

AGRICULTURE

**ИССЛЕДОВАНИЯ И АПРОБАЦИЯ ПРИМЕНЕНИЯ
ПОЛИГЕКСАМЕТИЛЕНГУАНИДИНА В
КАРТОФЕЛЕВОДСТВЕ**

К. т. н. **Нижник Т. Ю.**, Украина, г. Киев, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт им И. Сикорского»;

Д. мед. н., профессор **Стрикаленко Т. В.**, Украина, г. Одесса, Одесская национальная академия пищевых технологий;

д. мед. н., профессор **Баркова Н. П.**, г. Иркутск, НИИ медицины труда и экологии человека ВСНЦ СО РАМН;

К. б. н. **Коваль Н. Д.**, Украина, Киевская обл., Институт картофелеводства НАН Украины;

К. х. н. **Баранова А. И.**, Украина, г. Киев, Научно-технологический центр «Укрводбезпека»

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/28022019/6350

ARTICLE INFO

Received: 12 December 2018

Accepted: 22 February 2019

Published: 28 February 2019

KEYWORDS

potato, Phytophthora infestans D.B., growth, Polyhexamethyleneguanidine hydrochloride, water solutions of PHMG, Phytophthora diseases.

ABSTRACT

Results of the conducted researches and approbation allow to assume that use of water solutions of PHMG reagent can be an effective way of prevention of defeat of *Phytophthora infestans* D.B. on potatoes, safe for the person, economically and ecologically reasonable, ensuring safety of sowing material and tastes of this foodstuff. Application of 0.10% of water solution of PHMG reagent is proved for processing of leaves of potatoes. Results of researches allow to consider that irrigation of 0.2% the PHMG water solution of tubers of potatoes before their bookmark on storage is in the effective way of prevention of the *Phytophthora* diseases

Citation: Нижник Т. Ю., Стрикаленко Т. В., Баркова Н. П., Коваль Н. Д., Баранова А. И. (2019) Issledovaniya i Aprobaciya Primeneniya Poligeksametilenguanidina v Kartofelevodstve. *World Science*. 2(42), Vol.1. doi: 10.31435/rsglobal_ws/28022019/6350

Copyright: © 2019 **Нижник Т. Ю., Стрикаленко Т. В., Баркова Н. П., Коваль Н. Д., Баранова А. И.** This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Хотя картофель выращивают в Украине с 18-го века, эта культура медленно адаптировалась к украинскому климату, и первоначально ее использовали, главным образом, для производства крахмала и алкоголя. Лишь в 20-м столетии картофель стали широко выращивать для применения в продовольственных целях, и он получил известность как «второй хлеб». Сегодня, согласно данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (FAO), только несколько стран в мире производят больше 20 млн. т. этого продукта. Среди лидеров и Украина, которая входит в ТОП-5 производителей картофеля (Китай выращивает 95 млн т картофеля в год, Индия – 45 млн. т., Россия – 30 млн. т., Украина – 22 млн. т. и США – 20 млн. т. в год). Однако, в структуре мирового экспорта картофеля наша страна занимает всего 0.13 %, а импорт сырого картофеля из Украины полностью запрещен Евросоюзом из-за распространения карантинных болезней и вредителей (товарность урожая картофеля, по оценкам Украинской ассоциации производителей картофеля, составляет сейчас только 60 %) [1].

Потребление картофеля в нашей стране достигает высокого уровня – 136 кг на душу населения в год, при этом уже в декабре обычно проявляется дефицит качественного картофеля, который бы полностью отвечал требованиям крупных розничных сетей.

Действительно, картофель – очень урожайная культура, но свести все труды по ее выращиванию к нулю могут болезни и вредители, особенно при хранении клубней [1, 2].

Важным фактором, сдерживающим рост продуктивности картофелеводства, является поражение посевов фитофторозом и вирусными болезнями. Главный источник фитофтороза — зараженные клубни, используемые в качестве посадочного материала, и больные клубни, оставшиеся в поле после уборки. Потери от развития фитофтороза (бурой гнили) составляют от 15 % до 50 % урожая. Возбудитель заболевания – микроскопический гриб *Phytophthora infestans* de Bary. Первые признаки болезни часто наблюдаются на стеблях (поражение может охватить весь стебель). Стебли легко надламываются, пораженная ботва быстро засыхает и отмирает, за счет чего значительно повышается вредоносность болезни - преждевременная дефолиация ботвы приводит к снижению веса и количества клубней, а также к массовому гниению пораженных клубней во время хранения.

После перезимовки в естественных условиях (период покоя, необходимый для созревания) ооспоры *Phytophthora infestans* DB способны к прорастанию. Прорастают ооспоры, как правило, гифой или короткими ростковыми трубками (до 3-5 шт.), на конце которых располагается одна или несколько конидий. Конидии или зооспоры, образовавшиеся в результате прорастания ооспор, очень подвижны в воде. Клубни картофеля могут поражаться как от конидий, так и от ооспор, которые при обильных дождях смываются с листьев и попадают в почву, вызывая заражение здоровых ростков в почве и формируя, таким образом, первичные очаги инфекции, дающие начало развитию популяции фитофторы. Ооспоры, не проросшие сразу, в течение нескольких лет могут сохраняться в почве жизнеспособными без потери патогенности. Пораженная ботва и клубни с ооспорами гриба, попадая в почву, будут способствовать накоплению покоящихся структур (ооспор) в ней, в результате чего может сложиться ситуация, когда выращивание картофеля на полях с заспороженной почвой окажется невозможным в течение многих лет. То есть, почва становится дополнительным, постоянным источником первичной инфекции, и это обстоятельство значительно осложняет борьбу с фитофторозом [2 - 4].

Для обработки клубней перед закладкой на хранение используют, преимущественно, химические реагенты. Наиболее эффективными для защиты картофеля от фитофтороза считаются системные (Акробат МЦ, Реглон-супер, Танос, Консенто, Ридомил Голд МЦ, Арцерид) или контактные реагенты (Полирам, Оксихом, Антракол, Курзат, Купроксат, Ширлан и др.), которые необходимо применять многократно. В частности, препарат Титусим требует погружение клубней в раствор реагента на 15 мин (не позже 3-х дней после уборки), а перед посадкой следует за 15 дней проводить протравливание этих клубней препаратом ТМТД. Схема применения иных импортных химических реагентов, реализуемых в нашей стране, аналогична. Однако ни один из известных сегодня способов/реагентов не является идеальным, тогда как требования потребителей относительно их эффективности и экологической безопасности постоянно возрастают. Это подтверждает актуальность проблемы поиска и апробации эффективных отечественных реагентов для лечения фитофтороза и обеспечения сохранности картофеля в хранилищах при соблюдении оптимальных условий его хранения.

Ранее, при нашем участии [5], проведены лабораторные исследования и показано, что водные растворы реагента полигексаметиленгуанидина гидрохлорида (ПГМГ) в концентрации 0.05 - 0,1 % подавляют рост возбудителей ряда заболеваний картофеля: черная ножка, мокрая гниль, резиновая гниль, фузариоз, макроспориоз, фомоз, а в концентрации 0.01 – 0.025% подавляют рост возбудителей кольцевой гнили, парши обыкновенной и парши серебристой, ризоктониоза. Реагент хорошо растворим в воде, не имеет запаха, не агрессивен, обладает выраженными адгезивными и детергентными свойствами. Полимерная природа ПГМГ обеспечивает ему длительное последствие благодаря созданию на обработанных поверхностях молекулярной пленки, обладающей биоцидной активностью [6]. Рабочие растворы реагента ПГМГ стабильны при хранении и транспортировке. Реагент не имеет запаха, не летуч, не раздражает кожу и слизистые, экобезопасен и безвреден для персонала и животных [7], то есть отвечает большинству современных требований к перспективным химическим реагентам соответствующей направленности действия.

Полученные положительные результаты при однократной обработке путем орошения клубней картофеля 0.2 % водным раствором ПГМГ перед закладкой на зимнее хранение [5] позволили сформулировать задачей работы определение остаточных количеств ПГМГ в картофеле и токсиколого-гигиеническую оценку протравливания клубней данным антисептиком.

Еще одной задачей работы было изучение эффективности обработки водными растворами ПГМГ (торговая марка «Гембар», производство ООО «Биоцид», Украина) листьев картофеля нестойкого к фитофторе сорта («Незабудка»), зараженных *Phytophthora infestans* DB. Целесообразность такой постановки опытов была продиктована тем, что клубни картофеля чаще всего заражаются именно от ботвы (листьев, стеблей) [2, 3].

Материал и методы исследований. (1) Листья картофеля обрабатывали (с помощью пульверизатора) раствором реагента соответствующей концентрации (0.01 – 0.3 %; контроль - вода). Через 30 мин. на каждую листовую пластинку наносили дозирующей пипеткой по 2 капли суспензии инокулюма гриба (15-20 конидий в поле зрения микроскопа при увеличении в 150 раз).

Опыты в 10-кратной повторности проводили в специальной инкубационной камере, где искусственно поддерживали оптимальные для *Phytophthora infestans* DB температуру, влажность и освещенность.

Учет и оценку устойчивости листьев картофеля к фитофторозу проводили через 7 суток по такой шкале: «0» – пятна фитофторы отсутствуют; «1» – поражено фитофторой до 10 % поверхности листьев; «2» – поражено до 25 % поверхности листьев; «3» - поражено до 50 % поверхности листьев; «4» – поражено до 75 % поверхности листьев; «5» - поражено более 75 % поверхности листьев. Одновременно с учетом пораженности листьев фитофторой регистрировали наличие ожогов-некрозов от реагента.

(2) При химико-аналитических исследованиях клубни картофеля орошали растворами реагента ПГМГ разной концентрации (0.2 %, 0.6 %, 1.0 % и 5 %). Содержание ПГМГ в картофеле через три месяца после закладки на хранение (после обработки водными растворами реагента ПГМГ) определяли согласно методике, приведенной в [8].

Результаты исследований. (1) Как видно из данных, представленных в табл. 1, степень поражения фитофторозом листьев картофеля, обработанных водными растворами ПГМГ в концентрациях 0.01 – 0.05 %, почти не отличалась от контрольных данных или выявляла слабое защитное действие.

Таблица 1. Влияние водных растворов реагента ПГМГ на проявления фитофтороза на листьях картофеля

Вариант опыта	Концентрация ПГМГ, %	Степень поражения, бал	Наличие ожогов-некрозов от ПГМГ
1	Контроль - вода	5	отсутствуют
2	0,01	5	отсутствуют
3	0,03	3	отсутствуют
4	0,05	3	отсутствуют
5	0,10	0	отсутствуют
6	0,15	0	20% листьев имеют небольшие некрозы
7	0,20	0	100% листьев имеют некрозы
8	0,30	0	100% листьев имеют большие некрозы

Водные растворы реагента ПГМГ в концентрациях 0.15 – 0.20 – 0.30 % эффективно защищали листья картофеля от поражения фитофторой, но вызывали некрозы-ожоги листьев (в 20 - 100 – 100 %, соответственно).

Обработка листьев картофеля 0.10 % водным раствором реагента ПГМГ оказывала профилактическое действие относительно поражения *Phytophthora infestans* D.B. и не вызывала развитие некрозов-ожогов листьев картофеля.

Таким образом, результаты проведенных исследований позволяют считать, что обработка листьев картофеля 0.10 % водным раствором реагента ПГМГ является эффективным способом профилактики - предупреждения поражения картофеля *Phytophthora infestans* D.B.

(2) При анализе результатов исследований, полученных в этой серии опытов, следует отметить, что, как видно из данных, представленных в табл. 2, при очистке без предварительной мойки клубней картофеля, сохранявшегося в течение 3-х месяцев после обработки растворами реагента ПГМГ разной концентрации, содержание ПГМГ в кожуре в 3-15 раз превышает содержание ПГМГ в клубнях очищенного картофеля. Тогда как при условии предварительной мойки клубней, последующей их очистки и мойки очищенных клубней (кулинарная обработка) в очищенном картофеле не выявлены даже следовые количества ПГМГ.

Таблица 2. Содержание ПГМГ в картофеле через три месяца после закладки на хранение.

Концентрация ПГМГ в растворах для орошения, %	Содержание ПГМГ в обработанном картофеле, мг/кг			
	Очистка без предвари-тельной водной обработки		Мойка водой клубней + очистка + мойка очищенных клубней	
	Очищенный картофель	Кожура	Очищенный картофель	Кожура
5.0	125	355	< 0.1*	0.1
1.0	10	65	< 0.1	< 0.1
0.6	3	35	< 0.1	< 0.1
0.2	0.8	12	< 0.1	< 0.1

Примечание: * - концентрация ниже чувствительности метода определения

По-видимому, при мойке клубней картофеля с поверхности кожуры удаляется хорошо растворимый в воде этот реагент. Только при обработке клубней картофеля орошением 5.0% раствором реагента в кожуре после мойки выявляли остаточные количества ПГМГ (0.10 мг/кг).

Таким образом, исследования подтвердили отсутствие ПГМГ в сыром, очищенном и вареном картофеле, при обработке которых использован этап мойки клубней. Аналогичные данные получены при варке предварительно помытого картофеля «в мундире».

Результаты ранее проведенных исследований [5] позволили установить следующие параметры токсичности ПГМГ при внутрижелудочном поступлении вещества в организм:

- Средне летальная доза (ЛД₅₀): 2500 (2150±2800) мг/кг;
- Класс токсичности – IV (вещества малотоксичные);
- Коэффициент видовой чувствительности – 1.03;
- Коэффициент возрастных различий в чувствительности – 1.61;
- Коэффициент половых различий в чувствительности – 1.00;
- Коэффициент материальной кумуляции: 3.6±4.2 (малокумулятивен);
- В 30-дневных экспериментах не обнаружено аллергенное действие ПГМГ, влияние на овогенез, сперматогенез (гонадотропность) и эстральный цикл;
- Недействующая концентрация в хроническом эксперименте определена на уровне 6 мг/л (по показателям периферической крови, нейроповеденческим реакциям, функциональному состоянию печени, почек, белкового и жирового обменов);
- лимитирующий фактор - органолептический – 10 мг/л (привкус);
- ОДУ (ориентировочно допустимый уровень) содержания в пищевых продуктах – 10 мг/кг.

Таким образом, даже приняв содержание ПГМГ в немомытом очищенном сыром картофеле за 0.8 мг/кг, можно заключить, что безопасным для человека будет орошение 0.2 % раствором реагента ПГМГ клубней картофеля перед закладкой на зимнее хранение.

Сохранность посевного материала в проведенных исследованиях составила практически 100 %. По визуальным наблюдениям всхожесть обработанного посевного материала не ухудшилась, урожайность не снизилась и вкусовые качества картофеля не изменились.

Некоторые данные о сравнительной токсичности и эффективности ПГМГ и широко применяемых протравителей картофеля приведены в табл.3.

Таблица 3. Сравнительная характеристика некоторых реагентов, применяемых для обработки картофеля, закладываемого на хранение

Вещество	Средне-летальная доза, мг/кг	Эффективная бактерицидная и фунгицидная концентрация
ПГМГ (полигексаметиленгуанидина хлорид)	2500	0.12%
Ридомил (ДВ - металаксил)	669	0.25%
ТМТД (ДВ – тетраметилтиурамдисульфид)	375	0.30%

Как видно из представленных данных, по сравнению с известными и широко применяемыми протравителями картофеля ПГМГ (LD₅₀ = 2500 мг/кг) в 3.7 раза менее токсичен, чем ридомил (LD₅₀ = 669 мг/кг), в 6.7 раза менее токсичен, чем ТМТД (LD₅₀ = 375 мг/кг). ПГМГ в 2-2.5 раза более активен в подавлении возбудителей бактериальных и грибковых заболеваний картофеля. Это требует меньшего его расхода по сравнению с традиционными протравителями (75 г/тону против 175-210 г/тону) [5].

Результаты исследований позволяют считать, что орошение 0.2 % водным раствором ПГМГ клубней картофеля перед их закладкой на хранение является эффективным способом профилактики ряда заболеваний картофеля, безопасным для человека, экономически и экологически обоснованным, обеспечивающим сохранность посевного материала и вкусовые качества этого пищевого продукта.

Выводы. Результаты выполненных исследований позволяют считать, что водные растворы отечественного реагента, действующим веществом которого является полигексаметиленгуанидина гидрохлорид (ПГМГ, производство ООО «Биоцид», Украина), могут быть эффективным средством профилактики поражения картофеля *Phytophthora infestans* D.B.: при обработке 0.10 % раствором реагента ПГМГ листьев ботвы и при орошении 0.20 % раствором реагента ПГМГ клубней картофеля перед их закладкой на зимнее хранение. Апробация этого способа обработки картофеля (листьев ботвы, клубней) показала также его безопасность, экологическую и экономическую обоснованность и целесообразность применения в картофелеводстве.

Учитывая, что, по данным ряда исследователей [9, 10], полимерные производные гуанидина способны стимулировать прорастание семян, рост и развитие овощных культур, представляется целесообразным в дальнейшей работе акцентировать внимание на этом аспекте выращивания картофеля на полях с заспоренной почвой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вишневська О. Хвороби картоплі та заходи щодо їх обмежень // Пропозиція – 2017. – № 5. – С. 120-124.
2. Попкова К. В. Болезни картофеля. // М.: Колос, 1980.
3. Филиппов А. В. Фитофтороз картофеля. // Журнал «Защита и карантин растений», Приложение к № 5/2012.
4. Оптимизация защиты картофеля от вредных организмов. // Журнал «Защита и карантин растений», Приложение к № 1/2018.
5. Баркова Н. П. Закономерности биологического действия и квантово-механические характеристики перспективных антисептических препаратов как основа новых принципов их выбора. // Автореф. дисс. д. мед. н. – Иркутск: 1997. – 42 с.
6. Воинцева И. И. Полигуанидины – дезинфекционные средства и полифункциональные добавки в композиционные материалы [Монография] / И. И. Воинцева, П. А. Гембицкий. – М.: ЛКМ-пресс. 2009. – 303 с.
7. Реагенты комплексного действия на основе гуанидиновых полимеров. // Выпуски 1-4. – К., 2003, 2004, 2005, 2018.
8. ТУ У 24.1-25274537-005-2003 зі змінами №1 та №2 “Реагент комплексної дії “Акватон-10” (Висновок Державної санітарно-епідеміологічної експертизи МОЗ України від 02/07/2013 р. №05.03.02-04/58289).
9. Лисиця А.В. Стимулювання проростання насіння полімерними похідними гуанідину // Наукові доповіді НУБіП – 2010. – № 3 (19). – URL: <http://nd.nubip.edu.ua/2010-3/10lavpdg.pdf>
10. Застосування полігексаметиленгуанідин хлориду як стимулятора росту і розвитку овочевих культур: Пат. 80377 Україна, МПК (2006) A01N 47/40, A01C1/100 / О.І. Апрасяюхін, І.О Філоник. – Опубл. 25.04.2007.