

**Блохин Ю.И., Соколова О.А., Щербинина П.К., Зейрук В.Н.**

## **ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ В ПЕРИОД ЕГО ВЕГЕТАЦИИ И ХРАНЕНИЯ**

**Ключевые слова:** картофель, фунгициды, защита, урожайность, болезни.

**Аннотация.** В работе проведен анализ известных и новых химических препаратов зарубежного и отечественного производства, и дано обоснование необходимости разработки нового эффективного отечественного препарата для защиты картофеля в период его вегетации и хранения. Отмечается, что повышение устойчивости картофеля к болезням можно достигнуть специализированными севооборотами, качественными его сортами, агротехническими и технологическими приемами, а также биологическими и микробиологическими препаратами, агрохимикатами и регуляторами роста растений. Однако использование только агротехнических приемов не дает высокой защиты картофеля от болезней. Поэтому экспериментально был обоснован к применению новый препарат «Амофенон», который имеет ряд преимуществ перед стандартным эталоном тетраметилтиурамдисульфидом (ТМТД). Показано, что «Амофенон» проявляет высокую эффективность в отношении сухой фузариозной гнили картофеля, что подтверждается экспериментально полученными результатами подавления роста мицелия *Fusarium sambucinum*.

### **Введение**

В России картофель является одним из основных продуктов питания, который нередко называют вторым хлебом. В последние годы объем его производства в стране достиг 30-32 миллионов тонн, а его посадочные площади занимают более 2.2 миллиона гектар. По валовому производству картофеля, наша страна занимает третье место после Китая и Индии. Однако по урожайности картофеля и качеству получаемой из него продукции Россия занимает одно из последних мест [5]. Этот факт обусловлен, прежде всего, выраженным фитосанитарным неблагополучием отечественного картофелеводства. В частности, ежегодно насчитывается около 30 распространенных вредоносных болезней, от которых потери урожая составляют 10-50%: альтернариоз, мокрые гнили клубней, вызываемые бактериальными или грибными патогенами, парша обыкновенная и серебристая, ризоктониоз и фитофтороз, а также вирусные болезни. В Центральном регионе РФ, в последнее время, активизировались многие виды фузариозных гнилей, антракноз, ризоктониоз, что отрицательно повлияло на качество и сохранность урожая картофеля. Большой ущерб клубням картофеля наносят распространенные вредители: колорадский жук, проволочники и ложнопроволочники, гусеницы совок и тли. Борьбу с вредителями картофеля осложняет тот факт, что около 85% его площадей находятся в частном секторе и только 15% принадлежит агрохолдингам, возделывающим землю с использованием современных технологий и применением широкого ассортимента средств защиты. Поэтому получение высоких урожаев с полноценными и здоровыми клубнями требует современной комплексной защиты картофеля от его разнообразных вредителей. Существующая система мер борьбы с болезнями и вредителями картофеля основывается на широком использовании пестицидов, что, в конечном счете, приводит к отрицательному воздействию как на агроландшафты, так и на здоровье людей. Альтернативой химическим пестицидам являются специализированные севообороты, устойчивые сорта, агротехнические и технологические приемы, а также биологические и микробиологические препараты, агрохимикаты и регуляторы роста растений, позволяющие повысить устойчивость культуры к болезням, оказывающие влияние на защищаемое растение, а не на патоген [7].

Определяющую роль в период вегетации и хранения картофеля играет химическая защита его от сорняков, вредителей и болезней. В России для защиты картофеля имеется широкий спектр химических препаратов, которые указаны в «Справочнике агрохимикатов», разрешенных к применению на территории РФ. Однако при выращивании картофеля необходимо представлять, на каком этапе и какие вредители, болезни и сорняки способны причи-

нить существенный вред культуре. Для этого важно проводить фитосанитарный мониторинг – периодическое обследование полей с использованием общепринятых методов наблюдений и учётов вредных видов для картофеля, а также периодического анализа семенных клубней на заражённость болезнями. Причём, для обоснования такого обязательного профилактического приёма, как протравливания высаживаемых клубней, крайне необходим фитопатологический анализ клубней. Протравливанием обычно снимаются те болезни, которые распространяются, прежде всего, клубнями картофеля, например, ризоктониоз, сухие фузариозные гнили, фомоз [4, 8]. В то же время обработка клубней не всегда дает хорошие результаты относительно такого опасного заболевания картофеля как фитофтороза. Обычно заражение культуры происходит в период вегетации. На клубнях патоген проявляется в осенний период при уборке, транспортировке, развитие которого продолжается при хранении, особенно при несоблюдении его условий. Поэтому клубни целесообразно обрабатывать препаратами перед закладкой на хранение.

Учитывая вышесказанное, можно констатировать тот факт, что известные и новые химические препараты для защиты картофеля направлены, прежде всего, на борьбу с фитофторозом и альтернариозом. Среди таких известных препаратов необходимо отметить продукцию компании «Байер», доказавшей свою активность против спектра грибковых заболеваний – это фунгициды «Консенто» и «Инфинито» [2]. Эти препараты проявляют высокую профилактическую и лечебную эффективность. Для них характерна также высокая дождеустойкость. Указанные препараты можно использовать со стадии активного роста картофеля до середины его бутонизации и позже. При этом первая обработка проводится в качестве профилактики, а последующие осуществляются с четким интервалом 7-14 дней. Следует отметить ещё один препарат этой компании - фунгицид «Луна Транквилити». Это универсальный препарат для защиты широкого спектра сельскохозяйственных культур. Для защиты картофеля его используют, начиная с появления всходов и до увядания ботвы. По составу он является двухкомпонентным: флуопирам - блокирует клеточное дыхание клеток патогенов и пириметанил – ингибирует синтез важнейшей аминокислоты, метионина. Кроме того, за счет высокой активности в газовой фазе пириметанил распространяется внутри растения и защищает необработанные его участки. Он используется в широком диапазоне температур, что позволяет применять его при поздних обработках, в том числе, за 2-3 недели перед закладкой на хранение.

Перспективным направлением в снижении потерь и сохранении качества клубней картофеля является биоразлагаемый препарат нового поколения, с широким спектром фунгицидного действия по отношению к патогенным микроорганизмам под названием «БИОПАГ», представляющий собой полигексаметиленгуанидин хлорид, является химически неактивным высокомолекулярным биополимером, с углеводородной цепью из 20-70 повторяющихся звеньев, связанных с гуанидиновыми основаниями – активными центрами препарата [6]. Повторяющиеся гуанидиновые группировки придают биополимеру свойства катионных поверхностно-активных веществ. Однако, по нашему мнению, после обработки картофеля полигексаметиленгуанидин хлоридом, при употреблении продукта с такой защитой могут возникать проблемы с удалением этой защитной полимерной пленки, под которой, в свою очередь, при длительном хранении, могут образовываться патогенные микроорганизмы, что не безопасно при использовании картофеля с указанной защитой. Также имеются данные об использовании гамма-, УФ- и СВЧ- облучения картофеля, с целью его защиты от патогенов и увеличения срока хранения клубней [9]. Следует отметить непредсказуемость действия данного метода на качество, питательные свойства и безопасность картофеля после такой обработки.

Цель исследования – проведение эксперимента по обоснованию защиты картофеля во время закладки на хранение с использованием некоторых распространенных химических и биологических препаратов, выявлению их защитного эффекта от распространённых патогенных микроорганизмов и рекомендации наиболее перспективных вариантов для дальнейшего

изучения. Для достижения поставленной цели необходимо было изучить рекомендуемый ассортимент препаратов для защиты картофеля и провести лабораторный эксперимент по выявлению лучшего варианта.

### Объекты и методы исследований

Сбор и изучение материалов выполнены в хозяйствах Московской области, подведомственных Всероссийскому научно-исследовательскому институту картофельного хозяйства им. А.Г.Лорха: Агрофирма «Элитный картофель» в Раменском районе и Опорный пункт семенного картофеля в Домодедовском районе. Работы проводились в период 2020-2022 гг. Фунгицидная активность соединений в отношении мицелия грибов *Botrytis cinerea*, *F. moniliforme*, *F. sambucinum*, *Verticillium dahlia*, *Aspergillus niger*, *Venturia inaequalis*, а также бактерицидная активность в отношении *Xanthomonas malvacearum* изучались в лабораторных условиях по следующей методике. Ацетоновые растворы препаратов определенной концентрации вводят в расплавленную агаровую среду известного объема, а затем разливают по чашкам Петри. Через 18-20 часов инокулируют агаровую поверхность мицелием грибов или культурой бактерий. Возраст культур 10-14 дней. Чашки термостатируют при температуре 25-26°C. Через 3-4 суток измеряют диаметр колоний и затем по формуле Эббота определяют процент подавления роста под действием препаратов в сравнении с контролем:

$$\% \text{ подавления} = \frac{A - C}{A} \times 100$$

где:

A – диаметр колоний в контроле,

C – диаметр колоний в среде с препаратом (в мм).

Оценку фунгицидной активности препарата проводили в отношении сухой фузариозной гнили картофеля сорта «Любимец». Повторность опыта двукратная. Оценку проводили по следующей методике. Клубни моют, дезинфицируют поверхность сублиматом, затем разрезают на половинки стерильным инструментом. Разрезанные поверхности клубней помещают в чашки Коха и обрабатывают суспензией препарата определенной концентрации. После подсыхания суспензии через 1-1,5 часа поверхность клубней инфицируют суспензией спор гриба *Fusarium sambucinum*. Густота суспензии 250-300 тыс. спор в 1 мл. Клубни, помещенные в увлажненные чашки Коха, термостатируют при 25°C в течение 6 суток и проводят оценку. Эффективность препарата определяют процентом поражения поверхности половинки клубня мицелием гриба (% развития болезни) [10].

### Результаты исследований

Обработка клубней картофеля защитно-стимулирующими препаратами, полученными на основе наноразмерных частиц коллоидного серебра, дает положительный эффект при хранении [3]. Тем не менее, экономический эффект этого метода защиты картофеля при его хранении остается под вопросом из-за существенной стоимости металлического серебра. С учетом изложенного, нами проведены испытания фунгицидной активности синтезированных предельных и непредельных фенилзамещенных β-диметиламиноэтилкетонатов по отношению к грибам из различных систематических групп. Синтезированные соединения исследовали против возбудителей болезней семян или клубней – грибов из рода *Fusarium*, например, возбудителя трахеомикоза (*Verticillium dahlia*), возбудителя серой гнили различных сельскохозяйственных растений (*Venturia inaequalis*), возбудителя парши яблони. Установлено, что наиболее высокая фунгицидная активность исследуемых соединений характерна для нового разработанного отечественного препарата (хлоргидрат-5-диметиламино-1,2,4-трифенил-1-оксипентан-3-она) по отношению к возбудителю сухой фузариозной гнили картофеля (*Fusarium sambucinum*) [1, 10]. Действующее вещество (ДВ) этого препарата – оксипентано-

наммонийхлорид, промышленное название «Амофенон». В качестве стандартного эталона сравнения был выбран эффективный препарат – тетраметилтиурамдисульфид (ТМТД) – органическое соединение нерастворимое в воде. Высокая фунгицидная активность «Амофенона» сохраняется и при значительном снижении концентрации, тогда как у ТМТД в этом случае наблюдается резкий спад эффективности (табл. 1).

Таблица 1. Фунгицидная активность соединений против мицелия грибов

№ п/п	Название препарата	Концентрация препарата по Д.В., %	Подавление роста мицелия, в %						
			<i>Botrytis cinerea</i>	<i>F. moniliforme</i>	<i>Venturia inaequalis</i>	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Verticillium dahlia</i>	<i>Xanthomonas malvacearum</i>	<i>F. sambucinum</i>
1.	«Амофенон» (хлоргидрат-5-диметиламино-1,2,4-трифенил-1-оксипентан-3-она)	0,01 0,0075 0,003	45	76	67	56	50	46	99,1 98,6 -
2.	Хлоргидрат-5-диметиламино-1-фенил-1-пентен-3-она	0,01 0,0075 0,003	40	40	73	-	29	100	83 67 -
3.	Хлоргидрат-5-диметиламино-1-фенил-4-метил-1-пентен-3-она	0,01 0,0075 0,003	-	34	73	-	50	29	100 83 -
4.	Хлоргидрат-5-диметиламино-1-фенил-2-метил-1-пентен-3-она	0,01 0,0075 0,003	-	-	67	-	36	29	93 71 -
5.	ТМТД (эталон)	0,01 0,0075 0,003	100	100	100	100	79	86	92 65 -

Исследования показали, что при оценке на агаровой среде «Амофенон» превосходит по активности эталон ТМТД на 26%. Преимущества фунгицида «Амофенон» перед стандартным ТМТД заключается в следующем: 1) универсальный характер защиты картофеля от патогенов в период его вегетации и хранения; 2) легко и полностью смывается водой с клубней картофеля перед его использованием; 3) является экологически чистым препаратом в виде твердой органической четвертичной соли.

На основании полученных результатов, препарат «Амофенон» рекомендован для дальнейших испытаний в полевых условиях с последующим проведением регистрационных испытаний и выходом на его промышленное производство с целью эффективной защиты отечественного картофеля в период вегетации и хранения в агропромышленном комплексе РФ.

### Выводы

1. В результате проведенных исследований, краткого анализа известных и новых химических препаратов зарубежного и отечественного производства, дано обоснование о необ-

ходимости разработки нового эффективного отечественного препарата для защиты картофеля в период его вегетации и хранения.

2. Показано, что разработанный фунгицид «Амофенон» проявляет высокую эффективность в отношении сухой фузариозной гнили картофеля, что подтверждается экспериментально полученными результатами подавления роста мицелия *Fusarium Sambucinum*.

3. Новый препарат «Амофенон» имеет ряд существенных преимуществ перед стандартным ТМТД (эталоном): универсальный характер защиты картофеля; легко смывается водой с клубней картофеля; является экологически чистым препаратом в виде твердой органической соли.

### Список литературы

1. Блохин Ю.И. Органическая химия в развитии пищевой промышленности // Стратегия развития пищевой промышленности преподавателей вузов, ученых, специалистов, аспирантов, студентов: тр. межвуз. науч.-практ. конф. – Н-Новгород, 2007. – С. 13-14.

2. Власова Я.А. Защита картофеля по программе – максимум // Картофель и овощи. – 2018. – № 6. – С. 21-22.

3. Влияние обработки клубней картофеля защитно-стимулирующими препаратами на потери при хранении / В.Н. Зейрук, К.А. Пшеченков, С.В. Мальцев, Г.Л. Белов, С.В. Васильева, С.Н. Еланский // Современные технологии производства, хранения и переработки картофеля: матер. научн.-практ. конф. – Москва: ФГБНУ ВНИИКХ, 2017. – 371 с.

4. Дьяков Ю.Т., Еланский С.Н. Общая фитопатология. – Москва: Юрайт, 2016. – 230 с.

5. Зейрук В.Н. Разработка и усовершенствование технологического процесса защиты и хранения картофеля в Центральном районе РФ: автореферат дисс. д-ра сельскохозяйственных наук. – Москва, 2015. – 44 с.

6. Савина О.В. Перспективная технология хранения картофеля с использованием осенней обработки клубней препаратом «БИОПАГ» // Современные технологии производства, хранения и переработки картофеля: матер. научн.-практ. конф. – Москва: ФГБНУ ВНИИКХ, 2017. – 371 с.

7. Система интегрированной экологически безопасной защиты картофеля от болезней, вредителей и сорняков (Методические рекомендации) / В.Н. Зейрук, Б.В. Анисимов, М.К. Деревягина, В.М. Глез, О.В. Абашкин, А.А. Молякко. Россельхозакадемия. – Москва: ВНИИКХ, 2010. – 38 с.

8. Технологии хранения картофеля / К.А. Пшеничников, В.Н. Зейрук, С.Н. Еланский, С.В. Мальцев. – Москва: Картофелевод, 2007. – 191 с.

9. Тихонов А.В., Цыгвинцев П.Н., Тихонов В.Н. Действие гамма-, УФ- и СВЧ-облучения на клубни картофеля // Современные технологии производства, хранения и переработки картофеля: матер. научн.-практ. конф. – Москва: ФГБНУ ВНИИКХ, 2017. – 371 с.

10. Хлоргидраты предельных и непредельных фенилзамещенных β-диметиламиноэтилкетонов, обладающие фунгицидной активностью / Ю.И. Блохин, Б.В. Унковский, Ю.Ф. Малина, Б.А. Заикин, Н.М. Голышин, Е.И. Андреева, К.Ф. Смирнова. Авторское свидетельство № 686298. – 1978. – 11 с.

**Блохин Юрий Иванович** – доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой химии имени профессоров С.И.Афонского и А.Г. Малахова ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И.Скрябина», 109472, Москва, ул. Академика Скрябина, 23, e-mail: blokhinyui@mail.ru

**Соколова Ольга Андреевна** – кандидат химических наук, доцент кафедры химии имени профессоров С.И.Афонского и А.Г. Малахова ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И.Скрябина», 109472, Москва, ул. Академика Скрябина, 23, тел.: 89263829011 e-mail: Otimon.ru@mail.ru

**Щербинина Полина Константиновна** – лаборант кафедры химии имени профессоров С.И.Афонского и А.Г.Малахова ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И.Скрябина», 109472, Москва, ул. Академика Скрябина, 23, тел.:89506124327 e-mail: polina2004kon@gmail.com

**Зейрук Владимир Николаевич** – доктор сельскохозяйственных наук, заведующий отделом защиты картофеля ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства – ВНИИКХ имени А.Г. Лорха», 140051, Московская обл., п. Красково, тел.: 89165111157, e-mail: vzeiruk@mail.ru

---

UDC 635.21:632.95

**Y. Blohin., O. Sokolova, P. Shcherbinina, V. Zeiruk**

## **PROTECTION OF POTATOES DURING THEIR GROWING SEASON AND STORAGE**

**Keywords:** potato, fungicides, protection, yield, diseases.

**Abstract.** The paper analyzes well-known and new chemical preparations of foreign and domestic production, on the basis of which the justification for the need to develop a new effective domestic preparation for the protection of potatoes during its growing season and storage is given. It is noted that increasing the resistance of potatoes to diseases can be achieved by specialized crop rotations, high-quality varieties, agrotechnical and technological techniques, as well as biological and microbiological preparations, agrochemicals and plant growth regulators. However, the use of only agrotechnical techniques does not provide high protection of potatoes from diseases. Therefore, a new drug "Amophenone" was justified for use, which has a number of advantages over the standard standard tetramethylthiuram disulfide (TMTD). It is shown that "Amophenon" is highly effective against dry fusarium rot of potatoes, which is confirmed by the experimentally obtained results of inhibition of the growth of *Fusarium Sambucinum* mycelium.

### **References**

1. Blokhin Y.I. Organic chemistry in the development of the food industry // Strategy for the development of the food industry: Proceedings of the interuniversity scientific and practical conference of university teachers, scientists, specialists, postgraduates, students. – N-Novgorod, 2007. – P. 13-14.
2. Vlasova Y.A. Potato protection under the maximum program // Potatoes and vegetables. – 2018. – No. 6. – Pp. 21-22.
3. The effect of processing potato tubers with protective and stimulating drugs on storage losses / V.N. Zeiruk, K.A. Pshechenkov, S.V. Maltsev, G.L. Belov, S.V. Vasilyeva, S.N. Elansky // Modern technologies of potato production, storage and processing: Materials of the scientific and practical conference. – Moscow: All-Russian Scientific Research Institute of Potato Farming Publ, 2017. – 371 p.
4. Dyakov Y.T., Elansky S.N. General phytopathology. – Moscow: Yurajt Publ, 2016. – 230 p.
5. Zeiruk V.N. Development and improvement of the technological process of potato protection and storage in the Central region of the Russian Federation. Abstract of the dissertation for the degree of Doctor of Agricultural Sciences. – Moscow, 2015. – 44 p.
6. Savina O.V. Perspective technology of potato storage using autumn treatment of tubers with the preparation "BIOPAG" // Modern technologies of potato production, storage and processing: Materials of the scientific and practical conference. – Moscow: All-Russian Scientific Research Institute of Potato Farming Publ, 2017. – 371 p.
7. System of integrated environmentally safe protection of potatoes from diseases, pests and weeds (Methodological recommendations) / V.N. Zeiruk, B.V. Anisimov, M.K. Derevyagina,

V.M. Glez, O.V. Abashkin, A.A. Molyavko. Russian agricultural academy. – Moscow: All-Russian Scientific Research Institute of Potato Farming Publ, 2010. – 38 p.

8. Potato storage technologies / K.A. Pshenichnikov, V.N. Zeiruk, S.N. Elansky, S.V. Maltsev. – Moscow: Kartofelevod Publ., 2007. – 191 p.

9. Tikhonov A.V., Tsygvintsev P.N., Tikhonov V.N. The effect of gamma, UV and microwave irradiation on potato tubers // Modern technologies of potato production, storage and processing: Materials of the scientific and practical conference. – Moscow: All-Russian Scientific Research Institute of Potato Farming Publ, 2017. – 371 p.

10. Chlorohydrates of marginal and unsaturated phenyl-substituted  $\beta$ -dimethylaminoethyl ketones with fungicidal activity / Yu.I. Blohin, B.V. Unkovskij, Yu.F. Malina, B.A. Zaikin, N.M. Golyshin, E.I. Andreeva, K.F. Copyright certificate No. 686298. – 1978. – 11 p.

**Blokhin Yuri** – Doctor of Chemical Sciences, Professor, Head of the Department of Chemistry named after Professors S.I. Afonsky and A.G. Malakhov, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MBA named after K.I. Scriabin, 109472, Moscow, Akademika Scriabin str., 23, e-mail: blokhinyui@mail.ru

**Sokolova Olga** – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Chemistry named after Professors S.I. Afonsky and A.G. Malakhov, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MBA named after K.I. Scriabin, 109472, Moscow, Akademika Scriabin str., 23, e-mail: Otimon.ru@mail.ru

**Shcherbinina Polina** – Laboratory assistant of the Department of Chemistry named after Professors S.I. Afonsky and A.G. Malakhov, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MBA named after K.I. Scriabin, 109472, Moscow, Akademika Scriabin str., 23, tel.: 89506124327 e-mail: polina2004kon@gmail.com

**Zeyruk Vladimir** – Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Potato Protection Department of the All-Russian Research Institute of Potato Farming – All-Russian Scientific Research Institute of Potato Farming named after A.G. Lorkh, 140051, Moscow region, Kraskovo village, e-mail: vzeyruk@mail.ru