

УДК 615.322:582.998.

ВТОРИЧНЫЕ МЕТАБОЛИТЫ РАСТЕНИЙ *ACHILLEA MILLEFOLIUM* И *GOSSYPIUM HIRSUTUM L.* И ИХ БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОТИВ КРАСНОГО ПАУТИННОГО КЛЕЩА

© Р.П. Закирова*, Н.К. Хидырова, К.А. Эшбакова, Ш.О. Мелиева, Б.А. Ураков

Институт химии растительных веществ им. акад. С.Ю. Юнусова АН РУз,
ул. М. Улуғбека, 77, Ташкент, 100170 (Республика Узбекистан),
e-mail: ranozakirova@mail.ru

Биологическая активность вторичных метаболитов в отношении насекомых вредителей является слабоизученной областью научных исследований и открывает широкие возможности раскрытию многих аспектов теоретического и практического плана.

Цель работы – создание средства защиты растений от воздействия красного паутинного клеща комплексного действия на основе вторичных метаболитов тысячелистника обыкновенного *Achillea millefolium* (Asteraceae) и хлопчатника *Gossypium hirsutum L.* (Malvaceae).

Изучен химический состав надземной части растения *A. millefolium*, собранного в предгорных районах Ташкентской области Республики Узбекистан. Методом хромато-масс-спектрометрии был выявлен высокий выход эукалиптола (1,8-цинеол) – 37.71% от суммы экстракта. Методом высокоэффективной тонкослойной хроматографии установлено, что основным компонентом препарата Учкун являлась сумма полипренилгомологов с 10–12 изопреновыми звеньями, содержание которых достигало 69.5%. Другими составляющими экстракта являлись фитостеролы и токоферолы в количестве 30.5%. Установлен синергетический эффект при комбинировании монотерпеноидов растения тысячелистника обыкновенного и полипренолов препарата Учкун. Состав становится более эффективным, оказывая одновременно токсическое действие на красного паутинного клеща и дополнительно улучшая состояние фотосинтетического аппарата в поврежденных листьях растений огурцов. В результате проведенных работ показано, что при степени заражения растений в пределах 100–150 клещей на лист разработанный состав может заменить обработку химическим средством защиты – препаратом на основе абамектина – Вертимек.

Ключевые слова: *Achillea millefolium*, *Gossypium hirsutum L.*, *Tetranychus cinnabarinus* Boisduval, монотерпеноидные соединения, эукалиптол, биостимулятор Учкун, полипренолы, биологическая эффективность.

Введение

Вторичные метаболиты играют важную роль в регуляции всех жизненных циклов развития растений и участвуют в защитных механизмах при воздействии биотических и абиотических факторов [1]. Большой интерес представляют растения, накапливающие соединения с репеллентными, антифидантными, инсектицидными и акарицидными активностями [2, 3]. В последнее время большое внимание уделяется разработке способов защиты сельскохозяйственных культур с применением препаратов растительного происхождения. Важным их преимуществом является отсутствие вредного воздействия на окружающую среду и обрабатываемые растения при достаточно высокой токсичности по отношению к вредителям. Биологически активные

Закирова Рано Пулатовна – заведующая лабораторией,
e-mail: ranozakirova@mail.ru

Хидырова Назира Кудратовна – ведущий научный
сотрудник, e-mail: nhidirova@yandex.ru

Эшбакова Комила Алибековна – старший научный
сотрудник, e-mail: e_komila@yahoo.com

Мелиева Шохиста Олимовна – младший научный
сотрудник, e-mail: shohista.melieva@gmail.com

Ураков Барат Абдубакиевич – старший научный
сотрудник, e-mail: ubarat@mail.ru

вещества могут быть или непосредственно использованы в качестве средства защиты или служить основой для встречного синтеза и модификации активных молекул.

Красный паутинный клещ (*Tetranychus cinnabarinus* Boisduval) является одним из наиболее распространенных видов вредителей сельскохозяйственных культур, выращиваемых в теплицах [4].

* Автор, с которым следует вести переписку.

Повреждения, наносимые им, приводят к снижению продуктивности и ухудшению качества урожая. Паутинные клещи питаются содержимым клеток листьев растений, в результате чего появляются некротические участки, листья желтеют и усыхают, уменьшаются площадь и интенсивность фотосинтеза, растение ослабляется, становится более восприимчиво к любым инфекциям. Основным методом борьбы с вредителем является обработка химическими средствами защиты растений.

Из литературных источников известно об акарицидном действии эфирных масел различных видов растений [5, 6]. Токсическим действием на паутинного клеща обладают спиртовые экстракты хвои сосны обыкновенной или ели европейской, содержащие в своем составе α - и β -пиненов, камфена, лимонена, α - и β -кариофилленов, 1,2,3,4,5,6,7,8-октагидро-1,4-диметил-7-(1-метилэтилен) азулена [7].

Тысячелистник обыкновенный *Achillea millefolium* (Asteraceae) продуцирует широкий спектр биологически активных соединений. Растение является перспективным видом для использования его в качестве биопестицида [8, 9]. Данный вид широко распространен по всей территории Евразии, в Республике Узбекистан произрастает повсеместно.

Хорошо известно, что регуляторы роста растений способны повышать устойчивость растений к воздействию стрессовых факторов, в том числе способствуют повышению содержания хлорофилла в листьях растений. Разработанный в Институте химии растительных веществ АН РУз стимулятор роста растений Учкун получен на основе полиизопреноидов листьев хлопчатника *Gossypium hirsutum* L. (Malvaceae). В его состав входят такие биологически активные вещества, как α -токоферол, полипренолы, фитостеролы и др. Биостимулятор при норме расхода 5–10 г/т семян повышает урожайность многих сельскохозяйственных культур (хлопчатник, пшеница, огурцы, томат и др.) и защищает их от неблагоприятных условий (дефицит воды, засоленные почвы) [10–12].

Цель работы – создание средства защиты растений от воздействия красного паутинного клеща комплексного действия на основе вторичных метаболитов тысячелистника обыкновенного *Achillea millefolium* (Asteraceae) и хлопчатника *Gossypium hirsutum* L. (Malvaceae).

Экспериментальная часть

Растительное сырье тысячелистника обыкновенного было собрано в фазу цветения в июле 2016 г. в предгорных районах Ташкентской области Республики Узбекистан. Для получения водного экстракта измельченную надземную часть и соцветия помещали в стеклянные емкости, заливали водой в соотношении 1 кг на 10 л воды и кипятили в течение 3 ч при постоянном перемешивании и сгущали до 1 л. Полученный сгущенный экстракт разбавляли до 1.0% и 0.5% концентрации для опрыскивания растений огурцов.

Монотерпеноиды извлекали из полученного концентрата экстракционным бензином трехкратно. Выход объединенного экстракта составил 25 г. Его анализ проводили на газовом хроматографе Agilent 7890A GC с квадрупольным масс-спектрометром Agilent 5975C inert MSD в качестве детектора. Разделение компонентов проводили на кварцевой капиллярной колонке HP-5MS (30 м × 250 μ m × 0.25 μ m) в температурном режиме 50 °C (2 мин) – 10 °C/мин до 200 °C (6 мин) – 15 °C/мин до 290 °C (15 мин). Объем вносимой пробы 0.2 μ (гексан), скорость потока подвижной фазы – 1.3 мл/мин. Компоненты идентифицировали на основании сравнения характеристик масс-спектров с данными электронных библиотек W8N05ST.L и NIST08L.

С целью получения биостимулятора Учкун сбор листьев хлопчатника «Келажак» провели в Ташкентской области в фазу созревания в сентябре 2016 г. Биологически активные вещества извлекали 96%-ным этиловым спиртом по методике [13].

Компонентный состав препарата определяли методом высокоэффективной тонкослойной хроматографии (ВЭТСХ, Camag, Швейцария). Для количественного определения полипренолов, α -токоферола и фитостеролов была использована система толуол : этилацетат – 19 : 1.

Элюирование проводили в стеклянной камере. В качестве стандарта использовали достоверные образцы полипренолов [13], ситостерина и α -токоферола выделенных ранее из листьев хлопчатника.

Для определения содержания компонентов были использованы пластинки фирмы Sorbfil HPTLC-AF-UV, размер 10×10. Условия снятия: расстояние от старта до финиша – 70.0 мм, высушивание на воздухе, температура 20–25 °C, время – 15 мин, расстояние между треками – 7.7 мм. Денситометрия проводилась при 200 нм с помощью TLC Scanner 3.

Изучение акарицидной активности экстракта тысячелистника обыкновенного проводили в теплице на огурцах сорта Инфинит. Зараженные вредителем растения опрыскивали 0.5 и 1% водным экстрактом *A. millefolium* L. в отдельности и в комплексе с включением биостимулятора Учкун в соотношении 500 : 1 и 1000 : 1. На 3-й и 7-й день после обработки проводили учеты. Токсичность в отношении красного паутинного клеща оценивали по числу погибших особей. В качестве эталона был использован Вертимек (0.2 л/га) 0.002% концентрации. Эффективность экстрактов определяли по формуле Аббота [14]. Опыты проводили в трехкратной повторности.

Содержание хлорофилла определяли спектрофотометрическим методом [15]. Полученные результаты исследований анализировали с использованием программного обеспечения Original Programm.

Обсуждение результатов

Результаты количественного содержания монотерпеноидов приведены в таблице 1. Согласно данным хромато-масс-спектрального анализа основными компонентами экстракта являлись: α -фелладрен; β -пинен; эукалиптол, 1,3-циклопентадиен, хризантенон, камфора, борнеол, борнилацетат; β -кариофиллен, гермакрен-D, β -эудесмол. Было выявлено, что в составе летучих компонентов *A. millefolium* произрастающего в Ташкентской области наблюдался высокий выход эукалиптола (1,8-цинеол) – 37.71% от суммы экстракта. Из литературных источников известно, что вещество в растениях *A. millefolium*, произрастающих в Российской Федерации не превышает 10% [16–18]. Для эукалиптола описана репеллентная и инсектицидная активности [19–21].

Ранее биостимулятор Учкун был получен из листьев хлопчатника линии Л-249 [10]. С целью установления биоэквивалентности состава препарата, выделенного из нового сорта Келажак, проведен качественный и количественный анализ. Впервые был выявлен детальный состав полиизопреноидов, где доминирующим компонентом являлся ундекапренол с содержанием 40.90%, общая сумма полипренилгомологов с 10–12 изопреновыми звеньями в препарате составляла 69.5%. Другие компоненты препарата – ситостеролы и токоферолы – 30.5% (табл. 2).

Растения с зараженностью паутинным клещом в пределах 100–150 особей на лист обрабатывали водным экстрактом *A. millefolium*. Было выявлено, что при опрыскивании 0.5% водным экстрактом биологическая эффективность была не высокой, на 3-й день составляла 48.5%, на 7 день – 54.3%, это ниже эталонных показателей с использованием акарицида Вертимек 0.002% концентрации («Сингента» Швейцария) на 43.3 и 44.9% соответственно. При обработке 1.0% экстрактом эффективность была выше и составляла на дни учета 72.8 и 78.9% соответственно и уступала акарициду на 19.0 и 10.3% (табл. 3).

Известно, что некоторые соединения, проявляя синергизм, усиливают активность друг друга. Исходя из этого, были подготовлены композиции экстракта растения *A. millefolium* и биостимулятора Учкун.

В результате испытаний было выявлено, что комплексный состав обладает более высокой акарицидной активностью, чем экстракт тысячелистника в отдельности. При воздействии смеси, включающего экстракт и биопрепарат в соотношении 500 : 1, биологическая эффективность составляла на 3 день 82.4%, на 7 – 87.4% и уступала показателям с использованием Вертимек соответственно на 9.4% и 12.8%. При опрыскивании экстрактом с добавлением биостимулятора в соотношении 1000 : 1 смертность была на дни учета практически на уровне эталонного варианта и составляла 92.8% и 97.5%.

Таблица 1. Состав летучих веществ из надземной части *Achillea millefolium*, % от суммы экстракта

Компонент	RT* (мин)	RI**	%
α -фелладрен	5.378	960	1.39
β -пинен	6.110	992	5.03
Эукалиптол	7.020	1034	37.71
1,3-циклопентадиен	8.335	1116	2.81
Хризантенон	8.575	1131	10.19
Камфора	8.883	1152	11.34
Борнеол	9.239	1176	4.37
Борнилацетат	10.973	1265	2.98
β -кариофиллен	12.867	1427	3.98
Гермакрен-D	13.691	1487	3.99
β -эудесмол	16.095	1651	4.09
Всего			87.88
Σ неидентиф.			12.12

*RT (мин) – время удерживания, **RI – индекс удерживания.

Таблица 2. Количественный состав основных компонентов биостимулятора Учкун, (ВЭТСХ, %)

Соединение	R _f *	Содержание в экстракте
α-Токоферол	0.58	1.75±0.03
Ситостерол	0.33	19.80±0.47
Декапренол	0.53	8.28±0.67
Ундекапренол	0.48	40.90±1.64
Додекапренол	0.45	20.28±0.03
Высшие спирты		9.05±0.085

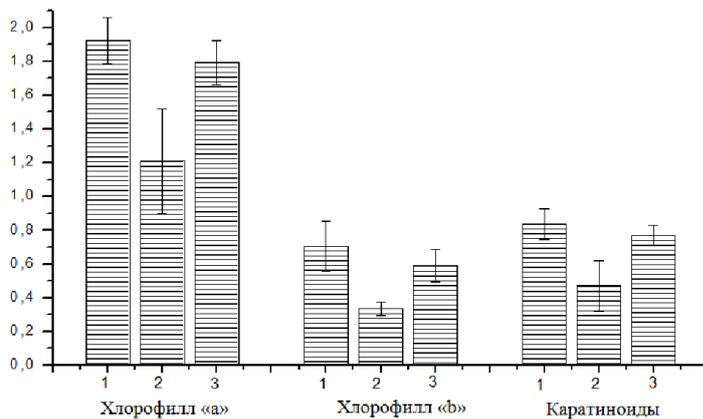
*Отношение расстояния, пройденного пятном, к расстоянию, пройденному растворителем стандартно.

Таблица 3. Биологическая эффективность предлагаемого комплексного состава в отношении красного паутинного клеща (*Tetranychus cinnabarinus* Boisduval)

Дни учета	Биологическая эффективность, %					
	Контроль	Вертимек (1.8% концентрат эмульсии) 0.002%	экстракт тысячелистника 0.5%	экстракт тысячелистника 0.5% с внесением Учкуна в соотношении 500 : 1	экстракт тысячелистника 1.0%	экстракт 1.0% с внесением Учкуна в соотношении 1000 : 1
3 день	–	91.8	48.5	82.4	72.8	92.8
7 день	–	99.2	54.3	87.4	78.9	97.5

Кроме того, в результате определения количественного содержания хлорофилла и каратиноидов в поврежденных листьях до и после обработки комплексным составом было выявлено, что вышеуказанная композиция улучшает состояние фотосинтетического аппарата.

Если в незараженных клещом листьях (контрольный вариант) концентрация хлорофилла «а» и «b» составляла 1.9 мг/г и 0.71 мг/г, то в необработанных и поврежденных была значительно ниже на 36.84% и 52.12% и составляла 1.2 мг/г и 0.34 мг/г соответственно (рис.). При обработке комплексным составом, включающим экстракт и биостимулятор в соотношении 1000 : 1, хлорофилла «а» было 1.79 мг/г, хлорофилла «b» – 0.59 мг/г и их содержание было ниже, чем в контрольных листьях всего на 5.8 и 16.9%, соответственно. Каратиноидов в поврежденных и не обработанных листьях было 0.47 мг/г, это ниже контрольных на 44.05%, тогда как после обработки этот показатель составлял 0.77 мг/г и уступал содержанию в контрольных листьях на 8.33%.



Содержание пигментов листьев огурцов на 7 сутки опыта, мг/г сырой массы: 1 – в здоровых листьях огурцов (контроль), 2 – в поврежденных, не обработанных листьях, 3 – в поврежденных и обработанных комплексным составом листьях. По вертикали содержание пигментов, мг/г сырой массы

Выводы

Методом хромато-масс-спектрометрии был установлен состав летучих веществ *A. millefolium*, произрастающего в Ташкентской области Республики Узбекистан. Выявлено, что основным компонентом является эукалиптол (1,8-цинеол), его содержание составляет 37.71%. Методом ВЭТСХ установлен состав биостимулятора Учкун, в его состав входит 69.5% полипrenoлов, а также 30.5% ситостеролов и токоферолов и высших спиртов..

Установлен синергетический эффект при комбинировании монотерпеноидов растения *A. millefolium* и полипrenoлов препарата Учкун. Состав становится более эффективным, оказывая одновременно токсическое действие на красного паутинного клеща и дополнительно улучшая состояние фотосинтетического аппарата в

поврежденных листьях растений огурцов. Состав при степени заражения в пределах 100–150 клещей на лист может заменить химическую обработку препаратом на основе абаемектина – Вертимек.

Список литературы

1. Лукнер М. Вторичный метаболизм у микроорганизмов, растений и животных. М.: Мир, 1979. 550 с.
2. Чакаева А.Ш. Перспективы использования растительных пестицидов // Агрехимический вестник. 2005. №2. С. 27–29.
3. Pavela R. The effect of commercial botanical insecticides from *Azadirachta indica* on *Tetranychus urticae* in Czech Republic // Proceeding of the international on greenhouse tomato. Avignon. France, 2003. Pp. 373–376.
4. Попов С.Я., Карачевцев З.Ю. Интегрированная оценка предпочтительности (отвергания) нестандартного пищевого источника паутиным клещом // Защита и карантин растений. 2013. №9. С. 28–29.
5. Cavalcanti S.C.H., Niculau E., Dos S., Blank A.F., Camara C.A.G., Araújo I.N., Alves P.B. Composition and acaricidal activity of *Lippia sidoides* essential oil against two-spot ted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) // Bioresour. Technol. 2010. Vol. 101. Pp. 829–832. DOI: 10.1016/j.biortech.2009.08.053.
6. Erdal S., Kamuran K., Soner S. Acaricidal activities of the essential oils from several medicinal plants against the carmine spider mite (*Tetranychus cinnabarinus* Bois.) (Acarina: Tetranychidae) // Ind. Crops Prod. 2010. Vol. 31(1). Pp. 107–112. DOI: 10.1016/j.indcrop.2009.09.009.
7. Патент № 2241333 (РФ). Способ защиты растений огурца от паутинового клеща / Т.Д. Черменская, Г.П. Иванова, Г.И. Сухорученко, В.Н. Буров / 10.12.2004.
8. Patent 2014006626 (WO). Novel pest repellents from plant extracts / Y.K. Kuperstein, Y.E. Menashe / 9.01.2014.
9. Asgar E., Ashouri Sh. Toxicity of essential oil isolated from *Achillea millefolium* L. *Artemisia dracunculus* L. and *Heracleum persicum* Desf. against adults of *Plodia interpunctella* (Hubner) (Lepidoptera Pylalidae) in Islamic Republic of Iran // Ecologia Balkanica Des. 2011. Vol. 3. N2. Pp. 41–48.
10. Патент № ИАР 20090160 (РУз). Способ получения биостимулятора / Х.М. Шахидоятов, Н.К. Хидырова, Н.М. Маматкулова, Г.В. Мусаева, У. Ниязметов, А.А. Умаров, Р.К. Каримов, М.М. Киктев / 24.07.2012.
11. 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. 2016. Vol. 2. N4. Pp. 464–469.
12. Кушаева Ф., Умаров А.А., Ниязметов У., Хидырова Н.К., Маматкулова Н.М., Шахидоятов Х.М. Биологическая оценка препарата Л-2 и его отдельных компонентов // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2005. №2. С. 13–15.
13. Zokirova U.T., Khidyrova N.K., Mamatkulova N.M., Khodjaniazov H.U., Shakhidoyatov Kh.M.. Polyprenols of Grape *Vitis vinifera* L. Leaves // International Journal Biochemistry Research & Review. 2013. Vol. 3(2). Pp. 97–106. DOI: 10.9734/IJBCRR/2013/2935.
14. Abbot W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide // J. Econ. Entomol. 1925. Vol. 18. N2. Pp. 265–267. DOI: 10.1093/jee/18.2.265a.
15. Практикум по физиологии растений / под ред. Н.Н. Третьякова. М., 1990. С. 86–94.
16. Калинин Г.И., Дембицкий А.Д., Березовская Т.П. Химический состав эфирных масел некоторых видов тысячелистника флоры Сибири // Химия растительного сырья. 2000. №3. С. 13–18.
17. Шаталина Н.В., Первышина Г.Г., Ефремов А.А., Гордиенко Г.П., Агафонова Е.А., Гончаров Д.В. Содержание некоторых биологически активных веществ в траве тысячелистника обыкновенного (*Achillea millefolium*), произрастающего в Краснодарском крае // Химия растительного сырья. 2002. №3. С. 13–16.
18. Покровская И.С., Мазова О.В., Апыхтин Н.Н., Племенков В.В. Хемотаксономия тысячелистника обыкновенного (*Achillea millefolium*) // Химия растительного сырья. 2009. №3. С. 85–88.
19. Bohlin L., Thorsell W., Tunon H. Mosquito repelling activity of compounds occurring in *Achillea millefolium* L. (Asteraceae) // Econ. Bot. 1994. Vol. 48. N2. Pp. 111–120. DOI: 10.1007/BF02908196.
20. Klocke J.A., Darlington M.V., Balandrin M.F. 1,8-Cineole (Eucalyptol), a mosquito feeding and ovipositional repellent from volatile oil of *Hemizonia fitchii* (Asteractat) // Journal of Chemical Ecology. 1987. Vol. 13. N12. Pp. 2131–2141.
21. Stara V., Zebra, Alzogaray R.A. Fumigant insecticidal activity and repellent effect of five essential oils and seven monoterpenes on first-instar nymphs of *Rhodnius prolixus* // Journal of Medical Entomology. 2009. Vol. 46 (3). Pp. 511–515.

Поступила в редакцию 11 апреля 2018 г.

После переработки 24 декабря 2018 г.

Принята к публикации 25 декабря 2018 г.

Для цитирования: Закирова Р.П., Хидырова Н.К., Эшбакова К.А., Мелиева Ш.О., Ураков Б.А. Вторичные метаболиты растений *Achillea millefolium* и *Gossypium hirsutum* L. и их биологическая эффективность против красного паутинового клеща // Химия растительного сырья. 2019. №2. С. 129–134. DOI: 10.14258/jcrpm.2019023990.

Zakirova R.P.*, Khidirova N.K., Eshbakova K.A., Melieva Sh.O., Urakov B.A. SECONDARY PLANT METABOLITES *ACHILLEA MILLEFOLIUM* AND *GOSSYPIUM HIRSUTUM* L. AND THEIR BIOLOGICAL EFFECTIVENESS AGAINST THE RED SPIDER MITE

Institute of Plant Chemistry them. Acad. S.Y. Yunusov AS RUz, ul. M. Ulugbeka, 77, Tashkent, 100170 (Republic of Uzbekistan), e-mail: ranozakirova@mail.ru

The biological activity of secondary metabolites with respect to pest insects is a poorly studied field of scientific research and opens wide possibilities for revealing many aspects of the theoretical and practical plan.

The aim of the work is to create a plant protection product against the effects of a red spider mite of complex action on the basis of secondary metabolites of yarrow *Achillea millefolium* (Asteraceae) and cotton *Gossypium hirsutum* L. (Malvaceae).

The chemical composition of the aerial part of the *A. millefolium* plant collected in the foothill areas of the Tashkent region of the Republic of Uzbekistan was studied. A high yield of eucalyptol (1,8-cineol) – 37.71% of the amount of the extract was revealed by chromatography-mass spectrometry. The method of high-performance thin layer chromatography revealed that the main component of Uchkun's preparation was the sum of polyprenyl homologs with 10–12 isoprene units, the content of which reached 69.5%. Other components of the extract were phytosterol and tocopherols in an amount of 30.5%. A synergistic effect was established in the combination of monoterpenoids of the yarrow plant of ordinary and polyprenols of Uchkun. The composition becomes more effective, having both a toxic effect on the red spider mite and further improving the state of the photosynthetic apparatus in damaged leaves of cucumber plants. As a result of the work carried out, it is shown that with a degree of infection of plants within the range of 100–150 pieces per sheet, the developed composition can replace the treatment with a chemical protective agent – a drug based on abamectin – Vertimec.

References

1. Lukner M. *Vtorichnyy metabolizm u mikroorganizmov, rasteniy i zhivotnykh*. [Secondary metabolism in microorganisms, plants and animals]. Moscow, 1979, 550 p. (in Russ.).
2. Chakayeva A.Sh. *Agrokhimicheskiy vestnik*, 2005, no. 2, pp. 27–29. (in Russ.).
3. Pavela R. *Proceeding of the international on greenhouse tomato*. Avignon. France, 2003, pp. 373–376.
4. Popov S.Ya., Karachevtsev Z.Yu. *Zashchita i karantin rasteniy*, 2013, no. 9, pp. 28–29. (in Russ.).
5. Cavalcanti S.C.H., Niculau E., Dos S., Blank A.F., Camara C.A.G., Araújo I.N., Alves P.B. *Bioresour. Technol.*, 2010, vol. 101, pp. 829–832, DOI: 10.1016/j.biortech.2009.08.053.
6. Erdal S., Kamuran K., Soner S. *Ind. Crops Prod.*, 2010, vol. 31(1), pp. 107–112, DOI: 10.1016/j.indcrop.2009.09.009.
7. Patent 2241333 (RU). 10.12.2004. (in Russ.).
8. Patent 2014006626 (WO). 9.01.2014.
9. Asgar E., Ashouri Sh. *Ecologia Balkanica Des.*, 2011, vol. 3, no. 2, pp. 41–48.
10. Patent IAP 20090160 (UZ). 24.07.2012. (in Russ.).
11. Zakirova R.P., Elmuradov B.Zh., Khidirova N.K., Sagdullayev Sh.Sh. *Journal of Basic and Applied Research*, 2016, vol. 2, no. 4, pp. 464–469.
12. Kushayeva F., Umarov A.A., Niyazmetov U., Khidirova N.K., Mamatkulova N.M., Shakhidoyatov Kh.M. *Doklady Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk*, 2005, no. 2, pp. 13–15. (in Russ.).
13. Zokirova U.T., Khidytova N.K., Mamatkulova N.M., Khodjaniyazov H.U., Shakhidoyatov Kh.M. *International Journal Biochemistry Research&Review*, 2013, vol. 3(2), pp. 97–106, DOI: 10.9734/IJBCRR/2013/2935.
14. Abbot W.S. *J. Econ. Entomol.*, 1925, vol. 18, no. 2, pp. 265–267, DOI: 10.1093/jee/18.2.265a.
15. *Praktikum po fiziologii rasteniy* [Workshop on plant physiology], ed. N.N. Tret'yakov. Moscow, 1990, pp. 86–94. (in Russ.).
16. Kalinkina G.I., Dembitskiy A.D., Berezovskaya T.P. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2000, no. 3, pp. 13–18. (in Russ.).
17. Shatalina N.V., Pervyshina G.G., Yefremov A.A., Gordiyenko G.P., Agafonova Ye.A., Goncharov D.V. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2002, no. 3, pp. 13–16. (in Russ.).
18. Pokrovskaya I.S., Mazova O.V., Apykhtin N.N., Plemenkov V.V. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2009, no. 3, pp. 85–88. (in Russ.).
19. Bohlin L., Thorsell W., Tunon H. *Econ. Bot.*, 1994, vol. 48, no. 2, pp. 111–120, DOI: 10.1007/BF02908196.
20. Klocke J.A., Darlington M.V., Balandrin M.F. *Journal of Chemical Ecology*, 1987, vol. 13, no. 12, pp. 2131–2141.
21. Stara V., Zebra, Alzogaray R.A. *Journal of Medical Entomology*, 2009, vol. 46 (3), pp. 511–515.

Received April 11, 2018

Revised December 24, 2018

Accepted December 25, 2018

For citing: Zakirova R.P., Khidirova N.K., Eshbakova K.A., Melieva Sh.O., Urakov B.A. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2019, no. 2, pp. 129–134. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.2019023990.

* Corresponding author.