



УДК 631.811.98: 581.54

Т. В. Баранова, В. Н. Калаев, А. А. Воронин

ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ СТИМУЛЯТОРЫ РОСТА ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН

Исследовано влияние предпосевной обработки семян растворами перекиси водорода и перманганата калия на их всхожесть, рост сеянцев и среднюю массу плода *Lycopersicon esculentum*. Установлено повышение всхожести семян, увеличение средней массы плода, устойчивости к неблагоприятным погодным условиям и заболеваниям, активизации роста сеянцев. При использовании раствора перекиси водорода высота сеянцев увеличивается в большей степени, чем при применении традиционного коммерческого препарата «Эпин-экстра». Предпосевная обработка семян перекисью водорода достаточно эффективна для ускорения роста сеянцев и снижения их заболеваемости. Применение перекиси водорода больше способствует увеличению всхожести семян, чем предпосевная обработка раствором перманганата калия. Эффект повышения всхожести семян наиболее выражен при совместной их обработке растворами перекиси водорода и перманганата калия.

*This article examines the influence of a pre-sowing seed treatment with a hydrogen peroxide and potassium permanganate solution on the germination, seedling growth, and average weight of the fruit of *Lycopersicon esculentum*. An increase in seed germination, the average weight of fruit, and resistance to adverse weather conditions and diseases and more active growth of seedlings has been observed. Hydrogen peroxide solution has a more pronounced effect on the height of seedlings than the "Appin-extra" traditional commercial preparation. Pre-sowing seed treatment with hydrogen peroxide is sufficiently effective in accelerating the growth of seedlings and reducing disease incidence. The application of potassium permanganate is less effective than pre-sowing seed treatment with hydrogen peroxide. The effect of increased seed germination is more pronounced in the case of combined pre-sowing seed treatment with a hydrogen peroxide and potassium permanganate solution.*

Ключевые слова: стимуляторы роста, предпосевная обработка семян, всхожесть, рост сеянцев.

Key words: pre-sowing seed treatment, growth stimulators, germination, seedling growth.

Известно, что применение различных химических веществ — регуляторов роста, природных стимуляторов — значительно ускоряет цветение растений, а некоторые средства также облегчают их адаптацию к колебаниям погодных условий, защищают от различных заболеваний. В числе последних можно назвать и давно используемую перекись водорода [1–4]. Сообщалось, что впервые применять разбавленные водные растворы перекиси водорода для обработки семян перед посевом для повышения всхожести и интенсивности прорастания было предложено Миллером в 1933 г. для семян пшеницы. В качестве экологически безопасного стимулятора роста и дезинфицирующего средства



данное вещество использовали для овощных и зерновых культур: пшеницы, риса, сахарной свеклы, томатов, картофеля и даже для стимулирования образования крахмала [4–6].

В настоящее время в связи с новыми научными достижениями и появлением на мировом рынке множества коммерческих препаратов перекись водорода отошла на задний план. Однако на ее основе производят новые препараты для стимуляции прорастания семян перед посевом (аддукт с карбонатом натрия – пероксисольват натрия), повышения урожайности картофеля [7], используют в составе, предназначенном для пролонгированной доставки биологически активного ингредиента семенам и растениям [8]. О применении перекиси водорода в чистом виде «забыли» в связи с новыми научными сельскохозяйственными достижениями, хотя данный препарат остается активным и экологически безопасным стимулятором повышения всхожести семян, урожайности растений и дезинфицирующим средством. Многие новые соединения еще не прошли исследования на генотоксичность, поэтому не могут быть рекомендованы к использованию в качестве стимуляторов роста, всхожести семян, удобрений для овощных и плодовых культур, употребляемых в пищу человеком. Поэтому не уменьшается роль экологически безопасных веществ, к числу которых можно отнести перманганат калия и перекись водорода в невысоких концентрациях. В связи с этим цель данной работы состояла в исследовании влияния предпосевной обработки семян растворами перманганата калия и перекиси водорода на их всхожесть, рост сеянцев и среднюю массу плода томата обыкновенного.

Материалы и методы

Исследования, объектом которых служил томат обыкновенный – *Solanum lycopersicum* L. (*Lycopersicon esculentum* Mill.), – проводились в течение трех лет. В 2007 г. анализировали всхожесть семян сортов томата обыкновенного различного срока хранения после обработки 0,01%-ным раствором перманганата калия, 3%-ным раствором перекиси водорода. В 2008 г. при исследовании действия 3%-ного раствора перекиси водорода на всхожесть семян и рост сеянцев в качестве стандартного стимулятора роста использовали 0,05%-ный раствор эпинбрасинолида (коммерческий препарат «Эпин-экстра» производства ННПП НЭСТ М, РФ) в экспозиции 6 ч. Семена нескольких сортов томатов были одинакового срока хранения. В 2009 г. для изучения влияния 0,01%-ного раствора перманганата калия и 3%-ного раствора перекиси водорода по отдельности и их совместного воздействия на всхожесть семян использовали несколько сортов томата обыкновенного одинакового срока хранения. Экспозиция во всех опытах для 0,01%-ного раствора перманганата калия, 3%-ного раствора перекиси водорода и при их совместном воздействии на семена томатов составляла 40 мин. Исследовали урожайность, массу плодов с одного растения и массу одного плода после обработки семян 0,01%-ным раствором перманганата калия, 3%-ным раствором перекиси водорода. Полевой эксперимент закладывали по общепринятым рекомендациям [9, с. 152].



Высоту растений измеряли на 30-й день после появления всходов при помощи линейки. Статистическую обработку результатов проводили на персональном компьютере с использованием пакета программ «Stadia». Процедура группировки данных и их обработка изложены в работе А. П. Кулаичева [10, с. 253]. Сравнение средних значений осуществляли с использованием *t*-критерия Стьюдента. Всхожесть семян в контрольном и опытных вариантах сравнивали по согласию частот с использованием *Z*-статистики.

Результаты и обсуждение

98

В первый год исследования анализировали всхожесть семян сортов томата обыкновенного различного срока хранения после обработки 0,01%-ным раствором перманганата калия (1-й вариант) и 3%-ным раствором перекиси водорода (2-й вариант). Прослеживалась тенденция повышения всхожести во 2-м варианте, а в некоторых случаях и в 1-м (табл. 1). Особенно отчетливо увеличение всхожести было заметно для семян томата с большим сроком хранения (9–11 лет).

Таблица 1

Всхожесть семян сортов томата обыкновенного в опыте и контроле

Сорт, год сбора семян	Контроль всхожести, %	Всхожесть, %	
		1-й вариант	2-й вариант
Ракета:			
1998	15,2	20,5	40,3*
2002	23,3	21,4	74,7*
Чудо рынка:			
1996	13,3	20,6*	33,3*
2001	28,6	31,5	81,2*
Бычьё сердце, 1996	50,2	80,4*	85,6*
Грунтовый грибовский, 2005	35,5	20,8*	80,2*
Венетта, 2005	40,1	45,2	60,5*
Черри:			
1998	60,1	76,7*	86,7*
2000	64,3	80,2*	83,3*

Примечания: 1-й вариант – обработка 0,01%-ным раствором перманганата калия; 2-й вариант – обработка 3%-ным раствором перекиси водорода; * – различия с контролем достоверны ($P < 0,05$).

Во втором сезоне исследовали воздействие перекиси водорода и стандартного стимулятора – коммерческого препарата «Эпин-экстра» – на такие признаки, как всхожесть семян и высота сеянцев. Препарат «Эпин-экстра» не всегда повышал всхожесть и положительно воздействовал на рост сеянцев томата (табл. 2). Однако перекись водорода способствовала повышению всхожести семян и росту сеянцев у всех изученных сортов томата.



Таблица 2

**Всхожесть семян и высота сеянцев сортов томата обыкновенного
в опыте и контроле**

Сорт, год сбора семян	Вариант предпосевной обработки семян	Всхожесть семян, %	Высота сеянцев, см
Ляна, 2006	Контроль	42,4	8,5 ± 0,2
	Эпин	46,7	9,1 ± 0,3
	Перекись водорода	50,9*	9,6 ± 0,2*
Де-Барао, 2006	Контроль	76,2	11,4 ± 0,5
	Эпин	85,1*	13,7 ± 0,5*
	Перекись водорода	98,7**	15,6 ± 0,6**
Корнеевский розовый, 2006	Контроль	68,3	6,2 ± 2
	Эпин	84,2*	6,8 ± 2
	Перекись водорода	90,5**	7,6 ± 9,7*
Черный принц, 2006	Контроль	82,6	8,2 ± 0,2
	Эпин	85,8	9,4 ± 0,1*
	Перекись водорода	95,1*	10,5 ± 0,2**
Чудо рынка, 2006	Контроль	75,2	6,3 ± 0,1
	Эпин	83,3*	7,4 ± 0,1*
	Перекись водорода	92,8**	8,6 ± 0,2**

Примечания: * — различия с контролем достоверны ($P < 0,05$); ** — различия с контролем достоверны ($P < 0,01$).

В третьем сезоне изучения влияния 0,01%-ного раствора перманганата калия и 3%-ного раствора перекиси водорода на всхожесть семян томата обыкновенного отмечено ее повышение во всех опытных вариантах. Совместное воздействие данных препаратов на всхожесть оказало наибольший положительный эффект, но, к сожалению, в этом варианте не удалось измерить среднюю массу плода. Достоверное увеличение средней массы плода наблюдалось у всех сортов томата обыкновенного при воздействии 3%-ного раствора перекиси водорода, а у двух сортов при воздействии 0,01%-ного раствора перманганата (табл. 3).

Во все годы исследования отмечалось уменьшение количества трещин на плодах и не наблюдалось поражений фитофторозом томатов из семян, обработанных перекисью водорода. Трещины на плодах у томата и заболевание фитофторозом чаще всего появляются при избытке влаги. Действительно, время созревания томатов совпадало с достаточно частым выпадением осадков (в 2007–2009 гг.), однако весной рост сеянцев в открытом грунте сопровождался засушливым периодом, но сеянцы из обработанных семян лучше приспосабливались к недостатку влаги. Полученные результаты свидетельствуют о защитном действии перекиси водорода (от грибковых заболеваний и неблагоприятных погодных условий) на растения во все фазы онтогенетического развития.



Таблица 3

**Всхожесть семян и урожайность сортов томата обыкновенного
в опыте и контроле**

Сорт, год сбора семян	Вариант предпосевной обработки семян	Всхожесть семян, %	Средняя масса плода, г
Корнеевский розовый, 2006	Контроль	66,2	114,3 ± 2,5
	Перманганат калия	72,4*	121,4 ± 0,6***
	Перекись водорода	87,1**	142,9 ± 5,6***б
	Совместная	96,7**	–
Черный принц, 2006	Контроль	70,2	92,9±1,3
	Перманганат калия	78,5*	100±4,4
	Перекись водорода	92,3**	146,4±2,8***а
	Совместная	95,6**	–
Желтый король, 2006	Контроль	68,5	82,1±0,9
	Перманганат калия	73,6*	88,8±0,5***
	Перекись водорода	86,7**	114,3±1,9***в
	Совместная	90,4**	–

Примечания:

Совместная — совместная обработка семян 0,01%-ным раствором перманганата калия и 3%-ным раствором перекиси водорода;

* — различия с контролем достоверны ($P < 0,05$);

** — различия с контролем достоверны ($P < 0,01$);

*** — различия с контролем достоверны ($P < 0,01$).

а — различия с контролем достоверны ($P < 0,05$);

б — различия с контролем достоверны ($P < 0,01$);

в — различия с контролем достоверны ($P < 0,01$).

Из литературных источников известно, что с помощью ПЦР-анализа в реальном времени в проростках и культуре клеток томата (*Lycopersicon esculentum* Mill.) исследовали регуляцию экспрессии генов, отвечающих за синтез белков несопряженного и разобщенного дыхания. С помощью спектрофотометрических методов в проростках и культуре клеток было выявлено влияние пониженной температуры на активность ряда ферментов окислительного метаболизма. В проростках наблюдали увеличение транскрипционной активности генов, кодирующих белки несопряженного и разобщенного дыхания, при пониженной температуре (4 °С) [11]. Это означает, что, с одной стороны, при выращивании проростков и сеянцев томата пониженная температура имела положительное действие и стимулирующий эффект, который приводил к увеличению активности некоторых белков и ферментов, способствуя развитию механизмов адаптации растений к холоду. С другой стороны, приспособленность к холодным условиям на клеточном уровне в эксперименте изучали при создании окислительного стресса с использованием пероксида водорода и антимицина А в культуре клеток томата *in vitro*. При этом установили, что уровень мРНК генов некоторых белков и ферментов контролируется активными формами кислорода, что может быть механизмом индукции процессов «свободного» окисления при адаптации растений к холоду [11]. Таким об-



разом, видно положительное влияние пероксида водорода, играющего главную роль в образовании активных форм кислорода, которые, в свою очередь, сами являются стрессорами. При этом легкий стресс вызывает развитие адаптивной реакции в организме, поэтому способствует процессам приспособления к неблагоприятным условиям. Подтверждается достаточно старая концепция о «параллелизме стойкостей», представленная в работе Д. Н. Насонова и В. Я. Александрова [12, с. 241] на более современном научном уровне, и положительное влияние легкого стресса при воздействии перекиси водорода на семена томата.

Заключение

Таким образом, предпосевная обработка семян томата (*Lycopersicon esculentum*) раствором перекиси водорода более способствует повышению их всхожести, средней массы плода, устойчивости к неблагоприятным погодным условиям и заболеваниям, активизации роста сеянцев, чем раствором перманганата калия. Высота сеянцев увеличивается значительно при использовании раствора перекиси водорода, чем традиционного коммерческого препарата «Эпин-экстра». Предпосевная обработка семян перекисью водорода достаточно эффективна для ускорения роста сеянцев и снижения их заболеваемости. Применение перекиси водорода больше способствует увеличению всхожести семян, чем предпосевная обработка раствором перманганата калия. Эффект повышения всхожести семян максимально выражен при совместной обработке семян раствором перекиси водорода и перманганата калия.

101

Список литературы

1. Вострикова Т. В., Калаев В. Н., Девятова Т. А. Влияние природно-климатических факторов и стимуляторов роста на эколого-биологические особенности львиного зева // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. Химия. Биология. Фармация. 2012. №1. С. 64–70.
2. Ворошилов В. Н. Ритм развития у растений. М., 1960.
3. Шамб У., Сеттерфилд Ч., Вентворс Р. Перекись водорода. М., 1958.
4. Овчаров К. Е. Физиологические основы всхожести семян. М., 1969.
5. Корзинников Ю. С. Экологически безопасные средства защиты растений // Вестник РАСХН. 1997. № 2. С. 44–47.
6. Кунавин Г. А. Обработка семян томата раствором перекиси водорода // Проблемы науки и производства в условиях аграрной реформы : тез. докл. Новосибирск, 1993. С. 15–17.
7. Стимулятор роста при обработке семян перед посевом : пат. №2142707 Рос. Федерация А01N59/00. №96111379/04 ; заявл. 05.06.1996 ; опубл. 20.12.1999. 3 с.
8. Состав для пролонгированной доставки биологически активного ингредиента семенам и растениям и способ применения состава : пат. №2305404 Рос. Федерация С1 10.09.2007. № 2006100070/15 ; заявл. 11.01.2006. 3 с.
9. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М., 1985.
10. Кулаишев А. П. Методы и средства комплексного анализа данных. М., 2006.
11. Попов В. Н., Епринцев А. Т., Мальцева Е. В. Активация генов, кодирующих белки несопряженного и разобщенного дыхания в митохондриях томата при воздействии холода и активных форм кислорода // Физиология растений. 2011. Т. 58, №5. С. 758–765.



12. *Насонов Д. Н., Александров В. Я.* Реакция живого вещества на внешнее воздействие. М., 1940.

Об авторах

Татьяна Валентиновна Баранова — канд. биол. наук, науч. сотр. Ботанического сада им. Б.М. Козо-Полянского, Воронежский государственный университет.

E-mail: tanyavostric@rambler. ru

Владислав Николаевич Калаев — д-р биол. наук, зам. директора по науке Ботанического сада им. Б.М. Козо-Полянского, Воронежский государственный университет.

E-mail: dr_huixs@mail. ru

Андрей Алексеевич Воронин — канд. с.-х. наук, директор Ботанического сада им. Б.М. Козо-Полянского, Воронежский государственный университет.

E-mail: voronin@bio. vsu. ru

About the authors

Dr. Tatiana Baranova, Research Fellow, B.M. Kozo-Polyansky Botanical Garden, Voronezh State University.

E-mail: tanyavostric@rambler. ru

Prof. Vladislav Kalaeв, Deputy Director of B.M. Kozo-Polyansky Botanical Garden, Voronezh State University.

E-mail: dr_huixs@mail. ru

Dr. Andrei Voronin, Director of B.M. Kozo-Polyansky Botanical Garden, Voronezh State University.

E-mail: voronin@bio. vsu. ru