С на 16 ч. Сразу после охлаждения и через сутки после охлаждения определяли ферментативную активность каталазы и аскорбатпероксидазы. В качестве контроля служили растения, не обработанные препаратом Рибав-экстра.

Известно, что при охлаждении растений (кукуруза, рис, огурец) обнаруживается резкое снижение активности каталазы, более значительное у теплолюбивых генотипов. Степень холодоустойчивости растений коррелирует с активностью каталазы. В период последствия охлаждения у холодоустойчивых линий риса и кукурузы было отмечено восстановление активности фермента, а у теплолюбивых – снижение. Все это указывает на участие каталазы в защите теплолюбивых растений от действия пониженных температур. В то же время известно, что активность каталазы в проростках кукурузы при акклиматизации или охлаждении либо не изменялась, либо возрастала. В период последствия охлаждения у контрастных по холодоустойчивости сортов огурца активность каталазы возрастала одинаково [3].

Результаты исследования показали, что до охлаждения растений активность каталазы была примерно одинаковой во всех вариантах опыта (табл. 1).

Таблица 1

**Активность каталазы в листьях растений кукурузы, обработанных препаратом Рибав-экстра после охлаждения, ммоль/г ткани, мин**

Вариант опыта		Активность каталазы, ммоль/г ткани, мин		
		До охлаждения	Сразу после охлаждения	Через 24 ч после охлаждения
Рибав-экстра, %	Контроль	146±3,0	121±1,1	140±2,6
	$10^{-5}$	149±2,1	101±1,3	118±1,4
	$10^{-6}$	148±1,2	143±1,5	140±1,2
	$10^{-7}$	152±2,0	140±1,0	148±1,0
	$10^{-8}$	142±3,1	136±2,0	139±1,5

Охлаждение растений кукурузы приводило к снижению активности фермента. У необработанных биопрепаратом растений после гипотермии активность каталазы снижалась на 20 %. Предпосевная обработка растений препаратом Рибав-экстра в концен-

трации  $10^{-5}$  % максимально снижала активность фермента после охлаждения (на 45 % по сравнению с неохлажденным контролем). У обработанных препаратом растений кукурузы в концентрациях  $10^{-6}$  % и  $10^{-7}$  % не наблюдалось изменений в активности каталазы

сразу после воздействия низких температур. У растений, обработанных биопрепаратом в концентрации  $10^{-8}$  %, сразу после охлаждения величина исследуемого параметра была ниже на 7 % по сравнению с неохлаждавшимся контролем (см. табл. 1).

Определение активности каталазы в последствии охлаждения показали восстановление ферментативной активности. Спустя сутки после охлаждения активность каталазы возрастала, однако степень восстановления активности была неодинаковой в различных вариантах. Растения без обработки Рибав-экстра (контроль) в последствии пониженных температур практически восстановили активность фермента. У растений, обработанных препаратом в концентрации  $10^{-5}$  %, активность фермента даже спустя 24 ч после охлаждения была на 20 % ниже неохлаждавшегося контроля. Предпосевная обработка Рибав-экстра в концентрациях  $10^{-6}$  и  $10^{-7}$  % и в последствии охлаждения не приводила к изменению активности каталазы, различий с контролем не наблюдали. При обработке семян самой низкой концентрацией биопрепарата  $10^{-8}$  % также наблюдали восстановление ферментативной активности в период наблюдения, но значения исследуемого параметра здесь были на 5 % ниже, чем в контроле.

Аскорбатпероксидаза принимает участие в регуляции метаболизма в ходе онтогенеза и имеет особое значение для растений в обеспечении быстрой приспособляемости к постоянно меняющимся условиям внешней среды. При этом активность аскорбатпероксидазы снижается при действии неблагоприятных факторов [1].

Наше исследование показало аналогичную тенденцию в динамике активности аскорбатпероксидазы (табл. 2). До охлаждения растений их ферментативная активность была приблизительно одинаковой во всех исследуемых вариантах. Максимальное подавление активности фермента наблюдалось сразу после охлаждения у контрольных растений, она была на 26 % ниже, чем до холодного воздействия. Охлаждение растений, обработанных Рибав-экстра в концентрации  $10^{-5}$  %, снижало активность аскорбатпероксидазы на 23 % по сравнению с неохлаждавшимся контролем. Предпосевная обработка препаратом в концентрациях  $10^{-6}$  и  $10^{-7}$  % не вызывала подавления активности фермента после холодного воздействия. Подавление активности аскорбатпероксидазы прослеживалось и в варианте с концентрацией биопрепарата  $10^{-8}$  %. Уровень активности фермента был ниже на 10 % по сравнению с контрольными растениями без охлаждения.

Таблица 2

**Активность аскорбатпероксидазы в листьях растений кукурузы, обработанных препаратом Рибав-экстра,  $\text{мкмоль} \times \text{г}^{-1} \times \text{мин}^{-1}$**

Вариант опыта		Активность аскорбатпероксидазы, $\text{мкмоль} \times \text{г}^{-1} \times \text{мин}^{-1}$		
		До охлаждения	Сразу после охлаждения	Через 24 ч после охлаждения
Рибав-экстра, %	контроль	0,31±0,01	0,23±0,04	0,32±0,05
	$10^{-5}$	0,29±0,01	0,24±0,03	0,32±0,04
	$10^{-6}$	0,32±0,02	0,30±0,05	0,31±0,04
	$10^{-7}$	0,32±0,03	0,30±0,06	0,33±0,03
	$10^{-8}$	0,30±0,01	0,28±0,02	0,34±0,05

Наблюдения в последствии охлаждения показали восстановление активности фермента во всех исследуемых вариантах, различий с неохлаждавшимся контролем не отмечалось. Через 24 ч активность аскорбатпероксидазы была практически одинаковой вне зависимости от обработки биопрепара-

том. Действие Рибав-экстра проявлялось лишь в повышении ферментативной активности сразу после охлаждения.

Таким образом, действие препарата Рибав-экстра направлено на снятие окислительного стресса и зависит от его концентрации. Наиболее эффективными оказались

концентрации биопрепарата  $10^{-6}$  и  $10^{-7}$  %. Возможно, Рибав-экстра принимает участие в регуляции активности ферментов, препятствуя снижению их активности в период действия и последствий неблагоприятных факторов.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Колупаев Ю. Е.** Активные формы кислорода в растениях при действии стрессоров: образование и возможные функции / Ю. Е. Колупаев // Вестн. Харьков. нац. аграрн. ун-та. – (Сер. Биология). – 2007. – Вып. 3. – С. 6–26.
2. **Тиунов Л. А.** Механизмы естественной детоксикации и антиоксидантной защиты / Л. А. Тиунов // Вестн. РАМН. – 1995. – № 3. – С. 9–13.
3. **Лукаткин А. С.** Вклад окислительного стресса в развитие холодового повреждения в листьях теплолюбивых растений : Активность антиоксидант. ферментов в динамике охлаждения / А. С. Лукаткин // Физиология растений. – 2002. – Т. 49, № 6. – С. 878–885.
4. **Дмитриев А. П.** Сигнальные молекулы растений для активации защитных реакций в ответ на биотический стресс / А. П. Дмитриев // Физиология растений. – 2003. – Т. 50. – С. 465–474.

*Поступила 17.08.2013 г.*