

ORIGINAL ARTICLE

## **The Effect of Iodoacetic Acid Sodium Salt on Activity of Peroxidase in Leaves of Potatoes during Thermal Treatment**

Perfileva A.I.<sup>1,2</sup>, Zhivetyev M.A.<sup>1</sup>, Rymareva E.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB of RAS*

<sup>2</sup> *Irkutsk State Technical University*

Tel.: +7(3952) 425009

\*E-Mail: [alla.light@mail.ru](mailto:alla.light@mail.ru)

Received December 16, 2012

Potato tubers, which belong to Lugovsky and Lukyanovsky grades, processed with iodoacetic acid sodium salt (1 mM) as a glycolis inhibitor underwent heat treatment at 37°C or 45°C (1 h). Later the tubers were placed in to soil. On the 45th day of vegetation, activity of peroxidase in potatoes leaves was determined depending on pH. We have revealed that heat treatment provoked a decrease in the activity of peroxidase in potatoes for the Lugovsky grade under all the values pH. No expressed influence of heat treatment upon peroxidase activity was registered for the potato leaves of Lukyanovsky grade.

*Key words: potatoes, heat treatment, peroxidase, activity*

## ORIGINAL ARTICLE

## Эффект Моноацетата Натрия на Активность Пероксидазы в Листьях Картофеля, Подверженного Тепловой Обработке

А.И. Перфильева<sup>1,2</sup>, М.А. Живетьев<sup>1</sup>, Е.В. Рымарева<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, 664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 132, Российская федерация

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Иркутский государственный технический университет», 664074, Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Российская федерация

Tel.: +7(3952) 425009

\*E-Mail: [alla.light@mail.ru](mailto:alla.light@mail.ru)

Поступила в редакцию 16 декабря 2012 г

Клубни картофеля двух сортов Луговской и Лукьяновский, обработанные ингибитором дыхания моноацетатом натрия (1 мМ), подвергали термической обработке 37, 45 °С (1 ч), после клубни высаживали в почву. На 45-е сутки вегетации определяли активность общей пероксидазы из листьев картофеля в зависимости от рН реакционной смеси. Обнаружено, что термическая обработка снижала активность пероксидазы в листьях картофеля сорта Луговской при всех значениях рН. В листьях сорта Лукьяновский не отмечалось выраженного влияния термической обработки на активность пероксидазы.

*Key words: potatoes, heat treatment, peroxidase, activity*

Растения подвергаются постоянным неблагоприятным воздействиям, наиболее частыми из которых являются высокие и низкие температуры и химические вещества. В процессе эволюции растения сформировали разнообразные механизмы адаптации к неблагоприятным факторам окружающей среды. Одним из первых механизмов, участвующих в защитных реакциях растений в ответ на стресс является изменение активности ферментов окислительного метаболизма (Колупаев, Карпец, 2010). К числу таких ферментов относится пероксидаза (Стаценко и др., 2008). Пероксидаза участвует в окислительно-восстановительных реакциях фотосинтеза, в процессах дыхания, метаболизме белков и регулировании роста, катаболизме фенольных соединений, в образовании супероксидного радикала,

детоксикации перекиси водорода. Peroксидаза – это термостабильный фермент. Некоторые изоферменты пероксидазы после своего образования перемещаются из цитоплазмы в межклеточное пространство. Известно, что при стрессе активность пероксидазы повышается, что обеспечивает сохранение жизнеспособности клеток растений (Граскова, 2011).

Появляется все больше работ, демонстрирующих вклад пероксидазы в адаптацию и устойчивость растений (Янчевская и др., 2006; Ершова, 2007; Жуйкова, Безель, 2009; Алиева и др., 2010). Подтверждается наличие четкой корреляции между активностью фермента и степенью устойчивости растений к внешним воздействиям (Долгова, 2004; Граскова, 2011).

В последние десятилетия активно применяются различные препараты для повышения устойчивости растений и увеличения урожайности сельскохозяйственных культур. Многие из применяемых препаратов загрязняют почву. Повышается актуальность поиска агентов для обработки растений, не загрязняющих окружающую среду. В качестве потенциального препарата для обработки картофеля ранее нами был изучен монойодацетат натрия. Монойодацетата натрия – натриевая соль йодуксусной кислоты, является ингибитором ключевого фермента гликолиза триозофосфатдегидрогеназы (Досон и др., 1991), при повышении температуры до 40°C, распадается на неопасные для окружающей среды вещества – йод и уксусную кислоту (Webb, 1963). Ранее был показан бактерицидный и фунгицидный эффект 1 мМ монойодацетата (Рымарева и др., 2008), а также увеличение продуктивности картофеля сорта Луговской

после предпосадочной обработки данным агентом (Перфильева, 2012). Представляет интерес взаимосвязь увеличения продуктивности картофеля с повышением устойчивости растения и увеличением активности пероксидазы в листьях. Целью исследований, представленных в настоящей работе, было изучение изменения активности пероксидазы из листьев картофеля в реакционных смесях с различной рН в зависимости от предпосадочного теплового воздействия на клубни картофеля, обработанные монойодацетатом.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объектов были использованы клубни и листья растений картофеля (*Solanum tuberosum* L.) сортов: Луговской - устойчивый к широкому кругу фитопатогенов и Лукьяновский - восприимчивый. Клубни были получены из НИИ Сельского хозяйства (п. Пивовариха, Иркутский район, Иркутская область, Российская Федерация). Сорт картофеля Луговской. Клубни розовые, глазки красные, мелкие. Мякоть белая, цветки белые. Устойчив к фитофторозу. Среднеустойчив к вирусным болезням, ризоктониозу и парше обыкновенной. Восприимчив к чёрной ножке (Симаков и др., 2010). Сорт картофеля Лукьяновский. Клубни овальные, белые, крупные, мякоть светло-жёлтая. Цветки белые. Отличается устойчивостью к картофельной нематоде, мало устойчив к вирусным болезням. Данный сорт устойчив к фитофторе (Симаков и др., 2010).

Клубни картофеля обрабатывали 1 мМ монойодацетата натрия, затем подвергали термической обработке (26°C – контроль; 37°C – температура теплового закаливания; 45°C –

температура теплового повреждения) в течение 1 ч в воздушном термостате.

Для полевого эксперимента обработанные клубни высаживали в почву на участке, расположенном на территории опытной станции СИФИБР СО РАН, растения выращивались в естественных климатических условиях с периодической прополкой и окучиванием. Варианты режимов обработки клубней были следующими: Лукьяновский 26°C (контроль), Лукьяновский 37°C, Лукьяновский 45°C, Луговской 26°C (контроль), Луговской 37°C, Луговской 45°C.

Для измерения активности пероксидазы, в середине срока вегетации картофеля (45 суток) отбирали листья со среднего яруса растений. Активность общей гваяколзависимой пероксидазы определяли согласно стандартной методике Бояркина (1951).

Полученные результаты были статистически обработаны с использованием пакета программ Microsoft Excel. Приведены средние арифметические значения и стандартные отклонения.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящей работе было исследовано изменение активности пероксидазы листьев полевых растений картофеля, подверженных предпосадочной обработке моноиодацетатом натрия и повышенной температурой в диапазоне pH реакционной смеси от 5,0 до 7,0 (рис. 1, 2).

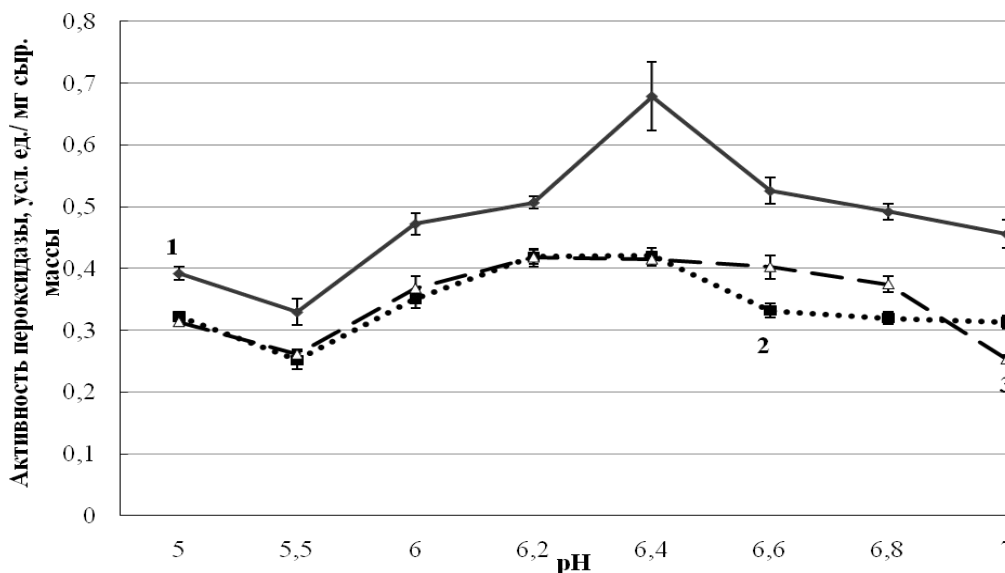
Анализируя графики на рисунке 1, можно заключить, что предпосадочная тепловая обработка клубней картофеля устойчивого сорта Луговской, предварительно обработанных моноиодацетатом натрия, приводила к снижению активности пероксидазы на 25% по

сравнению с контролем при pH 5. Максимальное снижение активности фермента практически в 2 раза было зафиксировано при pH 6,4. При тепловом воздействии 37°C и при 45°C активность оказалась практически одинаковой. Интерес представляет различная активность пероксидазы при pH 6,6 и 6,8. Так в варианте обработки 45°C активность была выше по сравнению с вариантом 37°C, что может быть связано с различной интенсивностью температурного воздействия. Известно, что для большинства растений температура 37°C относится к закаливающим температурам, при которых в растении повышается содержание макромолекул, выполняющих защитную для растения функцию (Титов и др., 2006). Температура 45°C является повреждающей для большинства видов растений (Титов и др., 2006), что свидетельствует о более интенсивной стрессовой нагрузке на растительный организм и может выражаться в некотором повышении активности пероксидазы.

Графики, представленные на рисунке 2 демонстрируют отсутствие значительного влияния предпосадочной температурной обработки клубней на активность пероксидазы в листьях картофеля восприимчивого сорта Лукьяновский. В то же время, активность пероксидазы при pH 5 различалась: термообработка снижала активность пероксидазы приблизительно на 30% по сравнению с контролем для варианта обработки 45°C и на 15 % для 37°C. Наблюдаемый пик активности пероксидазы при pH 6,4 в контроле также снижался в эксперименте на 35%. Эти данные согласуются с результатами по влиянию предпосадочной термической обработки клубней устойчивого сорта Луговской (рис. 1).

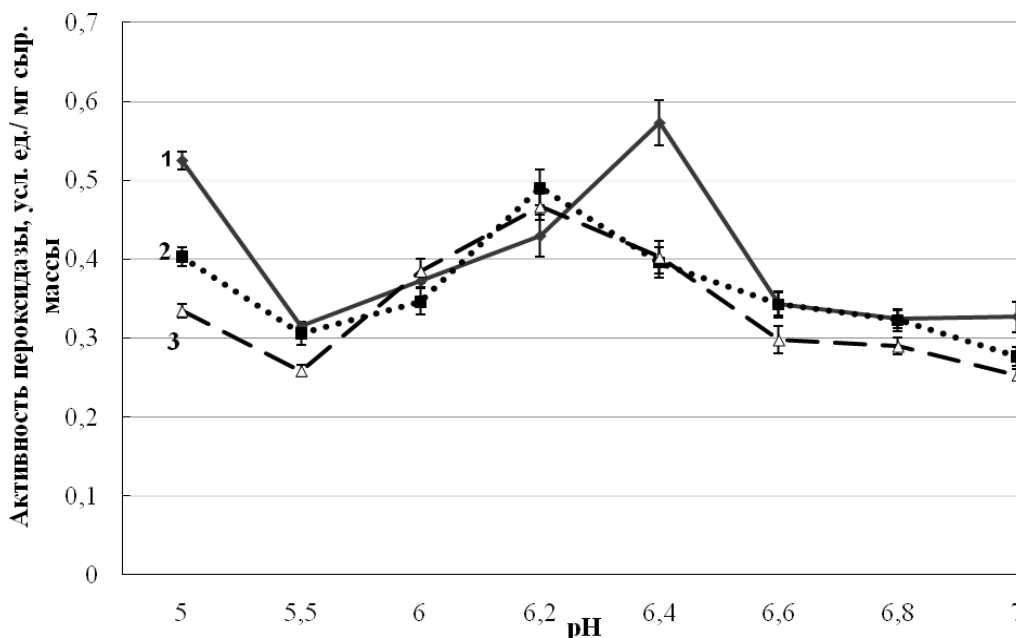
В то же время, термообработка клубней у сорта Лукьяновский, обработанных моноацетатом натрия, не приводила к уменьшению активности фермента при значениях pH 6,2, а даже, наоборот, некоторому

его увеличению, что может объясняться предположительным накоплением изоформы пероксидазы с активностью в соответствующем диапазоне pH.



**Рисунок 1:** Активность общей пероксидазы из листьев картофеля сорта Луговской, выращенного из клубней, обработанных моноацетатом и температурой, в зависимости от pH реакционной смеси.

1 – 26°C; 2 – 37°C; 3 – 45°C.



**Рисунок 2:** Активность общей пероксидазы из листьев картофеля сорта Лукьяновский, выращенного из клубней, обработанных моноацетатом и температурой, в зависимости от pH реакционной смеси.

1 – 26°C; 2 – 37°C; 3 – 45°C.

Таким образом, можно заключить, что термообработка понижает активность

пероксидазы листьев картофеля устойчивого сорта Луговской в большей степени по

сравнению с восприимчивым сортом. Наблюдаемое снижение активности пероксидазы листьев картофеля справедливо только для гваяколизависимой пероксидазы. Возможно, в результате теплового воздействия на клубни изменяется изоферментный состав фермента в листьях картофеля. Можно предположить, что это может быть следствием включения других защитных программ в растительном организме, например повышения синтеза защитных белков. Отмечаемое понижение может быть связано с общим количеством молекул данного фермента и объясняться ограниченным пулом аминокислот в клетках и имеющийся АТФ. Также это может быть связано и с тем, что наблюдаемая реакция является системной, так как обработке подвергались клубни, а анализировался фермент листьев.

#### БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность заведующему лабораторией фитоиммунологии СИФИБР СО РАН, к.б.н. Евгению Геннадьевичу Рихванову, в.н.с. лабораторией фитоиммунологии СИФИБР СО РАН, д.б.н. Ирине Алексеевне Грасковой, профессору кафедры химии и пищевой технологии ИрГТУ, д.б.н. Василию Владимировичу Верхотурову.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Алиева Д.Р., Г.Г. Бабаев, И.В. Азизов (2010) Активность и изоферментный состав пероксидазы клеток *Dunaliella Salina* при солевом стрессе *Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Медицина.* **1(1)**, 16–21
- Бояркин А.Н. (1951) Быстрый метод определения активности пероксидазы *Биохимия.* **16**, 352.
- Граскова И. А. (2011) Роль пероксидаз в устойчивости растений к биотическому стрессу Иркутск: LAP LAMBERT Academic Publishing. 356 с.
- Долгова Л. Г. (2004) Активность пероксидазы – показатель устойчивости растений - интродуцентов в условиях степной зоны Украины *Вісник Дніпропетр. Ун-ту. Біологія. Екологія.* **1(12)**, 38-41.
- Досон Р. (1991) Справочник биохимика (Р. Досон, Д. Эллиот, У. Эллиот, К. Джонс) М.: Мир, 543 с.
- Ершова А.Н. (2007) Метаболическая адаптация растений к гипоксии и повышенному содержанию диоксида углерода Воронеж: Изд-во Воронежского гос. ун-та, 264 с.
- Жуйкова Т.В., В. С. Безель (2009) Адаптация растительных систем к химическому стрессу: популяционный аспект *Вестник Удмуртского университета.* **1.** 31-42.
- Ковалёва О.А. (2007) Взаимосвязь процессов ризогенеза и активности пероксидазы в листьях меристемных регенерантов картофеля (*Solanum tuberosum*) при их облучении УФР *Матеріали міжнародної конференції молодих учених-ботаніків «АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ БОТАНІКИ ТА ЕКОЛОГІЇ».* Киев. 207-208
- Колупаев Ю.Е., Ю.В. Карпец (2010) Формирование адаптивных реакций растений на действие абиотических стрессоров Киев: Основа, 352 с.
- Перфильева А.И. (2012) Влияние теплового шока и моноодацетата натрия на взаимодействие *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus* с картофелем дисс. канд. биол. наук. 03.01.05. СИФИБР СО РАН.

- Иркутск. 152 с.
- Рубин Б. А., Ладыгина М. Е. (1974) Физиология и биохимия дыхания. М.,. 511 с.
- Рымарева Е. В. Е.Г. Рихванов, М.А. Торгашина, А.И. Перфильева, В.Н. Копытчук, Н.Н. Варакина (2008) Влияние моноиодацетата на термотолерантность *Clavibacter michiganensis ssp. sepedonicus* и дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* *J. of Stress Physiology & Biochemistry*. **4(2)**, 4-13.
- Симаков Е.А., Б.В. Анисимов, С.Н. Еланский, В.Н. Зейрук, М.А. Кузнецова, С.В. Мальцев, К.А. Пшеченков, Н.П. Складорова, С.Ю. Спиглазова, И. М. Яшина. (2010) Сорта картофеля, возделываемые в России: 2010. Ежегодное справочное издание М.: Агроспас,. 128 с.
- Стаценко А.П., Л.И. Тужилова, А.А. Вьюговский (2008) Растительные пероксидазы – маркеры химического загрязнения природных сред *Вестник ОГУ*. **10(92)**. 188-191.
- Титов А.Ф., Т.В. Акимова, Л.В. Таланова, Л.В. Топчиева (2006) Устойчивость растений в начальный период действия неблагоприятных температур М.: Наука,. 143 с.
- Янчевская Т.Г., А.Н. Гриц, О.А. Ковалёва (2006) Влияние ультрафиолетового облучения суммарного диапазона на активность пероксидазы листьев меристемных регенерантов картофеля (*Solanum tuberosum*) *Вестн БГПУ*. **2(3)** 38-40.
- Webb E.C. (1963) Enzyme and metabolic inhibitors V. 1. New York,. 340 p.