

УДК 631:533

Сообщение

Использование переохлажденной плазмы при выращивании саженцев картофеля

Евгений А. Тихонов^{1,*}, Лариса А. Кузнецова¹

¹ Петрозаводский государственный университет, пр. Ленина, 33, 185910, Петрозаводск, Россия; E-mails: tihonov@psu.karelia.ru (Е.А.Т.); lar814@yandex.ru (Л.А.К.)

* Автор, с которым следует вести переписку: E-mail: tihonov@psu.karelia.ru; Tel.: +7(8142) 711046; Fax: +7(8142) 711000.

Получена: 11 декабря 2013 / Принята: 25 декабря 2013 / Опубликована: 29 декабря 2013

Аннотация: В работе приводятся предварительные результаты исследований влияния воды, обработанной переохлажденной плазмой, на развитие саженцев картофеля сорта «Голубизна». Растения культивировали *in vitro* на искусственной питательной среде «Мурасиге-Скуга» в течение двадцати дней, после чего их высаживали в вермикулит. Наблюдениям подвергались растения, корневая система которых перед посадкой выдерживалась в воде, как не обработанной плазмой, так и обработанной. Выдержка в том и другом случаях составляла 30 и 60 минут. Эффективность роста оценивалась по длине стеблей и количеству листьев на них. Результаты показали увеличение длины стебля и количества листьев меристемных растений более чем на 40 % в том случае, когда корневая система была выдержана перед посадкой в воде, обработанной переохлажденной плазмой. Полученные результаты позволяют сделать выводы о необходимости дальнейших исследований в данном направлении.

Ключевые слова: переохлажденная плазма, меристемные растения, картофель

Brief communication

The use of overcooled plasma at cultivation of seed potatoes

Evgeny A. Tihonov^{1,*}, Larisa A. Kuznetcova¹

¹ Petrozavodsk state university, Lenin av. 33, 185910, Petrozavodsk, Russia; E-mails: tihonov@psu.karelia.ru (E.A.T.); lar814@yandex.ru (L.A.R.)

* Author to whom correspondence should be addressed: E-Mail: tihonov@psu.karelia.ru (E.T.); Tel.: +7(8142) 711046; Fax: +7(8142) 711000.

Received: 11 December 2013 / Accepted: 25 December 2013 / Published: 29 December 2013

Abstract: In this paper we present preliminary results of the effect of water treated by overcooled plasma on the development of seed potatoes «Golubizna». Plants were grown in vitro on artificial nutrient medium «Murashige-Skoog» for twenty days, and then they were planted in vermiculite. The plants root system was kept in water treated and non-treated by overcooled plasma before planting. Exposure was 30 and 60 minutes in both cases. Efficacy was evaluated by the length of stems growth and the number of leaves. The results showed an increase in stem length and leaves number of meristem plants by more than 40 % when their root system had been kept in water treated by overcooled plasma. The data obtained suggest that further research is needed in this direction.

Keywords: overcooled plasma, meristem plants, potato

1. Введение

В сельском хозяйстве широко известны методы повышения посевных качеств сельскохозяйственных растений, основанные на использовании воды, прошедшей электрохимическую активацию с получением анолита и католита [12, 13, 1]. Данные исследования основаны на электролизе воды с получением растворов с различной кислотностью (от 3 до 10 рН). Сущность технологии электрохимической активации состоит в том, что воду (а также и другие жидкости) подвергают обработке в одной из камер (анодной или катодной) диафрагменного электрохимического реактора и за счет преобразования содержащихся в ней растворенных веществ превращают в высокоактивный раствор кислот и окислителей или щелочей и восстановителей [5].

Применять данное воздействие можно не только на растениях, но и на животных. Например, опубликован ряд работ, посвященных применению активированной воды при производстве шелка [2, 4, 3], где воздействие осуществляется непосредственно на грены тутового шелкопряда.

Дальнейшим развитием подобных технологий являются новые методы электрохимического воздействия на воду. Одним из таких методов является обработка воды переохлажденной плазмой. Технология получения переохлажденной плазмы с температурой видимой части факела 40...42°C известна достаточно давно [11]. Основное отличие переохлажденной плазмы от других типов плазмы – это температура, близкая к температуре биологических объектов. Данное обстоятельство позволяет применять этот тип плазмы к живым системам. Например, в медицине при лечении ран [8]. Технология получения переохлажденной плазмы различных видов хорошо проработана и отличается от технологии получения низко- и высокотемпературной плазмы тем, что ионизирующееся вещество проходит не через дуговой электрический разряд, а через тлеющий [9].

Положительные результаты получены в рыбоводстве при обработке воды переохлажденной плазмой [15]. Результаты исследований показали, что вода, непосредственно обработанная переохлажденной плазмой и разбавленная водопроводной водой в соотношении до 1:9, оказалась губительной как для сапролегниевых грибов (*Saprolegniales*), так и для икры. При исследовании влияния воды, разбавленной в соотношениях свыше 1:19, было выявлено значительное снижение активности сапролегниоза (грибкового заболевания икры), а также увеличение темпов раннего онтогенеза.

Известны исследования по применению переохлажденной плазмы низкого давления против организмов, паразитирующих на различных поверхностях органического происхождения [17]. В лесном секторе также можно отметить работы, посвященные применению технологий переохлажденной плазмы [14,19,16,18]. Существуют разработки устройств, предназначенных для обработки переохлажденной плазмой семян сосны [7].

Таким образом, в сельском хозяйстве перспективно применение переохлажденной плазмы. Для внедрения в производство плазменных технологий необходима разработка

соответствующих технологий применения переохлажденной плазмы. Поэтому целью данного исследования являлась разработка методики применения переохлажденной плазмы в растениеводстве и ее апробация на примере меристемных растений картофеля.

В 2012 г. в Петрозаводском государственном университете на кафедре механизации сельскохозяйственного производства при исследовании влияния однократной выдержки посадочных клубней картофеля в воде, обработанной переохлажденной плазмой, получено, что в опытном варианте при использовании обработанной воды без разбавления выявлено снижение урожайности, что согласуется с исследованиями, проведенными ранее. В образцах, обработанных разбавленным раствором обработанной и водопроводной воды, урожайность исследуемых сортов (холмогорский и владимирский) повысилась на 12 %. Более подробно с методикой и результатами исследования можно ознакомиться в публикации [10]. В 2013 г. исследования, направленные на разработку технологии применения переохлажденной плазмы в растениеводстве, были продолжены.

2. Материалы и методы

Объектом исследований являлись меристемные растения среднеспелого сорта «Голубизна», который отличается устойчивостью к мозаичным вирусам. Данные меристемные растения были получены в лаборатории кафедры агрономии землеустройства и кадастров Петрозаводского государственного университета. Растения культивировали *in vitro* на искусственной питательной среде «Мурасиге-Скуга» в течение 20 дней и высаживали в вермикулит. Предварительно корневую систему контрольных образцов растений выдерживали в необработанной плазмой воде, а остальные образцы – в обработанной переохлажденной плазмой воде. Экспозиция обработки растений составила 0,5 часа и 1 час. Каждый вариант включал 15 растений. Растения выращивали при температуре 18...20° С. Оценку роста саженцев проводили по длине стеблей и количеству листьев с интервалом в 7 дней (18 и 26 июня). Точность измерения длины стеблей составила 5 мм.

В проведенных исследованиях использовалась экспериментальная установка, разработанная авторами. На данную установку получен патент [6]. Установка представляет собой высоковольтную электрическую машину, которая позволяет генерировать плазменный разряд в проточной воде (Рис. 1).

Конструктивное исполнение разрядной камеры представлено на рисунке 2. Плазменный разряд горит между анодом (а) и катодом (б) в зоне выхода воды. Здесь происходит непосредственный контакт воды и переохлажденной плазмы (Рис. 2).

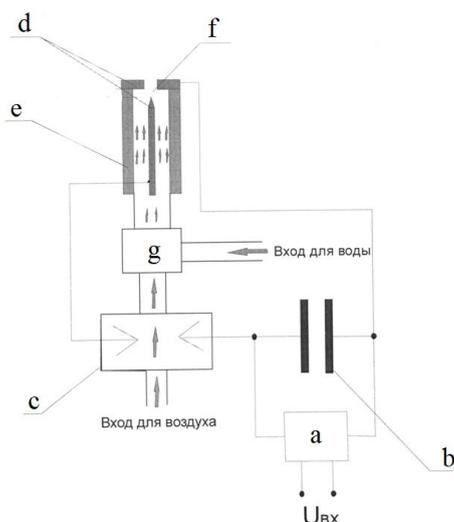


Рисунок 1. Схема установки обработки воды переохлажденной плазмой [14].
(**a**) – трансформатор; (**b**) – конденсатор; (**c**) – коммутатор; (**d**) – анодно-катодная пара, (**e**) – корпус разрядной камеры, (**f**) – область существования плазменного разряда.

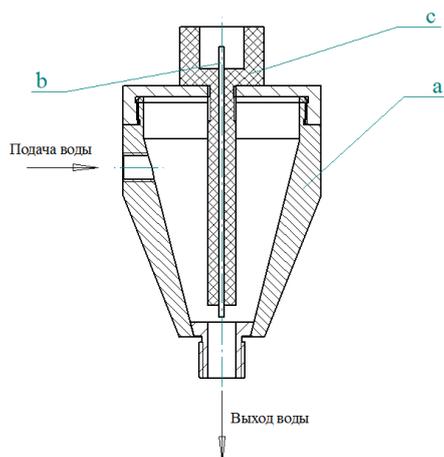


Рисунок 2. Схема разрядной камеры.
(**a**) – анод; (**b**) – катод; (**c**) – изолятор.

Установка имеет ряд варьируемых параметров, которые позволяют получать разряд различной интенсивности. В данном случае параметры разряда были следующие: межэлектродное расстояние 6 мм, начальное напряжение пробоя воды 40 кВ, средняя мощность разряда 1600 кВа.

3. Результаты

Исследования показали, что контрольные группы 0,5 часа и 1 час имеют незначительные (6,5 мм) колебания показателей длины стеблей. Предварительное выдерживание корневой

системы в воде, обработанной переохлажденной плазмой в течение 0,5 часа, вызвало превышение данных контроля на 43 % (Рис. 3).

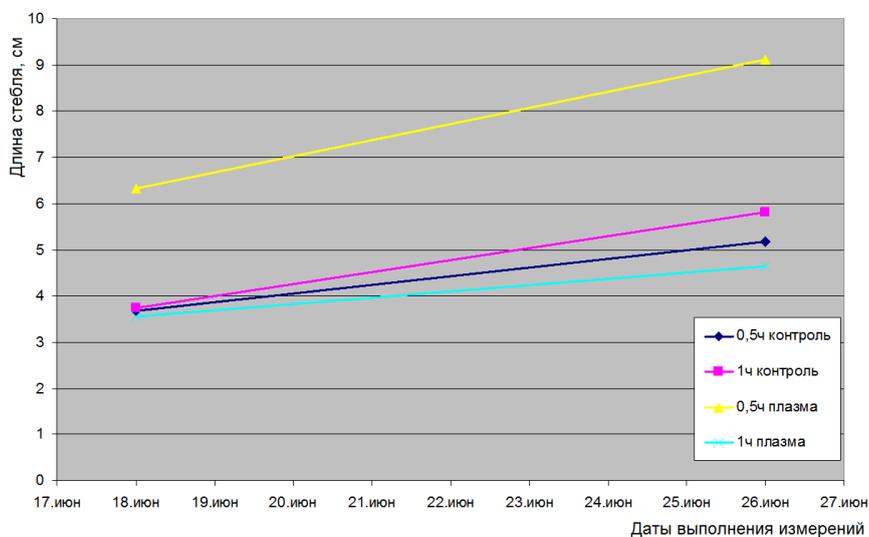


Рисунок 3. Влияние времени выдержки меристемных растений картофеля в воде на длину стебля

В варианте с обработкой растений на протяжении 1 ч. установлено замедление ростовых процессов. Это согласуется с результатами более ранних исследований [15,17], в которых обработанная вода с небольшим разбавлением приводила к подавлению развития и гибели исследуемых организмов.

При учете числа сформированных листьев статистически значимые отклонения от контроля получены лишь на 26 июня (Рис. 4), через 7 дней после начала эксперимента. При обработке результатов использовался критерий согласия Пирсона при уровне значимости 0,94.

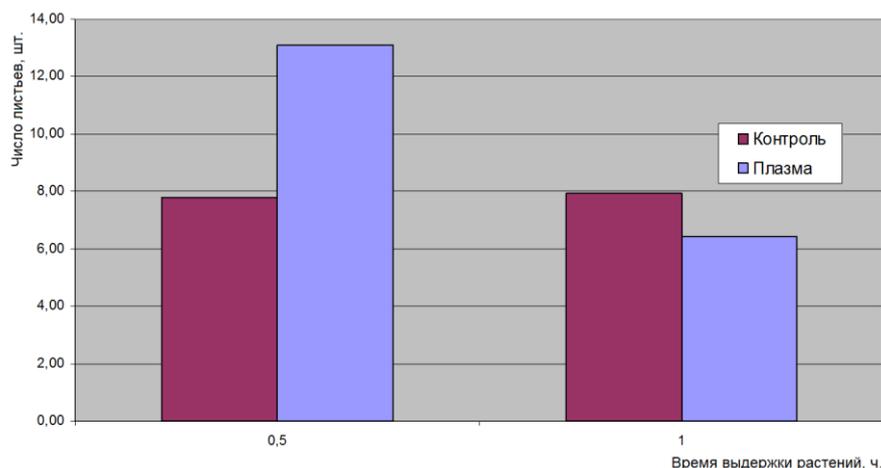


Рисунок 4. Влияние времени выдержки меристемных растений картофеля в воде на число листьев

При учете числа листьев получена подобная тенденция: относительно контроля число листьев увеличилось на 41 % при длительности обработки корневой системы 0,5 ч. и, наоборот, – снижение их числа при выдержке на протяжении 1 ч.

Таким образом, вода, обработанная переохлажденной плазмой в течение 0,5 ч, активизирует ростовые процессы меристемных растений картофеля сорта «Голубизна».

4. Обсуждение и заключение

Применение переохлажденной плазмы перспективно в сельском хозяйстве, так как данная отрасль неотрывно связана с живыми системами. До сих пор не проводилось широкомасштабных полевых исследований по применению переохлажденной плазмы в сельском и лесном хозяйстве, хотя имеются результаты некоторых лабораторных опытов.

Проведённое исследование носит предварительный постановочный характер. Будучи проведённым на небольшом количестве образцов, оно позволяет сделать вывод о перспективности выбранного направления. Полученные численные значения длины стебля и числа листьев на нём позволяют, на наш взгляд, планировать дальнейшие исследования таким образом, чтобы изучать рост саженцев, корневая система которых прошла обработку водой в течение 15, 30 и 45 минут. Круг объектов исследования может быть расширен с включением других сельскохозяйственных культур и продуктов животного происхождения, в частности молока.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке Программы стратегического развития Петрозаводского государственного университета в рамках реализации комплекса мероприятий по развитию научно-исследовательской деятельности на 2012 – 2016 гг.

Литература

1. Абезин В. Г. Система капельного орошения с модулем электроактивации оросительной системы / В. Г. Абезин, В. В. Карпунин // Достижения науки и техники АПК. – 2007. – № 6. – С. 23-25.
2. Джурабаев М. Действие электроактивированной воды на инкубацию грены тутового шелкопряда // Аграрная наука. – 2000. – № 1. – С. 29 - 30.
3. Джурабаев М. Стимуляция тутового шелкопряда электрическими воздействиями // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2000. – № 7. – С. 14 -16.
4. Джурабаев М. Усвояемость шелкопрядом корма, обработанного электроактивированной водой // Аграрная наука. – 2000. – № 7. – С. 20-23.
5. Лагутин В. В. Совершенствование технологий и технических средств возделывания овощных культур с использованием активированной воды: автореферат канд. с.-х. наук / В.В.Лагутин. Волгоградская ГСХА, – 2002, – 25 с.

6. Патент RU №131931 U1, ПМК H05H1/24 Импульсный генератор переохлажденной плазмы. Дата публикации: 13.03.2013
7. Патент RU №2317668 C2, ПМК A01C1/00 Способ обработки семян растений и устройство для его осуществления. Дата публикации: 15.06.2001
8. Писаренко Л. В. Применение плазменных потоков и жизнеспособных кожных аллотрансплантатов в комплексном лечении ран. Автореферат канд. с.-х. наук / Л. В. Писаренко. Волгоградская ГСХА, – 2008. – 22 с.
9. Райзер Ю. П. Физика газового разряда. М. Наука. – 1987. – 592 с.
10. Тихонов Е. А. Исследование влияния обработки посадочного материала картофеля водой обработанной переохлажденной плазмой на интенсивность роста и урожайность / Е. А. Тихонов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ. – 2013. – №01(085). С. 325 – 335. – IDA [article ID]: 0851301025. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/01/pdf/25.pdf>, 0,688
11. Ткачев А. Н. Предельно неидеальная метастабильная переохлажденная плазма / А. Н. Ткачев, С. И. Яковенко // Журнал технической физики. – 15/08/1997. – Т. 67, N 8. – 42-53.
12. Харченко О. В. Влияние электрохимически активированной воды на посевные качества семян зерновых и бобовых культур и продуктивность ярового ячменя на светло-каштановых почвах Волгоградской области: автореферат диссертации канд. с.-х. наук / О. В. Харченко. Волгоградская ГСХА. – 2008, – 22 с.
13. Храпенков С. Н. Воздействие электрохимически активированных систем на ферменты солода / С. Н. Храпенков, М. В. Гернет, В. М. Бахир // Пиво и напитки 2002. – № 5. – С. 20 - 21.
14. Denes F, Nielsen LD, Young RA. Cold plasma state—a new approach to improve surface adhesion in lignocellulosic-plastics composites. *Lignocellulosic-Plastic Compos* 1997;1:61–110.
15. Gostev V., Ignakhin V., Popova E., Ostashkov O. “Cold Plasma In Biological Investigations”// NATO: advanced study institute. Plasma Assisted Decontamination of Biological and Chemical Agents. 16-26 September 2007, Çeşme, Turkey. P.54 – 56.
16. Li R, Ye L, Mai Y. W. Application of plasma technologies in fibrereinforced polymer composites: a review of recent developments. *Compos Part A* 1997;28(1):73–86.
17. Pervin Basaran, Nese Basaran-Akgul, Lutfi Oksuz, Elimination of *Aspergillus parasiticus* from nut surface with low pressure cold plasma (LPCP) treatment, *Food Microbiology*, Volume 25, Issue 4, June 2008, Pages 626-632.
18. Xiaowen Yuan, Krishnan Jayaraman, Debes Bhattacharyya, Effects of plasma treatment in enhancing the performance of woodfibre-polypropylene composites, *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, Volume 35, Issue 12, December 2004, Pages 1363-1374.
19. Yuan X. W. Plasma modification of natural fibres in polypropylene composites. PhD Thesis, University of Auckland 2002.

References

1. Abezin V. G. Trickle irrigation system with electro-activating module / V. G. Abezin, V. V. Karpunin // Science and techniques achievements in agriculture. 2007. – №6 – p. 23-25.
2. Djurabaev M. Electro-activated water effect on silkworm eggs incubation // Agro science. 2000. – № 1. - p. 29 - 30.
3. Djurabaev M. Silkworm electric influence stimulation // Agriculture mechanization and electrification. – 2000. – № 7. – p. 14 -16.

4. Djurabaev M. Silkworm electro-activated water treated provender assimilability // Agro science. 2000. – № 7. – p. 20-23.
5. Harchenko O. V. Electrochemical activated water influence on sowing properties of grain and babaceous crops and spring barley productivity on Volgogradskaya region light chestnut soils: author`s abstract of phd dissertation / O. V. Harchenko. Volgogradskaya SAA, 2008, 22 p.
6. Harpenkov S. N. Electrochemical activated systems influence on malt ferments / S. N. Harpenkov, M. V. Gernet, V. M. Bahir // Beer and soft drinks 2002. - № 5. - p. 20—21.
7. Lagutin V. V. Improvement of technologies and equipment for vegetables production with activated water usage: author`s abstract of phd dissertation / V. V. Lagutin. Volgogradskaya SAA, 2002, 25 p.
8. Patent RU 131931 U1, PMK H05H1/24. Undercooled plasma impulse generator. Publication date: 13.03.2013.
9. Patent RU 2317668 C2, PMK A01C1/00. Mode of plants seed treatment and device for it. Publication date: 15.06.2001.
10. Pisarenko L. V. Plasma flows and viable skin allograft application in wounds complex cure: author`s abstract of phd dissertation / L. V. Pisarenko. Volgogradskaya SAA, 2008, 22 p.
11. Raiser Yu. P. Gas discharge physics. Moskow. Nauka. – 1987. – 592 p.
12. Tihonov E. A. Investigation of influence cold plasma treatment water influence on potato planting stock on growth intensity and yeld / E.A. Tihonov // Kuban state agriculture university poly-thematic network science journal [Network resource]. – Krasnodar: KubSAU, 2013. – №01(085). – P. 325 - 335. – IDA [article ID]: 0851301025. – Network reference: <http://ej.kubagro.ru/2013/01/pdf/25.pdf>
13. Tkachev A.N. Limit un-ideal meta-stabile undercooled plasma / A.N. Tkachev, S. I. Yakovenko // Technical physics journal. – 15/08/1997. – T. 67, N 8. – p. 42-53.
14. Denes F, Nielsen LD, Young RA. Cold plasma state—a new approach to improve surface adhesion in lignocellulosic-plastics composites. Lignocellulosic-Plastic Compos 1997;1:61–110.
15. Gostev V., Ignakhin V., Popova E., Ostashkov O. “Cold Plasma In Biological Investigations”// NATO: advanced study institute. Plasma Assisted Decontamination of Biological and Chemical Agents. 16-26 September 2007, Çeşme, Turkey. P. 54 – 56.
16. Li R, Ye L, Mai Y. W. Application of plasma technologies in fibrereinforced polymer composites: a review of recent developments. Compos Part A 1997;28(1):73–86.
17. Pervin Basaran, Nese Basaran-Akgul, Lutfi Oksuz, Elimination of Aspergillus parasiticus from nut surface with low pressure cold plasma (LPCP) treatment, Food Microbiology, Volume 25, Issue 4, June 2008, P. 626-632.
18. Xiaowen Yuan, Krishnan Jayaraman, Debes Bhattacharyya, Effects of plasma treatment in enhancing the performance of woodfibre-polypropylene composites, Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, Volume 35, Issue 12, December 2004, Pages 1363-1374.
19. Yuan XW. Plasma modification of natural fibres in polypropylene composites. PhD Thesis, University of Auckland 2002.