

ПРОЦЕССЫ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ У *SOLANUM TUBEROSUM* ПРИ ДЕЙСТВИИ ГИПОТЕРМИИ И ЗАСУХИ

Т.И. Пузина¹, И.Ю. Макеева¹, П.С. Прудников², М.А. Цуканова¹

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, Орёл, Россия, tipuzina@gmail.com

²Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, п/о Жилина, Орловская область, Россия, prudnicov@inbox.ru

Аннотация. Исследовали действие 2-часовой гипотермии (-2°C) и 10-дневной почвенной засухи на протекание процессов перекисного окисления липидов в растениях картофеля. Мониторинг реакций ПОЛ выявил накопление как начальных (гидроперекисей жирных кислот), так и конечных продуктов (малонового диальдегида) в условиях засухи. Гипотермия в большей степени активизировала начало развития окислительного стресса. Отрицательное действие засухи сказалось, прежде всего, на росте корневой системы картофеля, а гипотермии – на росте надземных и подземных органов.

Ключевые слова: почвенная засуха, гипотермия, гидроперекиси жирных кислот, малоновый диальдегид, рост

DOI: 10.31255/978-5-94797-319-8-659-663

Изучение процессов ПОЛ в растительном организме имеет особое значение в связи с формированием устойчивости к постоянно изменяющимся условиям внешней среды. Для растений картофеля, имеющих слабо развитую корневую систему по сравнению со злаковыми культурами, представляет интерес исследование действия почвенной засухи. Наряду с этим, для растений картофеля на первых этапах вегетации губительными являются весенние заморозки (-1 – -2 °C). Поэтому цель работы заключалась в проведении мониторинга процессов ПОЛ в условиях 2-часовой гипотермии (-2°C) и 10-дневной почвенной засухи.

Объект исследования – растения картофеля (*Solanum tuberosum* L.) сорта Жуковский ранний селекции ВНИИ КХ (Коренёво, Россия).

Вегетационные опыты проводили в условиях вегетационного домика на базе агробиостанции, лабораторные – в лаборатории «Регуляция роста и развития растений» Орловского госуниверситета. Для почвенной культуры использовали серую лесную среднесуглинистую почву. В сосуде с 10 кг почвы выращивали одно растение. В период закладки опытов в почву вносили оптимальные количества азота, фосфора и калия, соответственно 230, 70, 310 мг элемента на кг почвы. В лабораторных условиях клубни картофеля проращивали в контейнерах с влажными опилками вначале в темноте, а после появления всходов на поверхности субстрата при температуре 20±2 °C.

Гипотермию создавали, помещая контейнеры с 21-дневными побегами возобновления в низкотемпературный шкаф Т25/01 (Россия) на 2 часа при температуре -2 °C, имитирующей заморозки. Почвенную засуху создавали прекращением полива растений через 15 суток после появления всходов (до инициации клубнеобразования). Продолжительность почвенной засухи составляла 10 суток. При этом влажность почвы достигала 25% от полной влагоёмкости. В оптимальных условиях влажность почвы составляла 60% полной влагоёмкости.

Содержание гидроперекисей жирных кислот липидов оценивали по реакции взаимодействия их с роданистым аммонием [Романова, Стальная, 1977]; содержание

малонового диальдегида – по цветной реакции с тиобарбитуровой кислотой при нагревании [Лукаткин, Голованова, 1988].

Анализировали средние пробы 21-дневных побегов возобновления и их придаточных корней (лабораторные опыты), а также листьев 7-го яруса срединной формации и корневой системы в фазе бутонизации (вегетационные опыты).

На рисунках представлены средние арифметические из 5 биологических повторностей и их стандартные ошибки. Аналитическая повторность – 5-кратная. Достоверность результатов оценивали с помощью критерия Стьюдента.

О реакциях ПОЛ большинство исследователей судит по накоплению конечного продукта – малонового диальдегида. В нашей работе был проведен мониторинг за реакциями ПОЛ не только по конечному, но и по начальному продукту данного процесса – накоплению гидроперекисей жирных кислот липидов. Из данных рис. 1 видно, что 10-дневная засуха вызвала развитие окислительного стресса, что проявилось в существенном увеличении, как гидроперекисей, так и малонового диальдегида в листьях. Их уровень, по сравнению с оптимальными условиями, возрос более чем в 2 раза. Возможно, что причина активизации процессов ПОЛ связана с интенсификацией дыхания – неспецифической реакцией растения на стресс, в процессе которого образуются активные формы кислорода. Такие данные отмечены нами ранее [Пузина, Цуканова, 2008].

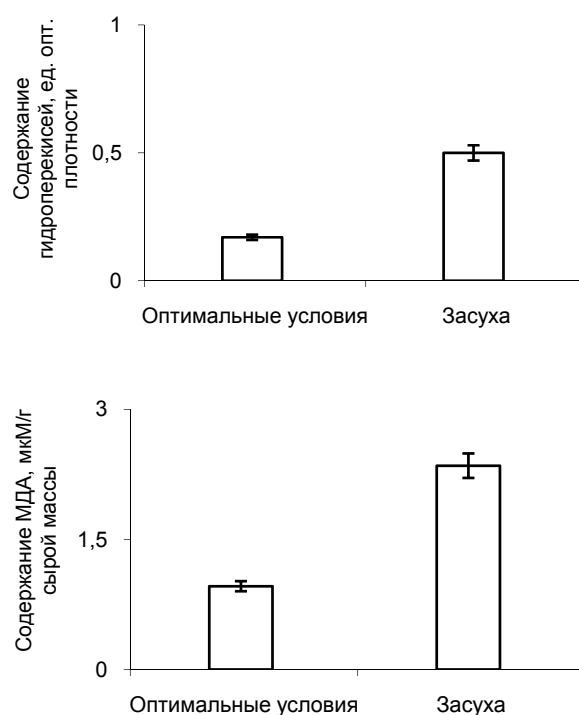


Рис. 1. Влияние засухи на процессы ПОЛ в листьях (вегетационный опыт).

В условиях действия отрицательной температуры (-2°C), имитирующей заморозки, отмечена бóльшая интенсификация начальных этапов ПОЛ в побегах возобновления по сравнению с накоплением малонового диальдегида (рис. 2). Так, содержание гидроперекисей жирных кислот в этих условиях возросло в 2,6 раза, тогда как малонового диальдегида – в 1,7.

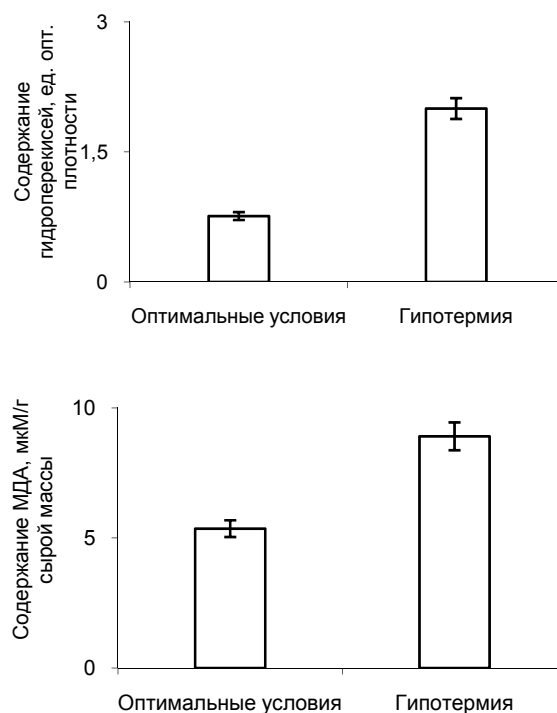


Рис. 2. Влияние гипотермии на процессы ПОЛ в побегах возобновления (лабораторный опыт).

На фоне развития окислительного стресса выявлены некоторые особенности в ростовых реакциях растений картофеля. А именно, 10-дневная засуха в условиях почвенной культуры ингибировала рост корневой системы (рис. 3). Её масса снизилась на 22%. При этом масса листьев практически не изменилась.

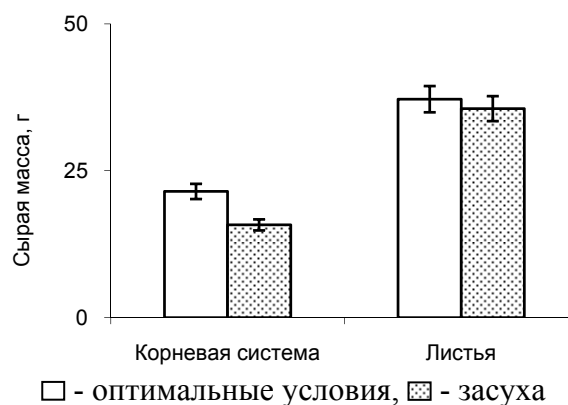


Рис. 3. Влияние засухи на ростовые процессы.

В то же время, кратковременное действие гипотермии на побеги возобновления вызвало замедление роста как их надземной, так и подземной части через 14 суток (рис. 4). В частности, объём придаточных корней уменьшился более чем на 20%. Приблизительно в такой же степени снизилась масса надземных органов. Не исключено, что торможение роста корневой системы связано не только с активизацией изученных реакций ПОЛ, но и с уменьшением содержания фитогормонов ауксинов, о чём сообщалось нами ранее [Пузина и др., 2006; Пузина, Цуканова, 2008].

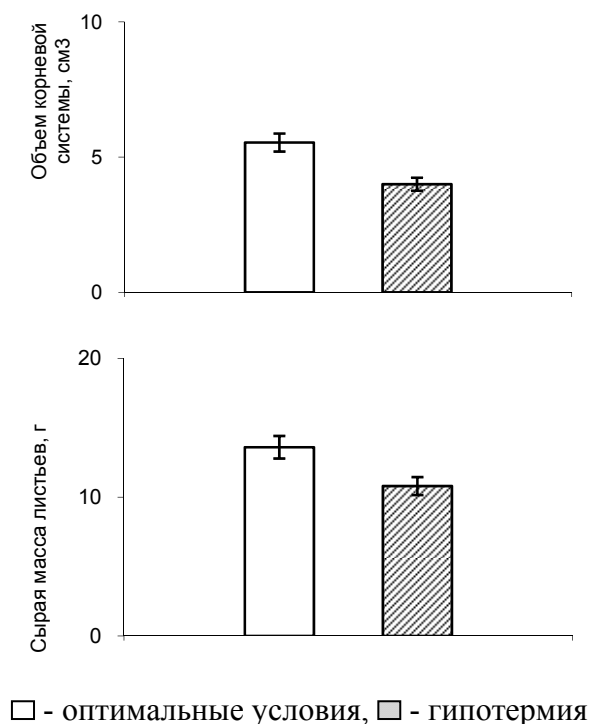


Рис. 4. Влияние гипотермии на ростовые процессы.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что кратковременная гипотермия в большей степени оказала влияние на начальные реакции ПОЛ, тогда как почвенная засуха в равной степени активизировала протекание как начальных, так и конечных реакций перекисного окисления липидов. Отрицательное действие засухи сказалось, прежде всего, на росте корневой системы картофеля, а гипотермии – на росте надземных и подземных органов.

Литература

Лукаткин А.С., Голованова В.С. Интенсивность перекисного окисления липидов в охлажденных листьях теплолюбивых растений // Физиология растений. – 1988. – Т. 35, Вып. 4. – С. 773–780.

Пузина Т.И., Прудников П.С., Якушкина Н.И. Селен как модификатор гормонального статуса растений картофеля в условиях гипотермии // Вторые чтения, посвященные памяти Ефремова Степана Ивановича. – Орел: Картуш, 2006. – С. 12–16.

Пузина Т.И., Цуканова М.А. Влияние почвенной засухи на гормональную и антиоксидантную систему *Solanum tuberosum* в зависимости от обработки селенитом // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: естественные, технические и медицинские науки. – 2008. – № 2. – С. 51–56.

Романова Л.А., Стальная И.Д. Метод определения гидроперекисей липидов с помощью тиоционата аммония // Современные методы в биохимии. – М.: Медицина, 1977. – С. 64–66.

THE PROCESSES OF LIPID PEROXIDATION OF *SOLANUM TUBEROSUM* IN ACTION OF HYPOTHERMY AND DROUGHT

T.I. Puzina¹, I.Yu. Makeeva¹, P.S. Prudnikov², M.A. Tsukanova¹

¹Orel State University named after I.S. Turgenev, Orel, Russia, *tipuzina@gmail.com*

²All-Russian Scientific Research Institute of Fruit Crop Selection, p/o Zilina, Orel Region, Russia, *prudnicov@inbox.ru*

Abstract. The effect of 2-hour hypothermia (-2 ° C) and 10-day soil drought on the course of lipid peroxidation processes in potato plants was investigated. Monitoring of LPO reactions revealed the accumulation of both initial (hydroperoxides of fatty acids) and final products (malonic dialdehyde) under conditions of drought. Hypothermia in a greater degree intensified the onset of oxidative stress. The negative effect of the drought affected, above all, the growth of the root system of potatoes, and hypothermia - on the growth of aboveground and underground organs.

Keywords: *soil drought, hypothermia, fatty acid hydroperoxide, malonic dialdehyde, growth*