

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭКСТРАКТА *Haplophyllum perforatum* ПРОТИВ *Tuta absoluta* И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТОМАТА

С.М. ТУРАЕВА[✉], Э.Р. КУРБАНОВА, У.Б. МАМАРОЗИКОВ, Н.К. ХИДИРОВА,
Р.П. ЗАКИРОВА

Томатная минирующая моль *Tuta absoluta* (Meyrick) (*Lepidoptera: Gelechiidae*), к естественному ареалу которой относятся страны Южной Америки, получило широкое распространение в странах Африки и Европы. С 2015 года вредитель был зарегистрирован и в Республике Узбекистан. Известно о развитии у него устойчивости ко многим химическим средствам защиты растений. Кроме того, пестициды могут в значительной степени изменять интенсивность метаболических процессов растений, в частности фотосинтеза, что снижает продуктивность и качество урожая. В этой связи интерес представляют растительные вещества, применение которых перспективно в защите растений. В настоящей работе впервые показана биологическая эффективность экстракта растения *Haplophyllum perforatum* в отношении личинки томатной минирующей моли в полевых условиях. Экстракт положительно влиял на содержание хлорофиллов в листьях томата и повышал общую площадь листовой поверхности. Целью нашей работы было изучение биологической эффективности растительного экстракта растения *Haplophyllum perforatum* и его комплекса с регулятором роста Учкун в отношении личинок *Tuta absoluta*, а также их влияния на физиологические показатели томата. Полевой эксперимент был проведен на участке фермерского хозяйства Super Garden (Ташкентская обл., Кибрайский р-н). Растения томата сорта ТМК-22 опрыскивали экстрактом *H. perforatum* и его композицией с регулятором роста Учкун, который разработан на основе полипренолов, выделенных из листьев хлопчатника. Также использовали инсектицид природного происхождения Проклэйм (Proclaim®), действующим веществом которого служит 5 % эмаектин бензоат («Syngenta Crop Protection AG», Швейцария). Рассадку высаживали 24 апреля 2020 года. Размещение делянок рандомизированное, повторность 4-кратная. Опрыскивание проводили в фазу начала цветения томатов при наличии на них вредителя с численностью не ниже экономического порога вредоносности. Схема опытов была следующей: контроль (вариант без обработки), эталон Проклэйм, 5 % (ВЭ-водорастворимая гранула, 0,4 кг/га), экстракт *H. perforatum*, 1,0 % (ВЭ-водная эмульсия, 0,4 кг/га), композиция — экстракт *H. perforatum*, 1,0 % + Учкун, 0,0001 % (ВЭ, 0,4 кг/га). Биологическую эффективность экстрактов оценивали по снижению численности личинок вредителя. За 1 сут перед обработкой, на 3-и, 7-е и 14-е сут после обработки учитывали личинок 1-2-го и 3-4-го возраста. Содержание хлорофиллов оценивали спектрофотометрическим методом. На протяжении периода вегетации учитывали биометрические показатели: площадь листовой поверхности, высоту растений, число листьев, цветков, плодов. Общую площадь листовой поверхности определяли весовым методом. Была выявлена высокая токсичность экстракта *H. perforatum* и его композиции с препаратом Учкун против томатной минирующей моли. Наибольшее снижение числа личинок вредителя наблюдалось на 7-е сут после опрыскивания томатов. На фоне увеличения численности в контроле эффективность экстракта в отношении личинок 1-2-го возраста составляла 87,1 %, 3-4-го возраста — 77,5 %. В вариантах с применением композиции (84,1 и 70,0 %) и инсектицида (87,0 и 70,0 %) эффективность была практически сопоставимой. Обработка растений исследуемыми растворами способствовала увеличению содержания фотосинтетических пигментов в поврежденных листьях. После воздействия экстрактом содержание хлорофилла а было выше контроля в 1,1 раза, хлорофилла b — в 1,8 раза, их суммы — в 1,5 раза, после обработки композицией количество хлорофиллов а и b превышало значения в контрольном варианте соответственно в 2,2 и 2,1 раза, их суммы — в 1,7 раза. Также происходило увеличение площади листовой поверхности: после обработки экстрактом *H. perforatum* показатели были выше контроля на 75,0 %, композицией — на 58,3 %, число листьев увеличивалось соответственно на 85,1 и 89,9 %. В варианте с применением экстракта число цветков составляло 8,3 шт/растение, плодов — 3,8 шт/растение, при обработке композицией — 8,9 и 4,1 шт/растение, в варианте с применением Проклэйм — 7,8 и 3,5 шт/растение, в контроле — всего 2,2 и 1,2 шт/растение. Таким образом, нами была показана возможность применения растительного экстракта *H. perforatum* в борьбе с томатной минирующей молью. Установлено, что при обработке растений композицией экстракта с регулятором роста наблюдается улучшение физиолого-биохимических показателей растений томата.

Ключевые слова: *Haplophyllum perforatum*, экстракт, *Tuta absoluta*, биологическая эффективность, фотосинтетические пигменты, площадь листовой поверхности, биометрические показатели.

Томат (*Lycopersicon esculentum* Mill., сем. *Solanaceae*) относится к числу наиболее широко культивируемых овощей в мире. Более половины мирового производства (56,71 %) сосредоточено в четырех странах. Китай остается ведущим производителем помидоров в мире (31,81 %), за ним следуют Индия (10,39 %), США (7,36 %) и Турция (7,12 %). Рост производства томатов в период с 2005 по 2016 год составил 29,08 % при среднегодовом темпе роста 3,14 % (1). В Республике Узбекистан под возделывание томатов отведено около 40 % площадей от посевов других овощных культур. В большом объеме продукция экспортируется за рубеж (2).

В последние годы в республике наблюдалось массовое распространение томатной минирующей моли *Tuta absoluta* (Meyrick) (*Lepidoptera: Gelechiidae*), что приводит к значительным потерям урожая томатов. Этот вид включен в перечень карантинных вредных организмов ЕОКЗР (Европейская и Средиземноморская организация по карантину и защите растений, ЕРРО European and Mediterranean plant protection organization) (3). После вторжения в Испанию в 2006 году он быстро распространился по всей Афроевразии и стал серьезной угрозой для мирового производства томатов (4). Появление *T. absoluta* в республике было подтверждено в теплицах и на открытых полях с 2015 года (5).

Повреждения по типу минирования, вызываемые личинками *T. absoluta* в мезофилле листьев, молодых побегов и плодов, резко снижают их фотосинтетическую способность, что приводит к сокращению числа образующихся спелых плодов, их величины и качества. Кроме того, из-за повреждений в ткани растений проникают вторичные патогенные микроорганизмы, в том числе гнилостные (сапрофитные грибы и бактерии), что приводит к осыпанию недозрелых и резкому снижению качества собираемых плодов, их коммерческой ценности и общему падению урожая (6).

Сообщалось о развитии устойчивости у *T. absoluta* к химическим веществам (7, 8), поэтому, несмотря на необходимость в улучшении защиты растений от этого вредителя, требуется сократить использование синтетических инсектицидных соединений (9).

Интенсификация сельского хозяйства, в особенности в развивающихся странах-экспортерах, приводит к широкому применению пестицидов, что отражается на качестве почвы, на популяции нецелевых организмов и на здоровье человека (10, 11). Пестициды могут в значительной степени изменять интенсивность метаболических процессов растений, в частности фотосинтеза, что приводит к снижению продуктивности и качества урожая (12-14). При этом существуют виды растений, обладающие токсическим действием в отношении насекомых-вредителей, которые можно использовать для получения биопрепаратов (15, 16). Ранее мы установили высокую инсектицидную активность экстракта *Haplophyllum perforatum* A. Juss (17, 18).

Известно, что для устранения негативного влияния различных стрессовых факторов используются регуляторы роста растений. Так, биостимулятор Учкун, разработанный в Институте химии растительных веществ им. академика С.Ю. Юнусова АН РУз, обладает стресс-протекторной активностью при культивировании растений в условиях засоления и дефицита воды (19-21).

В настоящей работе впервые показана биологическая эффективность экстракта растения *Haplophyllum perforatum* в отношении личинки томатной минирующей моли в полевых условиях. Экстракт положительно влиял на содержание хлорофиллов в листьях томата и повышал общую площадь листовой поверхности.

Целью нашей работы было изучение биологической эффективности растительного экстракта *Haplophyllum perforatum* и его комплекса с регулятором роста Учкун в отношении личинок *Tuta absoluta*, а также их влияния на физиологические показатели томата.

Методика. Полевой эксперимент был проведен на участке фермерского хозяйства Super Garden (Ташкентская обл., Кибрайский р-н). Растения томата сорта ТМК-22 опрыскивали экстрактом *H. perforatum* и его композицией с регулятором роста Учкун, который разработан на основе полипренолов, выделенных из листьев хлопчатника (19). Также использовали инсектицид природного происхождения Проклэйм (Proclaim®), действующим веществом которого служит 5 % эмаектин бензоат («Syn-genta Crop Protection AG», Швейцария) (22).

Для опытов растения томата сорта ТМК-22 высаживали на грядах гнездовым методом (23). Почва участка — серозем среднесуглинистый. Посев саженцев проводили 24 апреля 2020 года. Размещение грядок рандомизированное, повторность 4-кратная. Растения опрыскивали с помощью ранцевого пневматического опрыскивателя, расход рабочих растворов — 3 л/100 м². Опрыскивание проводили в фазу начала цветения томатов при наличии на них вредителя при численности не ниже экономического порога вредоносности. Во время проведения опытов температура составляла 30-34 °С, влажность воздуха 23-28 %, длина светового дня 15 ч.

Схема опытов была следующей: контроль (вариант без обработки), эталон Проклэйм, 5 % (ВРГ-водорастворимая гранула, 0,4 кг/га), экстракт *H. perforatum*, 1,0 % (ВЭ-водная эмульсия, 0,4 кг/га), композиция — экстракт *H. perforatum*, 1,0 % + Учкун, 0,0001 % (ВЭ, 0,4 кг/га).

Биологическую эффективность экстрактов оценивали по снижению численности личинок вредителя по формуле С.Ф. Henderson и Е.В. Tilton (формула W.S. Abbot с поправкой на контроль) (24):

$$C = \frac{nK (\text{до обработки}) \times nB (\text{после обработки})}{nK (\text{после обработки}) \times nB (\text{до обработки})} \times 100 \%,$$

где n — число личинок вредителей, B — опыт, K — контроль.

За 1 сут перед обработкой, на 3-и, 7-е и 14-е сут после обработки учитывали личинок 1-2-го и 3-4-го возраста в соответствии с методическими указаниями В.И. Долженко (25) и рабочей программой, составленной перед обработкой растений препаратами.

Содержание хлорофиллов оценивали спектрофотометрическим методом с помощью спектрофотометра V-5000 («Metash Instruments Co., Ltd.», Китай) (8). На протяжении периода вегетации учитывали биометрические показатели: площадь листовой поверхности, высоту растений, число листьев, цветков, плодов. Общую площадь листовой поверхности определяли весовым методом (26).

Математическую обработку полученных данных и расчет статистических параметров проводили с использованием пакета компьютерных программ Microsoft Excel 2016. Представлены средние значения показателей (M) и стандартные ошибки средних ($\pm SEM$). Для сравнения данных варианты опыта, объединенных по одному признаку, использовали одномерный однофакторный анализ. При оценке соотношения межгрупповой изменчивости применяли t -критерий Стьюдента для проверки нулевой гипотезы о равенстве средних для выборок — вариантов опыта для уровня значимости $p < 0,05$.

Результаты. Биологическая эффективность экстракта *H. perforatum* на 3-и сут в отношении личинок томатной минирующей моли

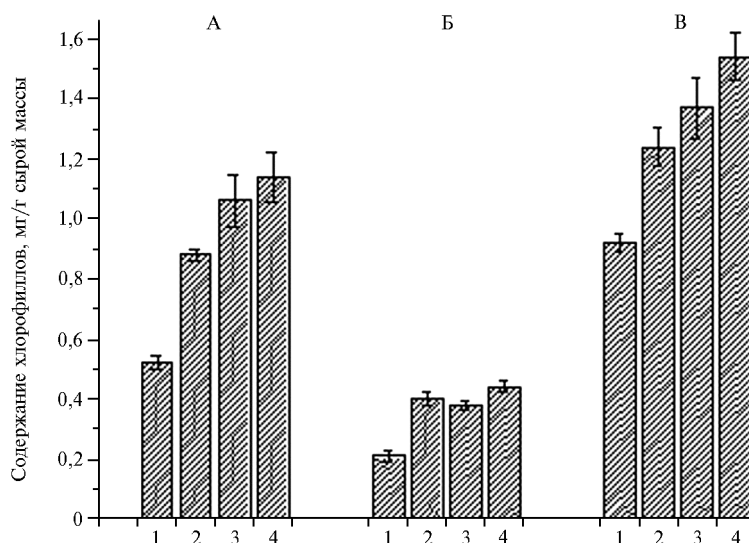
1. Биологическая эффективность экстракта растений *Haplophyllum perforatum* A. Juss и его композиции с регулятором роста Учкун против личинок *Tuta absoluta* (Meyrick) 1-2-го и 3-4-го возраста на посевах томата *Lycopersicon esculentum* Mill. сорта ТМК-22 ($n = 4$, $M \pm SEM$; Ташкентская обл., Кибрайский р-н, 2020 год)

Вариант	До обработки			После обработки, сут								
				3-и			7-е			14-е		
	1-2-й	3-4-й	всего	1-2-й	3-4-й	всего	1-2-й	3-4-й	всего	1-2-й	3-4-й	всего
Число личинок на одно растение, шт.												
Контроль (без обработки)	5,7±0,3	6,5±0,5	12,2±0,6	9,7±1,2	8,8±0,6	18,5±0,7	12,7±0,8	10,7±0,8	23,4±1,3	17,7±1,3	14,0±0,5	31,7±1,5
Проклэйм (эталон), 0,4 кг/га	6,5±0,9	4,0±0,2	10,5±0,9	2,4±0,5	1,3±0,2	3,7±0,4	1,9±0,5	1,8±0,3	3,9±0,5	3,2±0,5	2,9±0,8	6,1±0,9
Экстракт, 0,4 кг/га	6,2±0,9	5,4±0,6	11,6±0,5	2,0±0,4	1,2±0,0	3,2±0,3	1,8±0,2	2,5±0,4	3,8±0,3	3,4±0,5	3,0±0,6	6,4±0,1
Композиция, 0,4 кг/га	5,5±0,6	3,4±0,5	8,9±0,9	2,5±0,6	1,4±0,5	3,9±0,5	2,0±0,3	1,7±0,3	3,7±0,6	2,9±0,5	3,4±0,6	6,3±1,0
Биологическая эффективность, %												
Контроль (без обработки)												
Проклэйм (эталон), 0,4 кг/га				78,0	76,0	77,0	87,0	72,6	81,0	84,1	66,3	77,6
Экстракт, 0,4 кг/га				81,0	83,6	82,0	87,1	71,9	83,0	82,3	74,2	78,7
Композиция, 0,4 кг/га				73,3	69,6	71,1	84,1	70,0	78,3	83,0	53,6	73,0

T. absoluta 1-2-го возраста составила 81,0 %, 3-4-го возраста — 83,6 %. Эффективность композиции была несколько ниже — соответственно 73,3 и 69,6 %, инсектицида Проклэйм — 78,0 и 76,0 % (табл. 1).

Наибольшее снижение числа личинок вредителя мы наблюдали на 7-е сут. На фоне увеличения численности в контроле эффективность экстракта в отношении личинок 1-2-го возраста составляла 87,1 %, 3-4-го возраста — 77,5 %. В вариантах с применением композиции и инсектицида эффективность была практически сопоставимой (см. табл. 1). На 14-е сут после опрыскивания биологическая эффективность экстракта сохранялась (82,3 и 74,2 %), биологическая эффективность композиции в отношении личинок 1-2-го возраста оставалась высокой (83,0 %), 3-4-го возраста — снижалась (53,6 %).

Обработка растений томатов экстрактом *H. perforatum* способствовала значительному увеличению количества фотосинтетических пигментов: через 7 сут после обработки содержание хлорофилла а в листьях было в 1,1 раза выше (1,06 мг/мл, $p < 0,05$), чем в контроле, хлорофилла b — в 1,8 раза выше (0,38 мг/мл, $p < 0,05$), их сумма — в 1,5 раза выше (1,37 мг/мл, $p < 0,05$) (рис.).



Содержание хлорофилла а (А), хлорофилла b (Б) и суммы хлорофиллов (В) в листьях томата *Lycopersicon esculentum* Mill. сорта ТМК-22 после обработки: 1 — контроль (вариант без обработки), 2 — эталон Проклэйм, 5 %, 3 — экстракт *Haplophyllum perforatum* A. Juss, 1,0 %, 4 — композиция экстракт *H. perforatum*, 1,0 % + Учкун, 0,0001 % ($n = 4$, $M \pm SEM$; Ташкентская обл., Кибрайский р-н, 2020 год).

При использовании композиции количество фотосинтетических пигментов оказалось значительно выше. Содержание хлорофиллов а (1,14 мг/мл) и b (0,44 мг/мл) превышало таковое в контрольном варианте соответственно в 2,2 и 2,1 раза ($p < 0,05$), их суммы (1,54 мг/мл) — в 1,7 раза. Высокое содержание фотосинтетических пигментов в опыте с применением композиции, возможно, обусловлено синергетическим действием биологически активных веществ препарата Учкун в сочетании с веществами экстракта *H. perforatum*. За счет снижения численности вредителя после обработки инсектицидом Проклэйм также наблюдалось повышенное содержание хлорофилла по сравнению с контрольным вариантом: хлорофилла а (0,88 мг/мл) — в 1,7 раза ($p < 0,05$), хлорофилла b (0,40 мг/мл) — на 1,9 раза, их суммы (1,24 мг/мл) — в 1,3 раза ($p < 0,05$) (см. рис.).

Также из-за уменьшения численности личинок *T. absoluta* повышались темпы нарастания площади листовой поверхности в фазу бутонизации после опрыскивания растений экстрактом *H. perforatum* (105 см²/растение) и композицией (95 см²/растение), тогда как в контрольном варианте показатель составлял 60 см²/растение (табл. 2). Наиболее интенсивные темпы нарастания происходили в фазу начала плодообразования: в варианте с применением экстракта — 850 см²/растение, при использовании композиции — 855,3 см²/растение. В этих вариантах показатели значительно превышали контрольный (440 см²/растение) и эталонный (780 см²/растение). Уменьшение площади листовой поверхности к массовому созреванию плодов происходило главным образом за счет отмирания основной части листьев нижнего яруса (см. табл. 2).

2. Общая площадь листовой поверхности (см²) у растений томата *Lycopersicon esculentum* Mill. сорта ТМК-2 в разные фазы развития при обработке экстрактом растений *Haplophyllum perforatum* A. Juss. и его композицией с регулятором роста Учкун ($n = 4$, $M \pm SEM$; Кибрайский р-н, Ташкентская обл., 2020 год)

Вариант	Фаза развития				
	интенсивный рост	бутонизация	цветение	плодообразование	созревание плодов
Контроль (без обработки)	45,3±3,0	60,0±2,5	99,0±1,5	440,3±3,2	310,3±0,5
Проклэйм (эталон), 0,4 кг/га	49,0±2,0	89,0±1,0	165,0±3,7	780,0±3,2	615±3,0
Экстракт, 0,4 кг/га	55,3±1,5	105,0±2,5	255,0±3,0	850,0±3,7	650,3±1,5
Композиция, 0,4 кг/га	50,0±1,0	95±1,0	230±2,5	855,3±2,5	640,0±2,6

Опрыскивание растений экстрактом *H. perforatum* и его композицией с регулятором роста оказывали существенное воздействие на биометрические показатели растений томата. При обработке экстрактом высота растений была в 1,7 раза ($p < 0,05$) выше, чем в контроле, композицией — в 1,8 раза выше ($p < 0,05$) (табл. 3). По числу листьев эти варианты превышали контрольный соответственно в 1,8 и 1,9 раза ($p < 0,05$), и показатели были сопоставимы с результатами применения инсектицида. За счет снижения негативного влияния вредителей на развитие растений в опытных вариантах повышалось число цветков и плодов (см. табл. 3).

3. Биометрические показатели у растений томата *Lycopersicon esculentum* Mill. сорта ТМК-2 при обработке экстрактом растений *Haplophyllum perforatum* A. Juss. и его композицией с регулятором роста Учкун ($n = 4$, $M \pm SEM$; Ташкентская обл., Кибрайский р-н, 2020 год)

Вариант	Высота растений, см	Число листьев, шт.	Число цветков, шт.	Число плодов, шт.
Контроль	28,5±0,1	31,6±0,1	2,2±0,1	1,2±0,1
Проклэйм, 0,4 кг/га	35,6±0,1	58,7±0,0	7,8±0,1	3,5±0,0
Экстракт, 0,4 кг/га	49,5±0,1	58,5±0,1	8,3±0,0	3,8±0,1
Композиция, 0,4 кг/га	50,2±0,0	60,0±0,1	8,9±0,1	4,1±0,1

Устойчивость томатной минирующей моли к химическим средствам наблюдается повсеместно. В Бразилии, Чили и Аргентине снизилась эффективность Вертимека, а также некоторых фосфорорганических соединений и пиретроидов против вредителя (27). Для достижения успеха в борьбе с вредителем требуются многократные обработки пестицидами, что ускоряет отбор наиболее устойчивых особей в популяции вредителя. Препараты на основе карбаматов (Ланнат) и пиретроидов (Децис) способны вызывать быструю гибель имаго и гусениц (28). В настоящее время к эффективным средствам относятся Трейсер (спиносад), Пират (хлорфенапир), Актара (тиаметоксам), Эмперор (хлорпирифос, циперметрин), Корраген (хлорантранилипрол) (29, 30). В Испании используются новые орга-

нические средства фирмы «LIDA Plant Research» — Экотрин (Ecothrin®) и Акаридойл (Acaridoil®), предназначенные для борьбы с широким набором вредителей, включая *Tuta absoluta*. Это уникальное средство на основе пиретрина производится в форме микрокапсул, что обеспечивает ему большую персистентность и повышает эффективность в борьбе с вредителями. Акаридойл — препарат натурального происхождения на основе олеиновых кислот из оливкового масла (31).

Пример эффективного пестицида, изготавливаемого на основе азадирахтина из семян нима, — НимАцаль Т/С. Препарат как контактный и одновременно системный инсектицид хорошо действует на томатную минирующую моль. Биологическая эффективность азадирахтина (действующее вещество) против *Tuta absoluta* составляла 80,0 % (32-35).

В настоящей работе мы установили, что биологическая эффективность экстракта растения *Haplophyllum perforatum* против томатной минирующей моли в условиях открытого грунта достигала 87,1 %. В большей мере экстракт был токсичен против личинок 1-2-го возраста. Аналогичные данные получены при применении препаратов Фейм (флубендиамид), Дивипан, Талстар КЭ (бифентрин) и Трейсер, которые эффективны против молодых личинок до 5 мм (31).

Известно, что регуляторы роста растений могут оказывать влияние на все процессы роста и развития. Мы показали эффективность использования композиции экстракта *Haplophyllum perforatum* с регулятором роста Учкун: опрыскивание этим составом растений томата способствовало увеличению содержания фотосинтетических пигментов, площади листовой поверхности и количества плодоземелентов.

Таким образом, выявлена высокая токсичность экстракта *Haplophyllum perforatum* и его комплекса с регулятором роста Учкун против томатной минирующей моли *Tuta absoluta*. На 7-е сут после опрыскивания томатов экстрактом биологическая эффективность против личинок 1-2-го возраста составляла 87,1 %, 3-4-го — 77,5 %, композицией — соответственно 84,1 и 70,0 %. В поврежденных листьях содержание хлорофилла а после воздействия экстрактом было на 3,8 % выше контроля, хлорофилла b — на 80,9 %, их суммы — на 48,9 %, после обработки комплексом — соответственно на 119,2; 109,5 и 67,3 %. За счет снижения интенсивности повреждения листьев наблюдалось увеличение площади листовой поверхности: после обработки экстрактом *H. perforatum* показатели были выше контроля на 75,0 %, композицией — на 58,3 %, число листьев увеличивалось соответственно на 85,1 и 89,9 %. В варианте с применением экстракта число цветков составляло 8,3 шт/растение, плодов — 3,8 шт/растение, при обработке композицией — 8,9 и 4,1 шт/растение, в варианте с применением Проклейм — 7,8 и 3,5 шт/растение, в контроле — всего 2,2 и 1,2 шт/растение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Capobianco-Uriarte M.M., Aparicio J., De Pablo-Valenciano J., Casado-Belmonte M.P. The European tomato market. An approach by export competitiveness maps. *PLoS ONE*, 2021, 16(5): e0250867 (doi: 10.1371/journal.pone.0250867).
2. Абдуллаева Х.З., Назирова Г.О. Биоэкология томатной моли (*Tuta absoluta*) и меры борьбы. *Достижения науки и образования*, 2020, 14(68): 26-28.
3. European and Mediterranean Plant Protection Organization. Data sheets on quarantine pests: *Tuta absoluta*. *EPPO Bulletin*, 2005, 35: 434-435.
4. Biondi A., Guedes R.N.C., Wan F.H., Desneux N. Ecology, worldwide spread, and management of the invasive South American tomato pinworm, *Tuta absoluta*: past, present, and future.

Annual Review of Entomology, 2018, 63(1): 239-258 (doi: 10.1146/annurev-ento-031616-034933).

5. Маматов К. Томатная моль. *Сельское хозяйство Узбекистана*, 2016, 11: 37.
6. Равашдех Шариф Х.А.-А. *Биология, вредоносность и совершенствование мер борьбы против томатной моли — Tuta absoluta (Meyrick) — в условиях Иордании. Автореф. канд. дис. М.*, 2014.
7. Öztemiz.S. He tomato leafminer (*Tuta absoluta* Meyrick Lepidoptera: Gelechiidae) and it's biological control. *Turkish Journal of Zoology*, 2012, 15(4): 47-57.
8. Bielza P. Resistance to insecticides in *Tuta absoluta* (Meyrick). *Phytoma España*, 2010, 217: 103-106.
9. Birhan A.A. Tomato leafminer [(*Tuta absoluta* Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)] and its current ecofriendly management strategies: a review. *Journal of Agricultural Biotechnology and Sustainable Development*, 2018, 10(2): 11-24 (doi: 10.5897/JABSD2018.0306).
10. Soares W.L., de Souza Porto M.F. stimating the social cost of pesticide use: an assessment from acute poisoning in Brazil. *Ecological Economics*, 2009, 68(10): 2721-2728 (doi: 10.1016/j.ecolecon.2009.05.008).
11. Nicolopoulou-Stamati P., Maipas S., Kotampasi C., Stamatis P., Hens L. Chemical pesticides and human health: the urgent need for a new concept in agriculture. *Frontiers in Public Health*, 2016, 4: 148 (doi: 10.3389/fpubh.2016.00148).
12. Ефремов И.В., Быкова Л.А. Разработка методики оценки влияния гербицидов на фотосинтетический аппарат растительных тканей. *Вестник Оренбургского государственного университета*, 2004, 1: 125-129.
13. Тодоренко Д.А., Слатинская О.В., Нео J., Сейфуллина Н.Х., Radenović Č.N., Маторин Д.Н., Максимов Г.В., Фотосинтетические пигменты и фотохимическая активность фотосинтетического аппарата листьев кукурузы (*Zea mays* L.) под влиянием тиаметоксама. *Сельскохозяйственная биология*, 2020, 55(1): 66-76 (doi: 10.15389/agrobiology.2020.1.66rus).
14. Захаренко В.А. Защита растений в третьем тысячелетии. *Агрохимия*, 2000, 4: 84-93.
15. Chermenskaya T.D., Stepanycheva E.A., Shchenikova A.V., Chakaeva A.Sh. Insectoacaricidal and deterrent activities of extracts of Kyrgyzstan plants against three agricultural pests. *Industrial Crops and Products*, 2010, 32(2): 157-163 (doi: 10.1016/j.indcrop.2010.04.009).
16. Stepanycheva E.A., Chakaeva A.Sh., Savelieva E.I., Chermenskaya T.D. Aphicidal activity of substances from roots of *Ferula foetida* (Bunge) Regel. against grain aphid, *Schizaphis graminum* (Rondani). *Biopesticides International*, 2012, 8(1): 18-25.
17. Mamarozikov U.B., Babakulov H.M., Turaeva S.M., Zakirova R.P., Rakhmatov H.A., Abdullayev N.D., Khidyrova N.K. Constituent composition of the hexane fraction of the extract of *Haplophyllum perforatum* and its insecticidal activity. *Chemistry of Natural Compounds*, 2019, 55(3): 568-570 (doi: 10.1007/s10600-019-02746-z).
18. Тураева С.М., Мамарозиков У.Б., Хидирова Н.К., Закирова Р.П. Инсектицидная свойства экстракта *Haplophyllum perforatum*. *Защита и карантин растений*, 2019, 7: 47-48.
19. Шахидоятов Х.М., Хидирова Н.К., Маматкулова Н.М., Мусаева Г.В., Умаров А.А., Ниязметов У.Х., Каримов Р.К., Киктев М.М. *Способ получения биостимулятора. Патент РУз № IAP 04589 Заявл. 06.04.2012. Свидетельство № 1 а 522. Оpubl. 06.11.2012.*
20. Zakirova R.P., Elmuradov B.Zh., Khidyrova N.K., Sagdullayev Sh.Sh., Scientific and applied research in ICPS for agriculture: mini review. *Journal of Basic and Applied Research. Res.*, 2016, 2(4): 476-479.
21. Khidyrova N.K., Mamatkulova N.M., Kurbanova E.P., Ismailova K., Zakirova R.P., Khodjaniyazov Kh.U. Influence of an Uchkun preparation to some agricultural crops which are grown under unfavorable conditions. *International Journal Environmental & Agriculture Research*, 2016, 2(1): 102-108.
22. Taleh M., Dastjerdi H.R., Naseri B., Ebadollahi A., Garjan A.S., Jahromi K.T. Toxicity and biochemical effects of emamectin benzoate against *Tuta absoluta* (Meyrick) alone and in combination with some conventional insecticides. *Physiological Entomology*, 2021, 46(3-4): 210-217 (doi: 10.1111/phen.12360).
23. Доспехов Б.А. *Методика полевого опыта*. М., 1985: 160-164.
24. Henderson C.F., Tilton E.W. Tests with acaricides against the brow wheat mite. *Journal of Economic Entomology*, 1955, 48: 157-161.
25. Долженко В.И. *Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве*. М., 2009: 280.
26. Третьяков Н.Н., Карнаухова Т.В., Паничкин Л.А. и др. *Практикум по физиологии растений*. М., 1990: 261.
27. Siqueira H.Q.A., Guedes R.N.C., Picanco M.C. Insecticide resistance in populations of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Agricultural and Forest Entomology*, 2000, 2(2): 147-153 (doi: 10.1046/j.1461-9563.2000.00062.x).
28. Ижевский С.С., Ахатов А.К., Синёв С.Ю. Томатная минирующая моль выявлена уже в России. *Защита и карантин растений*, 2011, 3: 40-44.

29. Sawadogo M.W., Somda I., Nacro S., Legrève A., Verheggen F.J. Insecticide susceptibility level and control failure likelihood estimation of Sub-Saharan African populations of tomato leafminer: evidence from Burkina Faso. *Physiological Entomology*, 2020, 45(4): 147-153. (doi: 10.1111/phen.12332).
30. Kandil M.A.-H., Sammour E.A., Abdel-Aziz N.F., Adamy E.A.M., El-Bakry A.M., Abdelmaksoud N.M. Comparative toxicity of new insecticides generations against tomato leafminer *Tuta absoluta* and their biochemical effects on tomato plants. *Bulletin of the National Research Centre*, 2020, 44: 126 (doi: 10.1186/s42269-020-00382-0).
31. Tsolakis H., Ragusa S. Effects of a mixture of vegetable and essential oils and fatty acid potassium salts on *Tetranychus urticae* and *Phytoseiulus persimilis*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2008, 70(2): 276-282 (doi: 10.1016/j.ecoenv.2007.10.001).
32. Mordue A.J., Nisbet A.J. Azadirachtin from the neem tree *Azadirachta indica*: its action against insects. *Anais Sociedade Entomologica Brasil*, 2000, 29(4): 615-632 (doi: 10.1590/S0301-8059200000400001).
33. Pavela R., Barnett M., Kocourek F. Effect of azadirachtin applied systemically through roots of plants on the mortality, development and fecundity of the cabbage aphid (*Brevicoryne brassicae*). *Phytoparasitica*, 2004, 32: 286-294 (doi: 10.1007/BF02979823).
34. Mutegi D.M., Kilalo D.C., Kimenju J.W., Waturu C.N. Efficacy of Neem (*Azadirachta indica*) biopesticide against tomato leaf miner (*Tuta absoluta*) in greenhouse conditions. *RUFORUM Working Document Series*, 2018, 17(1): 939-945.
35. Pascual N., Marco M.-P., Bellés X. Azadirachtin induced imaginal moult deficiencies in *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Stored Products Research*, 1990, 26(1): 53-57 (doi: 10.1016/0022-474X(90)90037-S).

Институт химии растительных веществ АН РУз,
100170 Узбекистан, г. Ташкент, ул. Мирзо-Улутбек, 77,
e-mail: saidaicps@gmail.com ✉, ilichkakurbanova@mail.ru,
u_mamarozikov@inbox.ru, nhidirova@yandex.ru, ranozakirova@mail.ru

Поступила в редакцию
23 ноября 2021 года

Sel'skokhozyaistvennaya biologiya [Agricultural Biology], 2022, V. 57, № 1, pp. 183-192

BIOLOGICAL EFFICIENCY OF THE EXTRACT OF *Haplophyllum perforatum* AGAINST *Tuta absoluta* AND ITS INFLUENCE ON THE PHYSIOLOGICAL PROPERTIES OF TOMATO PLANTS

S.M. Turaeva✉, E.R. Kurbanova, U.B. Mamarozikov, N.K. Xidirova, R.P. Zakirova

Yunusov Institute of the Chemistry of Plant Substances, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent city, M. Ulugbek st. 77, 100170, Uzbekistan, e-mail saidaicps@gmail.com (✉ corresponding author), ilichkakurbanova@mail.ru, u_mamarozikov@inbox.ru, nhidirova@yandex.ru, ranozakirova@mail.ru

ORCID:

Turaeva S.M. orcid.org/0000-0001-7899-7136

Xidirova N.K. orcid.org/0000-0001-6309-0144

Kurbanova E.R. orcid.org/0000-0002-2944-0574

Zakirova R.P. orcid.org/0000-0002-2911-0571

Mamarozikov U.B. orcid.org/0000-0002-0887-4066

The authors declare no conflict of interests

Received November 23, 2021

doi: 10.15389/agrobiology.2022.1.183eng

Abstract

The tomato leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick) (*Lepidoptera: Gelechiidae*), whose natural range includes the countries of South America, has become widespread in Africa and Europe. Since 2015, the pest has been registered in the Republic of Uzbekistan. It is known to develop resistance to many chemical plant protection products. In addition, pesticides can significantly change the intensity of plant metabolic processes, in particular photosynthesis, which reduces the productivity and quality of the crop. In this regard, plant substances are of interest, the use of which is promising in plant protection. The present work, for the first time, shows the biological effectiveness of the application of the extract of the plant *Haplophyllum perforatum* against the larvae of the tomato leaf miner in the field. The extract had a positive effect on the content of chlorophylls in tomato leaves and increased the total leaf area of the plant. The aim of our work was to study the biological effectiveness of extract of the plant *Haplophyllum perforatum* and its complex with the growth regulator Uchkun against larvae *Tuta absoluta*, as well as their effect on the physiological parameters of tomato. The field experiment was carried out on the area farming facilities "Super Garden" (Tashkent region, Kibray district). Tomato plants of the TMK-22 variety were sprayed with an extract of *H. perforatum* and its composition with growth regulator Uchkun, which was developed on the basis of polyphenols isolated from cotton leaves. We also used the insecticide of natural origin Proclaim, the active substance of which is 5% emamectin benzoate (Syngenta Crop Protection AG). The seedlings were sown on April 24, 2020. The placement of the plots is randomized, in four repetitions.

Spraying was carried out in the phase of the beginning of flowering of tomatoes in the presence of pest numbers not lower than the economic threshold of harmfulness. The design of the experiments was as follows: control (option without treatment), standard Proclaim, 5 % (W.S.G-water-soluble granule, 0.4 kg/ha), extract of *H. perforatum*, 1.0 % (W.E-water emulsion, 0.4 kg/ha), composition — *H. perforatum* extract, 1.0 % + Uchkun, 0.0001 % (W.S.E, 0.4 kg/ha). The biological effectiveness of the extracts was evaluated by reducing the number of pest larvae. For 1 day before treatment, on days 3, 7 and 14 after treatment, larvae of the 1st-2nd and 3rd-4th instars were counted. The content of chlorophylls was estimated by the spectrophotometric method. During the growing season, biometric indicators were recorded: leaf surface area, plant height, number of leaves, flowers and fruits. The total leaf surface area was determined by the gravimetric method. We have revealed high toxicity of the *H. perforatum* extract and its composition with the Uchkun preparation against the tomato leaf miner. The greatest decrease in the number of pest larvae occurred on day 7 after spraying tomatoes. Against an increase in the number in the control, the effectiveness of the extract against larvae of the 1st-2nd instar was 87.1 %, of the 3rd-4th instar — 77.5 %. For the treatment with the composition (84.1 and 70.0 %) and the insecticide (87.0 and 70.0 %), the efficiency was almost comparable. Treatment of plants with the studied solutions contributed to an increase in the content of photosynthetic pigments in damaged leaves. After exposure to the extract, the content of chlorophyll a was higher than the control by 1.1 times, chlorophyll b — by 1.8 times, their sum — by 1.5 times, after treatment with the composition, the amount of chlorophyll a and b exceeded the control by 2.2 and 2.1 times, their sum — by 1.7 times. An increase in leaf surface area was also observed: after treatment with *H. perforatum* extract, the indicators were higher than the control by 75.0 %, with the composition — by 58.3 %, the number of leaves increased by 85.1 and 89.9 %, respectively. In the variant with the use of the extract, the number of flowers was 8.3 pcs/plant, fruits — 3.8 pcs/plant, when treated with the composition — 8.9 and 4.1 pcs/plant, with Proclaim — 7.8 and 3.5 pcs/plant, in the control — only 2.2 and 1.2 pcs/plant. Thus, we have shown the possibility of using the plant extract of *H. perforatum* against the tomato leaf miner. It has been established that treatment with a composition of *H. perforatum* extract with a growth regulator improves the physiological and biochemical parameters of tomato plants.

Keywords: *Haplophyllum perforatum*, extract, *Tuta absoluta*, biological effectiveness, photosynthetic pigments, leaf area, biometric parameters.