

ВЫЗЫВАЕМЫЕ ХИЗАЛОФОП-П-ЭТИЛОМ ИЗМЕНЕНИЯ АЦИДОФИЦИРУЮЩЕЙ АКТИВНОСТИ КОРНЕЙ ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ ПОСЛЕ ГИПОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

А. В. Станьковская

Белорусский государственный университет, г. Минск;

anyast136@gmail.com;

науч. рук. – О.Г. Яковец, канд. биол. наук, доц.

В результате проведенных экспериментов установлено, что характер изменения ацидофицирующей активности корней проростков озимой пшеницы сорта Мроя зависит от времени, которое проходит после воздействия низкотемпературного стресса. Также выявлено, что характер изменения ацидофицирующей активности корней проростков пшеницы после гипотермии зависит от концентрации в наружной среде гербицида хизалофоп-П-этила. В работе показано, что адаптации растительного организма к действию стрессоров предшествует активация H^+ -АТФазной помпы.

Ацидофицирующая активность, H^+ -АТФазная помпа, гипотермия, гербициды, хизалофоп-П-этил, озимая пшеница, адаптация.

Хизалофоп-П-этил (ХЗФ) – высокоэффективный гербицид, использующийся в посевах двудольных культур против однолетних и многолетних злаковых культур. Относится к группе арилоксифеноксипропионатов, нарушающих синтез жирных кислот за счет ингибирования ацетил-КоА-карбоксилазы [3]. ХЗФ входит в состав таких препаратов, как, например, Агросан, КЭ (хизалофоп-П-этил, 51,6 г/л), Леопард, КЭ (хизалофоп-П-этил, 50 г/л), Миура, КЭ (хизалофоп-П-этил, 125 г/л) [2].

При обработке надземной части растений гербицидами возможно их попадание в почву и, как следствие, влияние на корневую систему растительного организма. Одной из характеристик корневой системы является ее ацидофицирующая активность (подкисление наружного раствора), которая обусловлена функционированием H^+ -АТФазной помпы. H^+ -АТФаза плазматической мембраны выполняет ключевую роль в адаптации растений к разнообразным неблагоприятным факторам. Нельзя исключить влияния попадающих в почву гербицидов на функциональную активность данной транспортной системы.

Для растительного организма характерно такое явление, как кросс-адаптации – приобретение или повышение устойчивости под воздействием одного из неблагоприятных факторов к другим стрессовым воздействиям. В литературе сообщается о возможном повышении устойчивости растений к последующему действию

стрессоров после их предобработки низкой температурой [3]. В связи с этим целью нашей работы было исследование изменения ацидофицирующей активности корней проростков озимой пшеницы под действием хизалофоп-П-этила после гипотермии.

Эксперименты проводились на 8-дневных проростках озимой пшеницы сорта Мроя, выращенных рулонным методом в темноте в растворе 0,1 мМ CaSO_4 . Контрольные измерения ацидофицирующей активности корней проводились в течение 180 мин в темноте в растворе, содержащем 0,1 мМ CaSO_4 и 1,0 мМ KCl . В литературе отмечено, что ионы K^+ способны стимулировать H^+ -отток в корневой системе злаковых культур [4]. Поэтому все опытные растворы содержали 1,0 мМ KCl . Величина значения pH раствора в начале опыта доводилась $5,0 \cdot 10^{-3}$ М NaOH до 6,8. Регистрировали pH экспериментального раствора с помощью настольного pH-метра HANNA instruments HI 221 и иономера лабораторного И-160. На основе изменений pH инкубационного раствора рассчитывали количество протонов, выделенных корнями за каждый интервал времени с учетом объема раствора, его pH и веса корней [4].

Для исследования влияния на ацидофицирующую активность корней пониженной температуры после контрольных измерений проростки помещали в термостат при температуре $+12^\circ\text{C}$ на 15 ч [1]. После этого сразу и через 24 и 48 ч проводилось исследование ацидофицирующей активности корней в контрольном растворе и при добавлении 10^{-6} , 10^{-5} и 10^{-4} М гербицида. После окончания экспериментов корни отделяли, промокали фильтровальной бумагой и взвешивали. На основе изменений pH инкубационного раствора рассчитывали концентрацию протонов и количество протонов, выделенных корнями за каждый интервал времени с учетом объема раствора и веса корней

При концентрации 10^{-6} М хизалофоп-П-этила в контроле с увеличением длительности инкубации корней проростков озимой пшеницы их ацидофицирующая активность значительно увеличилась. Сразу после воздействия пониженной температуры достоверно увеличивал ацидофицирующую активность корней по сравнению с контролем. Через 24 ч после гипотермической обработки гербицид достоверно ингибировал ацидофицирующую активность корней до 160 мин эксперимента по сравнению с контролем. Уже через 48 ч после гипотермической обработки гербицид достоверно увеличил ацидофицирующую активность корней по сравнению с контролем.

При расчете количества протонов, выделенных корнями, в контроле, с увеличением времени инкубации корней проростков озимой пшеницы

наблюдался выход ионов водорода. Гербицид сразу после гипотермического воздействия с увеличением времени инкубации корней проростков озимой пшеницы вызывал достоверную активацию выхода ионов водорода. Гербицид через 24 ч и 48 ч после гипотермической обработки достоверно не изменял выход протонов из корней проростков.

При концентрации 10^{-5} М хизалофоп-П-этила в контроле, с увеличением длительности инкубации корней проростков озимой пшеницы, их ацидофицирующая активность значительно не увеличилась. Гербицид сразу после воздействия пониженной температуры достоверно увеличил ацидофицирующую активность корней по сравнению с контролем. Через 24ч после гипотермической обработки гербицид достоверно ингибировал ацидофицирующую активность корней по сравнению с контролем. Через 48ч после гипотермической обработки гербицид достоверно увеличил ацидофицирующую активность корней по сравнению с контролем.

При расчете количества протонов, выделенных корнями, в контроле с увеличением времени инкубации корней проростков озимой пшеницы практически не наблюдался выход ионов водорода. Гербицид сразу после гипотермического воздействия, с увеличением времени инкубации корней проростков озимой пшеницы вызывал активацию выхода ионов водорода. Гербицид через 24 ч и 48 ч после гипотермической обработки достоверно не изменял выход ионов водорода из корней проростков по сравнению с контролем.

При концентрации 10^{-4} М хизалофоп-П-этила в контроле, с увеличением длительности инкубации корней проростков озимой пшеницы, их ацидофицирующая активность значительно не ингибировалась. Гербицид сразу после воздействия пониженной температуры достоверно увеличил ацидофицирующую активность корней в сравнении с контролем. Через 24ч после гипотермической обработки гербицид достоверно увеличил ацидофицирующую активность корней по сравнению с контролем. Через 48ч после гипотермической обработки гербицид достоверно увеличил ацидофицирующую активность корней по сравнению с контролем.

При расчете количества протонов, выделенных корнями, в контроле с увеличением времени инкубации корней проростков озимой пшеницы выход ионов водорода практически не наблюдался. Сразу после гипотермического воздействия, с увеличением времени инкубации корней проростков озимой пшеницы гербицид вызывал достоверную активацию выхода ионов водорода. Гербицид через 24ч после гипотермической обработки достоверно увеличил выход H^+ из корней

проростков по сравнению с контролем. Через 48ч после гипотермической обработки гербицид достоверно увеличил выход протонов из корней в наружный раствор по сравнению с контролем.

Таким образом, нами было показано, что, во-первых, характер изменения ацидофицирующей активности корней проростков пшеницы зависит от времени, которое проходит после воздействия низкотемпературного стресса. Сразу после действия гипотермии зафиксировано ингибирование H^+ -помпы. С увеличением времени экспозиции в нормальных условиях происходит постепенное возвращение функциональной активности данной транспортной системы к контролю (через 48ч). При этом предварительно происходит ее активация (через 24ч). Во-вторых, характер изменения ацидофицирующей активности корней проростков пшеницы после гипотермии в присутствии хизалофоп-П-этила зависит от концентрации гербицида. По воздействию 10^{-6} , 10^{-5} , 10^{-4} М хизалофоп-П-этила сразу после действия гипотермии наблюдается активация H^+ -помпы. С увеличением времени экспозиции проростков в нормальных условиях до 24 и 48ч достоверных изменений выхода протонов под действием 10^{-6} , 10^{-5} М не происходит, а под действием 10^{-4} М гербицида - зафиксирована активация этого процесса. Обработка 10^{-6} , 10^{-5} М хизалофоп-П-этилом приводит к сокращению времени, в течение которого развивается адаптация корневой системы проростков после гипотермического воздействия, до 24ч. При обработке 10^{-4} М хизалофоп-П-этилом в выбранном временном интервале не зафиксировано наступления адаптации корневой системы проростков после гипотермического воздействия. В-третьих, можно заключить, что адаптации растительного организма предшествует активация H^+ -АТФазной помпы.

Библиографические ссылки

1. Современные проблемы биохимии. Методы исследований: учеб. пособие / Е.В. Барковский [и др.]; под ред. проф. А.А. Чиркина – Минск: Выш. шк., 2013. – 491с.
2. Хизалофоп-п-этил (квизалофоп-п-этил) [Электронный ресурс]. - 2018. Режим доступа: <https://pesticidy.by/dv/hizalofop-p-etil-kvizalofop-p-etil/>. Дата доступа: 27.04.2022.
3. Хизалофоп-П-этил [Электронный ресурс]. - 2020. Режим доступа: https://www.agroxxi.ru/goshandbook/wiki/active_substance/quizalofop-P-ethyl.html. Дата доступа: 27.04.2022.
4. Вахмистров, Д.Б. Переходный процесс при индукции протонного насоса корневых клеток [Текст] / Д.Б. Вахмистров, О Эн До // Физиология растений. – 1993. – Т.40, № 1. – С. 100-105.