

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы (пәнаралық) =Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина (междисциплинарный). – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2023. -№ 4 (119). - С.47-58. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2023.4 (119).1535

УДК 63:632.78

## ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА В БОРЬБЕ С КАРАНТИНЫМ ВРЕДИТЕЛЕМ *TUTA ABSOLUTA*

**Успанов Алибек Маратович**

Кандидат биологических наук

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт  
защиты и карантина растений имени Ж.Жиембаева»

г. Алматы, Казахстан

E-mail: u\_alibek@mail.ru

**Алнысбаева Карлыгаши Азирбековна**

PhD

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт  
защиты и карантина растений имени Ж.Жиембаева»

г. Алматы, Казахстан

E-mail: erke07naz05@mail.ru

**Әділханқызы Айнура**

Магистр сельскохозяйственных наук

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт  
защиты и карантина растений имени Ж.Жиембаева»

г. Алматы, Казахстан

E-mail: adilhan\_ainura@mail.ru

**Нурманов Бауыржан Батырханұлы**

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт  
защиты и карантина растений имени Ж. Жиембаева»

г. Алматы, Казахстан

E-mail: bauka\_92kzs@mail.ru

**Баикараев Нурсултан Абдисатиевич**

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт  
защиты и карантина растений имени Ж. Жиембаева»

г. Алматы, Казахстан

E-mail: bashkaraev\_n@mail.ru

---

### Аннотация

В последние годы на юго-востоке страны наблюдается массовое размножение южноамериканской томатной моли, которая существенно снижает урожай и ухудшает качество томатов. Применение химических инсектицидов против карантинного вредителя не дает ожидаемых результатов, так как у *Tuta absoluta* сформировалась резистентность ко многим группам активных веществ. Актуальной проблемой является разработка интегрированной системы защиты томатов, позволяющей получать качественную, безопасную продукцию томатов, в то же время не загрязняющую окружающую среду.

Для сбора информации о фитосанитарном состоянии плантации томатов с применением беспилотных летательных аппаратов осуществлены сессии дистанционного зондирования посевов томата в открытом грунте с применением БПЛА с мультиспектральной камерой. Осуществлена

обработка полученных данных с помощью ПО Agisoft Metashape Pro, получены цифровые карты полей и карты индекса вегетации NDVI.

Помимо сбора и обработки информации, агродроны использовали для разбрасывания энтомофагов. Разбрасывание яиц ситотроги, зараженных трихограммой возможно на данном устройстве только с применением дополнительного балласта – сыпучего материала. По результатам проведенных обработок биопрепаратом в полевых условиях с помощью агродронов были получены следующие результаты: биологическая эффективность препарата против карантинного вредителя составила 82,2%.

В статье приведены данные применения беспилотных летательных аппаратов для защиты (внесение биоагентов, биопрепаратов) томатов открытого грунта. Разработка интегрированной системы защиты томатов открытого грунта с использованием БПЛА и биологических средств в дальнейшем решит вопрос по контролю популяций *T. absoluta* в открытом грунте и обеспечит получение экологически чистой продукции.

**Ключевые слова:** *Tuta absoluta*; томаты; фитосанитарный мониторинг; энтомофаги; биологические препараты; агродрон; NDVI.

### Введение

В структуре посевных площадей овощных культур во всех категориях хозяйств региона преобладают томаты – 20 тыс га, или 21,2% [1]. К сожалению сегодня, урожайность томатов не обеспечивает полное удовлетворение потребностей населения регионов и вывоза продукции в северные области. В связи с этим, поставка томатов в страну осуществляется из соседних государств, в основном это – Узбекистан, Киргизия и Китай. И никто не может дать гарантии, что в нашу страну экспортом доставляют экологически чистую продукцию. Одной из причин низкого урожая томатов является поражение культуры широким кругом вредителей, как хлопковая совка, южноамериканская томатная моль, белокрылка и др.

В последние годы наблюдается массовое размножение южноамериканской томатной моли, которая существенно снижает урожай и ухудшает качество томатов. По данной проблеме институтом создана коллекция энтомофагов, разработаны и освоены элементы технологии содержания, разведения и их применение в закрытом грунте, которые будут служить заделом по разработке рекомендаций по мерам борьбы с южноамериканской томатной моли.

Исследования по разработке биологического метода защиты томатов от южноамериканской томатной моли проводятся во многих странах мира [2-4]. К примеру, из биологических мер борьбы с молью многие авторы рекомендуют применение феромонов и колонизацию растений с использованием таких полезных видов биоагентов, как набис (*Nabis pseudojeirus*) трихограмма (*Trichogramma pretiosum* и *Trichogramma achacae*), макролофус (*Macrolophus caliginosus*) и незидико-

рис (*Nesidiocoris tenuis*) и подизус (*Podisus maculiventris*). При этом самый лучший эффект достигался при использовании некоторых видов трихограмм, так как они уничтожали до 92% южноамериканской томатной моли. Активно в борьбе с вредителем использовались биопрепараты бактериального (*Bacillus thuringiensis*) и грибного (*Beauveria bassiana*) происхождения, которые обеспечивали гибель 68% вредителя [5]. Среди перспективных видов биоагентов, считаются макролофус (*Macrolophus caliginosus*) и незидикорис (*Nesidiocoris tenuis*), питающийся в основном яйцами томатной моли. Поскольку в отдельности ни один из методов не уничтожает южноамериканскую томатную моль полностью, необходимо внедрение комплексной системы защиты, включающая применение инсектицидов против гусениц, хищников по яйцам и вылов имаго с помощью феромоновых ловушек [6].

Повышение спроса на агродроны остается устойчивым трендом во всем мире. Казахстанское сельское хозяйство не стало исключением, на сегодняшний день оно проходит, пожалуй, через самый активный этап цифровой трансформации. Согласно исследованиям ученых, к 2050 году население мира достигнет примерно 10 миллиардов человек. Следовательно, производство продуктов питания потребует увеличения на 70% [7].

Максимальной эффективности в сельском хозяйстве можно добиться, только владея актуальной и точной информацией о площади, рельефе, специфике грунта полей [8-10]. Наиболее простым и действенным способом для получения таких сведений, является исполь-

зование беспилотников. Всего за несколько минут полета можно собрать детальную информацию об изучаемом объекте, создать орто-фотоплан, 3D-модель рельефа и не только. Это позволяет полностью контролировать сельскохозяйственные процессы и своевременно принимать решения по их корректировке.

Помимо сбора и обработки информации, агродроны используются для выполнения ряда сельскохозяйственных работ. К наиболее востребованным операциям относятся: внесение средств защиты растений (биоагенты, инсектоакарициды), распыление удобрений. Внесение средств защиты растений включает в себя обработку полей специально подобранными веще-

ствами с целью лечения сельскохозяйственных культур, уничтожения насекомых-вредителей, стимуляции роста, ускорения вегетации и т. п. Использование агродронов для опрыскивания средств защиты растений хорошо зарекомендовало себя на небольших полях и на ограниченных участках. Выявление проблемных зон, требующих внесения средств защиты растений, выявляется в процессе предварительного облета поля беспилотным аппаратом, оснащенным видео- и/или фотокамерой. Кроме этого, агродроны используются для внесения средств защиты растений (биологических агентов). В лесном хозяйстве их применяют для высаживания семян.

### Материалы и методы

Работы по установлению оптимальных метеорологических, пилотажно-навигационных, оптических и идентификационных параметров проводили при проведении фитосанитарного мониторинга посевов томата с использованием беспилотного летательного аппарата, в частности метеорологических и пилотажно-навигационных параметров с помощью DJI Phantom 4 Pro V2.0 следующие параметры: скорость ветра, облачность незначительная, температура воздуха, высота полета, перекрытие.

Для распределения по полю капсул с яйцами трихограммы и куколок бракона для борьбы с томатной молью дрон оснащали специальной емкостью, куда загружали капсулы, в программном обеспечении задавали схему движения, и капсулы разбрасывали по полю в заранее оцифрованных плантациях томатов.

В период вегетации 2022 года на плантациях томатов крестьянского хозяйства Муса, расположенного в Енбекшиказахском районе,

Алматинской области еженедельно с помощью беспилотного летательного аппарата проводили фитосанитарный мониторинг текущего состояния посевов томатов для определения проблемных участков и организации своевременных защитных мероприятий против вредных организмов [11, 12].

Также проводили наземные учеты вредителей на плантациях томатов по общепринятым методом энтомологии и защиты растений. Яиц и гусениц вредителя можно обнаружить в вершинной части растения, где гусеницы повреждают листья и плоды, на листьях видны мины, образованные в результате проникновения и питания гусениц, а на плодах можно увидеть темные экскременты и проходы гусениц во внутрь плода [13-15].

Оценку биологической эффективности биологических средств высчитывали по формуле Аббота 2:

$$\mathcal{E} = \frac{A - B}{A} \times 100,$$

где:  $\mathcal{E}$  – биологическая эффективность;  $A$  – количество яиц/гусениц до разбрасывания биоагентов;  $B$  – количество здоровых яиц/гусениц после разбрасывания биоагентов [16].

### Результаты

Впервые в республике против карантинного вредителя *T. absoluta* на посевах томатов открытого грунта разработана интегрированная система защиты с использованием беспилотного летательного аппарата для разбрасывания биоагентов.

По итогам экспериментов для эффективной обработки посевов томата с помощью Аг-

робПЛА определены следующие оптимальные метеорологические условия: температура воздуха в диапазоне 15-25°C, ветер 1,0 м/с, без осадков. Пилотажно-навигационные параметры для безопасной и эффективной обработки с БПЛА: высота 2 м от листовой поверхности растительности, скорость 5 м/с, при этих условиях диаметр ширины захвата составляет 5 м.

При вышеуказанных условиях обработка 1 га составляет 6 минут 40 секунд и 10 л рабочей жидкости (Рисунок 1). В проводимом опыте

по подбору алгоритма внесения трихограммы с помощью БПЛА применили DJI Agras T30 с системой разбрасывания.



Рисунок 1 – Беспилотный летательный аппарат, процесс опрыскивания посевов томата

Для разбрасывания энтомофагов оптимальными метеорологическими условиями составили: температура воздуха в диапазоне 15-25°C, ветер до 2,0 м/с, без осадков. Пилотажные параметры идентичны с АгроБПЛА кроме грузоподъемности, на DJI Agras T30 с системой разбрасывания поднимает на воздух до 40 кг сыпучего материала. Норма сыпучего материала для 0,3 га составила 1,2 кг. Модели и оснащение БПЛА показаны в таблице 1.

Таблица 1 – Модели и оснащение БПЛА

№	БПЛА	Оснащение	ПО
1	DJI Phantom 4 Multispectral	Мультиспектральная камера	Agisoft Metashape Pro
2	АгроБПЛА	Опрыскивающее устройство	Agri Assistant
3	DJI Agras T30	Система разбрасывания 3.0	DJI Assistant 2

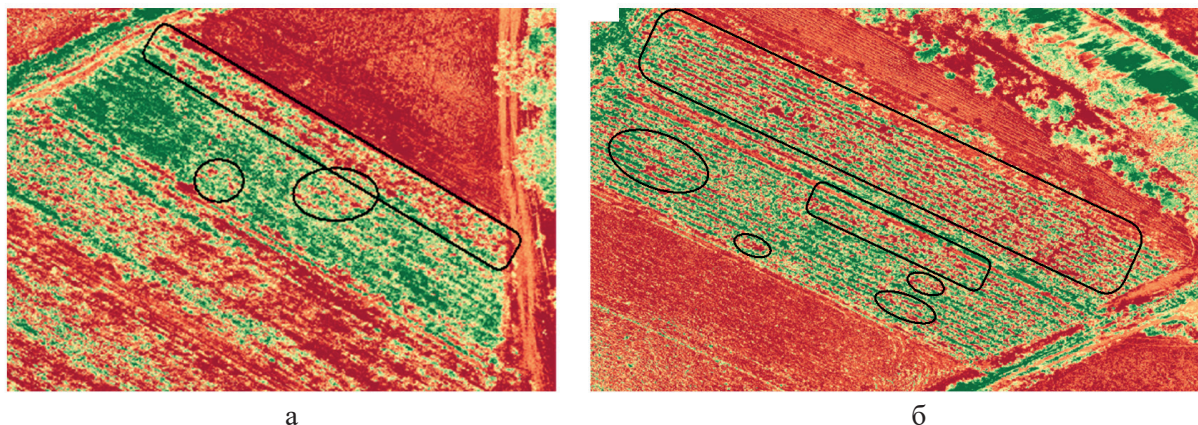
В целом все вышеуказанные полученные параметры будут служить для разработки регламента проведения фитосанитарного мониторинга плантаций томатов с использованием беспилотного летательного аппарата.

Сбор информации о фитосанитарном состоянии плантаций томатов с применением беспилотного летательного аппарата в условиях Алматинской области. Полевые исследования проводили в вегетационный период (июнь-август) 2022 года. Для сбора информации о фитосанитарном состоянии посевов томатов с применением БПЛА осуществлены сессии дистанционного зондирования посевов томата в открытом грунте с применением БПЛА с мультиспектральной камерой. Осуществлена обработка полученных данных с помощью ПО Agisoft Metashape Pro, получены

цифровые карты полей, и карты индекса вегетации NDVI.

Данные карты были использованы для установления неравномерности состояния исследуемого участка. На фоне полученных карт были приняты решения об организации защитных мероприятий на данном участке.

В 2022 году съемку проводили со второй декады июня. Результаты проведенных работ показали, что повреждение растений во время вегетации каких-либо изменений не выявлено (Рисунок 2). По картам NDVI можно четко определить проблемные участки, где нужно провести наземный мониторинг. Точная геолокация проблемных зон плантации позволяет значительно сократить время и ресурсы на обследование.



а – тестовое поле; б – контрольное поле  
Рисунок 2 – Дистанционное зондирование полей с помощью БПЛА

На данной карте хорошо заметна густота зеленого цвета на тестовом поле, и более пестрый, неравномерный фон на контрольном поле. Разница обусловлена размером и густотой растений – чем крупнее растений и больше его проективная площадь, тем меньше красных зон заметно на карте NDVI. Также, на контрольном поле были обнаружены повреждения вредными организмами, тогда как на тестовом поле их численность была ниже пороговых значений вредоносности. На данном снимке заметны значительные «красные» зоны, где отсутствует вегетация.

Динамику распространения южноамериканской томатной моли изучали в условиях Ал-

матинской области (Енбекшиказахский район, крестьянское хозяйство Муса). Организация защитных мероприятий против них также проводилась на данном крестьянском хозяйстве.

С целью изучения видового состава вредителей томата в условиях открытого грунта Алматинской области проводили наблюдения на плантациях томата в течение вегетационного периода. В результате полученных данных на посевах томата зафиксированы 6 видов основных вредителей (Рисунок 3). Из обнаруженных вредителей наиболее вредоносным и преобладающим является фитофаг, хлопковая совка. Но вредоносность южноамериканской томатной моли не уступали хлопковой совке.

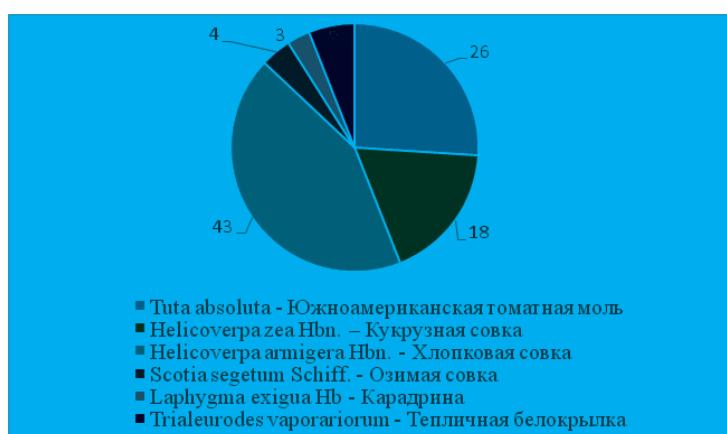


Рисунок 3 – Видовой состав основных вредителей томата, % (Алматинская область, Енбекшиказахский район, КХ «Муса»)

На растениях томата была зарегистрированы такие вредители как хлопковая совка, тля и паутинный клещ, но их численность была на неощутимом количестве для хозяйства (Рисунок 4).

Для разбрасывания энтомофагов (трихограмма) использовали промышленный беспилотный летательный аппарат DJI T30, со штатным разбрасывателем от DJI. Данный разбрасыватель предназначен для внесения на поле сыпучих материалов размеров фракции от 0,5 мм до 5 мм.



Рисунок 4 – Промышленный БПЛА DJI T30

Разбрасывание яиц ситотроги, зараженных трихограммой, возможно на данном устройстве только с применением дополнительного балласта – сыпучего материала, в котором размещаются яйца ситотроги в соотношении 1/1000 (яйца/балласт) (Рисунок 5).



Рисунок 5 – Подготовка сыпучего материала для разбрасывания

В качестве балласта применяли манную крупу, так как она имеет схожие размеры частиц и сравнительно дешевая. При этом применение балласта влечет за собой увеличение рабочей массы устройства, а также удорожает процесс на стоимость балласта, а также за счет сокращения времени полета (вследствие более быстрого расхода батарей).

По результатам испытаний от применения разбрасывателя, использующего материал в сыпучем виде, было решено отказаться, по следующим причинам:

1. Вносимый энтомофаг не защищен от хищников и агрессивной среды (вода, солнце);
2. Требуется балласт, которые утяжеляет и удорожает внесения;
3. В горловине устройства остается некоторая часть материала.

Сложно обеспечить равномерное смешива-

ние балласта и продукта, что ведет к неравномерности нормы внесения на поле.

По результатам наземных мониторингов фитосанитарного состояния плантации томатов, было обнаружено множество повреждений томатной моли. В момент обследований томаты были на фазе массового плодоношения нами было принято решение провести обработку биологическим препаратом против томатной моли. Биологическая эффективность применения биологических препаратов с помощью агродрона против томатной моли показаны в таблице 2.

Обработку исследуемого поля провели актарофитом (*Streptomyces avermitilis*) 0,2, норма расхода (2 л/га) 04 июля текущего года. По учетам проведенных до обработки посевов на 100 модельных растениях было зафиксировано 37 яиц и 9 гусениц томатной моли.

Таблица 2 – Биологическая эффективность Актарофита против южноамериканской томатной моли, к/х «Муса», Алматинская область, 2022 г.

Название препарата	Дата обработки	Норма расхода	Кол/во яиц и гусениц				Биологическая эффективность, %
			до обработки		после обработки (7 сутки)		
Актарофит 0,2	04.07	2 л/га	37	9	28	8	82,2

По результатам проведенных обработок биопрепаратом в полевых условиях были получены следующие результаты: биологическая эффективность препарата против яиц составила 75%, а против гусениц 88,8%, в среднем, биологическая эффективность применения Актарофита 0,2 была на уровне 82,2%. На рисунке 6 показаны гусеницы фитофага после обработки биопрепаратом.



Рисунок 6 – Погибшие гусеницы после обработки с помощью БПЛА

Совместное использование биоагентов и биопрепаратов против южноамериканской томатной моли дает положительный эффект. При своевременном использовании защитных мероприятий можно полностью исключить использование химических инсектицидов, что способствует получению экологически чистой продукции томатов.

### Обсуждение

В Казахстане *Tuta absoluta* является наиболее доминирующим и вредоносным вредителем на томатах. Потеря урожая, от карантинного вредителя в некоторые годы достигает до 100%. Наши исследования показали, что вредитель массово распространился на юго-восточных регионах страны. В условиях Алматинской области фитофаг в 2022 году развивался в 5 поколениях.

Из-за высокой токсичности против теплокровных и пчел использование химических инсектицидов ограничено предъявляемым к ним санитарным регламентом. Кроме того, во многих случаях у вредителя проявляется резистентность к химическим препаратам. В связи с этим в наших исследованиях в борьбе против *Tuta absoluta* были использованы биологический препарат - Актарофит, энтомофаг - *Trichogramma achaeae* и феромоновые ло-

вушки, что в свою очередь позволят своевременно обнаружить лет бабочек *Tuta absoluta* и вовремя провести защитные мероприятия.

Эффективность защиты томатов от томатной моли и др. вредителей зависит от своевременного и качественного проведения комплекса мер борьбы и защиты. Опыты, проведенные нами в полевых условиях, показали эту эффективность наглядно. К сожалению, в 2022 году томатная моль и хлопковая совка уничтожили до 90-100% урожая открытого грунта во многих хозяйствах в Туркестанской области. Это связано с умением быстро вырабатывать устойчивость к инсектицидам у фитофагов. В Алматинской области многие хозяйства, которые возделывают томаты в открытом грунте, пострадали от повреждений хлопковой совки и южноамериканской томатной моли.

### Заключение

По полученным результатам в 2022 году важно отметить, что обработки биологическими препаратами и своевременный, неоднократный выпуск трихограммы против яиц с помощью беспилотных летательных аппаратов сдерживали популяцию фитофага на хозяйственно неощутимом уровне. Также хотелось бы отметить, что феромоновые ловушки являются ценным атрибутом интегрированной борьбы в комбинации с другими мерами защиты растений. Таким образом, основными элементами интегрированной системы защиты томатов от *Tuta absoluta* является использование феромоновых ловушек для сигнализации появления и массового отлова бабочек, применение

биологических препаратов, энтомофагов, при необходимости – малоопасных инсектицидов с помощью беспилотных летательных аппаратов.

Томатная моль полностью адаптировалась и в Алматинской области. В связи с потерями урожаев и несения колоссальных убытков, которые возрастают с каждым годом, есть вероятность, что фермеры перестанут возделывать овощную культуру в открытом грунте. Выработанная резистентность у насекомых, уже очевидна. В связи с этим, разработка мер борьбы против карантинного вредителя все еще остается очень актуальной

### Информация о финансировании

Статья подготовлена в рамках реализации ГФ молодых ученых МНВО РК, АР 09058127 «Совершенствование методов биологической борьбы против карантинного объекта – *Tuta absoluta* на основе БПЛА и энтомофагов в условиях юго-востока Казахстана» на 2021-2023 гг.

### Список литературы

- 1 Adilkhankyzy A., Integrated protection of tomato crops against *Tuta absoluta* in open ground conditions in the south-east part of Kazakhstan [Text] / Adilkhankyzy A., Alpysbayeva K., Naimanova B., Nurmanov B., Bashkarayev N., Uspanov A. // Online journal of Biological sciences. - 2022. - №22 (4). - P. 539-548
- 2 Harsimran Kaur Gill and Harsh Garg, Edited by Marcelo L. Larramendy and Sonia Soloneski [Text] / Pesticides: Environmental Impacts and Management Strategies, EBOOK. 2014.
- 3 Alime Bayindir Erol, Oktay Erdoğan & İsmail Karaca Effects of some bioinsecticides on the tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) [Text] / Egyptian Journal of Biological Pest Control. - 2021. - Vol. 31. - № 4. - P. 1-4.
- 4 Alimbekova, A., Sagitov, A., Duisembekov, B., Chadinova, A., Alpysbayeva K. Efficiency of using *macrolophus nubilus* H.S. for protecting tomatoes from major pests in the greenhouse conditions of South Kazakhstan [Text] / Agrivita, - 2021. - № 43(3). - P. 526–539.
- 5 Campos, Mateus R., Impact of low temperature and host plant on *Tuta absoluta* [Text] / Campos, Mateus R., Amiens-Desneux, Edwige, Bearez, Philippe, Soares, Marianne A., Ponti, Luigi, Biondi, Antonio, Harwood, James D., Harwood, James D. // Entomologia experimentalis et applicata. - 2021. - Vol.169(11). - P. 984-996.
- 6 Твердюков А.П., Никонов П.В., Ющенко Н.П. Биологический метод борьбы с вредителями и болезнями овощных культур в теплице [Текст] / Справочник. – М.: Колос, 1993. - С. 159.
- 7 Alpysbayeva K., Alimbekova, A., Adilkhankyzy, A., Sagitov, A. The influence of bioecological factors on the development of the Bracon during breeding under laboratory conditions [Text] / OnLine Journal of Biological Sciences. - 2021. -Vol. 21. - Issue 2. - P. 188–198.
- 8 N. R. Prasannakumar, N. Jyothi, S. Saroja & G. Ram Kumar. Relative toxicity and insecticide resistance of different field population of tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) [Text] / International Journal of Tropical Insect Science. -2021. - Vol. 41. - P. 1397–1405.
- 9 Молдашев А.Б, Методические рекомендации по установлению предельных (минимальных) размеров крестьянских хозяйств плодовоощной специализации в южном регионе Казахстана [Текст] / Молдашев А.Б, Сабирова А.И., Глушань Л.А., Нефедова Т.Г., Жакеев Б.А., Жумабеков М.Ж. // Алматы: КазНИИ экономики АПК и развития сельских территорий. - 2017. - С. 39.



10 Abichal Poudel and Karuna Kafle. Tuta absoluta; A Devastating Pest of Tomato: A Review [Text] / International Journal for Research in Applied Sciences and Biotechnology. - 2021. - Vol.8. - Issue-5. - P. 193-197.

11 Arati Joshi, Resham B. Thapa and Dharmendra Kalauni Integrated management of South American tomato leaf miner [Tuta absoluta (Meyrick)] [Text] / Journal of the Plant Protection Society. -2018. - Vol.5. - P. 70-86.

12 Раваджех Ш.Х. Биологическая вредоносность и совершенствование мер борьбы против томатной минирующей моли Tuta absoluta (Meyrick) – в условиях Иордании [Текст]: Автореферат канд. ... биологических наук. - М.: РГАУ-МСХА. 2014. - 24 с.

13 Alfredo H.R. Feasible sampling plan for Tuta absoluta egg densities evaluation in commercial field tomato [Text] / Alfredo H.R.Gonring, Adriana H.Walerius, Mayara M.Picanço, Leandro Bacci, Julio C.Martins, Marcelo C.Picanço. // Crop Protection. - 2020. - Vol.136. 105239.

14 Saidov Nurali, Srinivasan Ramasamy, Mavlyanova Ravza, and Qurbonov Zulfiqor. First Report of Invasive South American Tomato Leaf Miner Tuta absoluta (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in Tajikistan [Text] / Florida Entomologist, -2018. - №101(1). - P. 147-149.

15 Прищепя Л.И., Войтка Д.В. Биологический контроль томатной минирующей моли [Текст] / Защита и карантин растений, - 2013. - № 4. - С. 39-42.

16 Твердюков А.П. и др. Биологический метод борьбы с вредителями и болезнями в защищенном грунте [Текст] / Справочник. - М., Колос, 1993. - С.159.

## References

1 Adilkhankyzy A., Alpysbayeva K., Naimanova B., Nurmanov B., Bashkara-yev N., Uspanov A. Integrated protection of tomato crops against Tuta absoluta in open ground conditions in the south-east part of Kazakhstan [Text] / Online journal of Biological sciences. - 2022. - №22(4). - P. 539-548

2 Harsimran Kaur Gill and Harsh Garg, Edited by Marcelo L. Larramendy and Sonia Soloneski [Text] / Pesticides: Environmental Impacts and Management Strategies, EBOOK, 2014.

3 Alime Bayindir Erol, Oktay Erdoğan & İsmail Karaca Effects of some bioinsecticides on the tomato leaf miner, Tuta absoluta (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) [Text] / Egyptian Journal of Biological Pest Control. - 2021. - Vol. 31. - № 4. -P. 1-4.

4 Alimbekova, A., Efficiency of using macrolophus nubilus H.S. for protecting tomatoes from major pests in the greenhouse conditions of South Kazakhstan [Text] / Alimbekova, A., Sagitov, A., Duisembekov, B., Chadinova, A., Alpysbayeva K. // Agrivita, - 2021. - №43(3). - P. 526–539.

5 Campos, Mateus R., Impact of low temperature and host plant on Tuta absoluta [Text] / Campos, Mateus R., Amiens-Desneux, Edwige, Bearez, Philippe, Soares, Marianne A., Ponti, Luigi, Biondi, Antonio, Harwood, James D., Harwood, James D. // Entomologia experimentalis et applicata. - 2021. - Vol. 169(11). - P. 984-996.

6 Tverdyukov A.P., Nikonov P.V., YUshchenko N.P. Biologicheskij metod bor'by s vreditelyami i boleznymi ovoshchnyh kul'tur v teplice [Text] / Spra-vochnik. – М.: Kolos, 1993. - S. 159.

7 Alpysbayeva K., Alimbekova, A., Adilkhankyzy, A., Sagitov, A. The influence of bioecological factors on the development of the Bracon during breeding under laboratory conditions [Text] / OnLine Journal of Biological Sciences. - 2021. -Vol. 21. - Issue 2. - P. 188–198.

8 N. R. Prasannakumar, N. Jyothi, S. Saroja & G. Ram Kumar. Relative toxicity and insecticide resistance of different field population of tomato leaf miner, Tuta absoluta (Meyrick) [Text] / International Journal of Tropical Insect Science. -2021. - Vol. 41. - P. 1397–1405.

9 Moldashev A. B., Metodicheskie rekomendacii po ustanovleniyu predel'nyh (minimal'nyh) razmerov krest'yanskih hozyajstv plodoovoshchnoj specializacii v yuzhnom regione Kazahstana [Text] / Moldashev A. B., Sabirova A.I., Glushan' L.A., Nefedova T.G., Zhakeev B.A., Zhumabekov M.ZH. // - Almaty: KazNII ekonomiki APK i razvitiya sel'skih territorij, 2017. - S. 39.

10 Abichal Poudel and Karuna Kafle. Tuta absoluta; A Devastating Pest of Tomato: A Review [Text] / International Journal for Research in Applied Sciences and Biotechnology. - 2021. - Vol.8. - Issue-5. - P. 193-197.

11 Arati Joshi, Resham B. Thapa and Dharmendra Kalauni Integrated man-agement of South American tomato leaf miner [Tuta absoluta (Meyrick)] [Text] / Journal of the Plant Protection Society. -2018. - Vol.5. - P. 70-86.

12 Ravadzhekh SH.H. Biologicheskaya vredonosnost' i sovershenstvovanie mer bor'by protiv tomatnoj miniruyushchej moli Tuta absoluta (Mayrick) – v usloviyah Iordanii [Text]: Avtoreferat kand. ... biologicheskikh nauk. - M.: RGAU-MSKHA. 2014. - 24 s.

13 Alfredo H.R.Gonring, Feasible sampling plan for Tuta absoluta egg densities evaluation in commercial field tomato [Text] / Alfredo H.R.Gonring, Adriana H.Walerius, Mayara M.Picanço, Leandro Bacci, Julio C.Martins, Marcelo C.Picanço. // Crop Protection, - 2020. - Vol.136. 105239.

14 Saidov Nurali, Srinivasan Ramasamy, Mavlyanova Ravza, and Qurbonov Zulfiqor. First Report of Invasive South American Tomato Leaf Miner Tuta absoluta (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in Tajikistan [Text] / Florida Entomologist, -2018. - №101(1). - P. 147-149.

15 Prishchepa L.I., Vojtka D.V. Biologicheskij kontrol' tomatnoj mini-ruyushchej moli [Text] / Zashchita i karantin rastenij, - 2013. - № 4. - S. 39-42.

16 Tverdyukov A.P. i dr. Biologicheskij metod bor'by s vreditelyami i boleznyami v zashchishchennom grunte [Text] / Spravochnik. - M., Kolos, 1993. - S. 159.

## **КАРАНТИНДІК ЗИЯНКЕС *TUTA ABSOLUTA*-МЕН КҮРЕСТЕ ҰШҚЫШСЫЗ ҰШУ АППАРАТЫН ПАЙДАЛАНУ**

***Успанов Алибек Маратович***

*Биология ғылымдарының кандидаты*

*«Ж.Жиембаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты» ЖШС*

*Алматы қ., Қазақстан*

*E-mail: u\_alibek@mail.ru*

*Алпысбаева Карлыгаши Азирбековна*

*PhD*

*«Ж.Жиембаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты» ЖШС*

*Алматы қ., Қазақстан*

*E-mail: erke07naz05@mail.ru*

*Әділханқызы Айнура*

*Ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі*

*«Ж.Жиембаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты» ЖШС*

*Алматы қ., Қазақстан*

*E-mail: adilhan\_ainura@mail.ru*

*Нурманов Бауыржан Батырханұлы*

*«Ж.Жиембаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты» ЖШС*

*Алматы қ., Қазақстан*

*E-mail: bauka\_92kzs@mail.ru*

*Башкараев Нурсұлтан Абдисапиевич*

*«Ж.Жиембаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты» ЖШС*

*Алматы қ., Қазақстан*

*E-mail: bashkaraev\_n@mail.ru*

## Түйін

Соңғы жылдары еліміздің оңтүстік-шығысында оңтүстік американдық қызанақ күйе көбелегінің жаппай көбеюі байқалады, бұл өнімділікті айтарлықтай төмендетеді және қызанақтың сапасын нашарлатады. Карантиндік зиянкестерге қарсы химиялық инсектицидтерді қолдану күтілетін нәтиже бермейді, өйткені *Tuta absoluta* белсенді заттардың көптеген топтарына төзімділікті қалыптастырды. Қызанақ дақылынан сапалы өнім алуға мүмкіндік беретін және қоршаған ортаға қауіпсіз қызанақ дақылын қорғаудың интегралды жүйесін әзірлеу өзекті мәселе болып табылады.

Пилотсыз ұшу аппараттарын қолдана отырып, қызанақ плантациясының фитосанитарлық жағдайы туралы ақпарат жинау үшін мультиспектрлі камерасы бар ҰҰА қолдана отырып, ашық далада қызанақ дақылдарын қашықтықтан зондтау сессиялары жүзеге асырылды. Алынған деректерді Agisoft Metashape Pro көмегімен өңдеу жүзеге асырылды, өрістердің сандық карталары және NDVI вегетациялық индекс карталары алынды.

Ақпаратты жинау мен өңдеуден басқа, агродрондар энтомофагтарды тарату үшін пайдаланылды. Бұл құрылғыда трихограммамен ластанған ситотрог жұмыртқаларын шашырату тек қосымша балласты – сусымалы материалды қолдану арқылы мүмкін болады. Агродрондардың көмегімен далалық жағдайда биологиялық өніммен жүргізілген емдеу нәтижелері бойынша келесі нәтижелер алынды: препараттың карантиндік зиянкестерге қарсы биологиялық тиімділігі 82,2% құрады.

Мақалада ашық алаңдағы қызанақты қорғау (биоагенттерді, биопрепараттарды енгізу) үшін ұшқышсыз ұшу аппараттарын қолдану деректері келтірілген. ҰҰА мен биологиялық құралдарды қолдана отырып, ашық алаңдағы қызанақты қорғаудың интегралды жүйесін әзірлеу болашақта ашық алаңда *Tuta absoluta* популяциясын бақылау мәселесін шешеді және экологиялық таза өнім алуды қамтамасыз етеді.

**Кілт сөздер:** *Tuta absoluta*; қызанақ; фитосанитарлық мониторинг; энтомофагтар; биологиялық препараттар; агродрон; NDVI.

## USE OF AN UNMANNED AERIAL VEHICLE IN THE CONTROL OF THE TUTA ABSOLUTA QUARANTINE PEST

*Uspanov Alibek*

*Cand. Sc. Biology*

*«Kazakh research Institute of plant protection and quarantine ZH. Zhiembayev» LLP*

*Almaty, Kazakhstan*

*E-mail: u\_alibek@mail.ru*

*Alpysbayeva Karlygash*

*PhD*

*«Kazakh research Institute of plant protection and quarantine ZH. Zhiembayev» LLP*

*Almaty, Kazakhstan*

*E-mail: erke07naz05@mail.ru*

*Adilkhankyzy Ainura*

*Master of Agricultural Sciences*

*«Kazakh research Institute of plant protection and quarantine ZH. Zhiembayev» LLP*

*Almaty, Kazakhstan*

*E-mail: adilhan\_ainura@mail.ru*

*Nurmanov Bauyrzhan*  
*«Kazakh research Institute of plant protection and quarantine ZH. Zhiembayev» LLP*  
*Almaty, Kazakhstan*  
*E-mail: bauka\_92kzs@mail.ru*

*Bashkarayev Nursultan*  
*«Kazakh research Institute of plant protection and quarantine ZH. Zhiembayev» LLP*  
*Almaty, Kazakhstan*  
*E-mail: bashkaraev\_n@mail.ru*

### **Abstract**

In recent years, in the south-east of the country, there has been a massive reproduction of *Tuta absoluta*, which significantly reduces the yield and deteriorates the quality of tomatoes. The use of chemical insecticides against a quarantine pest does not give the expected results since *Tuta absoluta* has developed resistance to many groups of active substances. An urgent problem is the development of an integrated tomato protection system that allows obtaining high-quality, safe tomato products, at the same time not polluting the environment.

The remote sensing sessions of tomato crops on the field using UAV with multispectral camera were carried out to collect information on phytosanitary condition of tomato plantation using unmanned aerial vehicles. The data obtained was processed using Agisoft Metashape Pro software, digital field maps and NDVI vegetation index charts were obtained.

In addition to collecting and processing information, agrodrons were used to scatter entomophages. The scattering of *Sitotroga* eggs infected with a trichogram is possible on this device only with the use of additional ballast – bulk material. According to the results of the biopreparation treatments carried out in field conditions with the help of agrodrons, the following results were obtained: the biological effectiveness of the drug against the quarantine pest was 82.2%.

The article presents data on the use of unmanned aerial vehicles for the protection (introduction of bioagents, biological products) of tomatoes of open ground. The development of an integrated system for the protection of tomatoes in the open ground using UAVs and biological agents will further solve the issue of controlling populations of *T. absoluta* on the field and provide ecologically clean production.

**Key words:** *Tuta absoluta*; tomatoes; phytosanitary monitoring; entomophages; biological preparations; agrodrome; NDVI.