

4.1.3. АГРОХИМИЯ, АГРОПОЧВОВЕДЕНИЕ, ЗАЩИТА И КАРАНТИН РАСТЕНИЙ  
(БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 632.937

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2023\_3\_69

EDN: QWJRZR

**Перспективы разработки биоцидного препарата на основе биологически активных веществ из борщевика Сосновского**Татьяна Алексеевна Рябчинская<sup>1✉</sup>, Лилия Леонидовна Яковлева<sup>2</sup>, Ирина Юрьевна Бобрешова<sup>3</sup><sup>1, 2, 3</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Рамонский район, Воронежская область, Россия<sup>1</sup> biometod@mail.ru✉

**Аннотация.** Борьба с вредителями сельскохозяйственных культур в условиях биологизированного растениеводства и органического земледелия затруднена из-за того, что ассортимент экологически безопасных инсектицидов недостаточно широк и представлен в основном микробиологическими препаратами. За исключением хвойных, недостаточно изучен локус видов растений, пригодных для создания биоцидных средств. Цель представленных исследований состояла в оценке инсектоакарицидной активности экстрактов биологически активных веществ из борщевика Сосновского и установлении возможности создания на их основе биоцидного средства. В настоящее время борщевик Сосновского является одним из самых злостных сорняков и занимает большие пространства в природных ценозах многих регионов России. Исследования проведены в лабораторных условиях. В качестве тест-объектов служили различные виды тлей, колорадский жук (личинки) и обыкновенный паутинный клещ. Испытывали разные виды экстрактов с различным содержанием биологически активной композиции веществ, а также образцы препаративных форм, разрабатываемых на основе данного растения. Использованы общепринятые методики определения биологической эффективности биоцидных средств при проведении энтомологических исследований. В экспериментах получены данные, свидетельствующие о снижении эффективности с повышением концентрации биологически активных веществ в экстрактах, определено оптимальное соотношение экстрагента и сухого биоматериала. Высокая эффективность образцов экстрактов и препаративных форм на основе борщевика отмечена в отношении сосущих членистоногих. Биологическая эффективность отдельных образцов в качестве акарицидного средства находилась на уровне эталонных препаратов группы авермектинов (Вертимек и Фитоверм) и достигала 95–100%, против отдельных видов тлей была на уровне 90%. Против личинок колорадского жука испытанные препаративные формы не показали достаточной эффективности. В результате исследований были отобраны лучшие варианты для проведения дальнейших исследований в полевых условиях.

**Ключевые слова:** инсектицидный препарат, биоцидное действие, экстракты растений, смертность насекомых, биологическая эффективность, борщевик Сосновского

**Для цитирования:** Рябчинская Т.А., Яковлева Л.Л., Бобрешова И.Ю. Перспективы разработки биоцидного препарата на основе биологически активных веществ из борщевика Сосновского // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16, № 3(78). С. 69–86. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_3\\_69-86](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_3_69-86).

4.1.3. AGRICULTURAL CHEMISTRY, AGRONOMIC SOIL SCIENCE,  
PROTECTION AND QUARANTINE OF PLANTS (BIOLOGICAL SCIENCES)

Original article

**Prospects for the development of biocidal preparation based on biologically active substances from *Heracleum sosnowskyi***Tatiana A. Ryabchinskaya<sup>1✉</sup>, Liliya L. Yakovleva<sup>2</sup>, Irina Yu. Bobreshova<sup>3</sup><sup>1, 2, 3</sup> All-Russian Research Institute of Plant Protection, Ramonsky District, Voronezh Oblast, Russia<sup>1</sup> biometod@mail.ru✉

**Abstract.** Pest control of agricultural crops in the conditions of biologized crop production and organic farming is impeded due to the fact that the range of environmentally friendly insecticides is not wide enough and is mainly represented by microbiological preparations. With the exception of conifers, the locus of plant species suitable for the creation of biocidal agents has not been sufficiently studied. The objective of the presented research was to assess the insecticidal activity of extracts of biologically active substances derived from *Heracleum sosnowskyi*

and to establish the possibility of creating a biocidal agent on their basis. At present *Heracleum sosnowskyi* is one of the most aggressive weeds and occupies large areas in the natural cenoses of many regions of Russia. The research was performed in laboratory conditions. Test objects included various aphid species, Colorado potato beetle (larvae) and twospotted spider mite. Different types of extracts with different content of biologically active composition of substances were tested, as well as samples of preparative forms developed on the basis of the studied plant. The authors used conventional methods for determining the biological efficiency of biocidal agents in entomological studies. It was found that highly concentrated extracts of biologically active substances had low efficiency. The optimal ratio of extractant and dry biomaterial was determined. High efficiency of samples of hogweed-based extracts and preparative forms was noted against sucking arthropods. The biological efficiency of individual samples as an acaricidal agent was at the level of reference preparations of avermectin group (Vertimec and Phytoverm) and reached 95-100%. The efficiency against individual aphid species reached 90%. The tested variants of preparative forms have not shown sufficient efficiency against the larvae of Colorado potato beetle. As a result of research, the authors have selected the most efficient variants for further field experiments.

**Key words:** insecticide preparation, biocidal effect, plant extracts, insect mortality, biological efficiency, *Heracleum sosnowskyi*

**For citation:** Ryabchinskaya T.A., Yakovleva L.L., Bobreshova I.Yu. Prospects for the development of biocidal preparation based on biologically active substances from *Heracleum sosnowskyi*. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2023;16(3):69-86. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_3\\_69-86](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_3_69-86).

**Введение**  
Исследования по созданию новых экологически безопасных средств защиты растений от вредных организмов в настоящее время приобретают особую значимость в связи с повышающимся во всем мире интересом к биологизации защиты растений и органическому земледелию. В данном аспекте большая роль принадлежит средствам на основе природных биологически активных веществ животного и растительного происхождения. Это направление в науке признано приоритетным. Особое значение имеют инсектицидные биопрепараты, поскольку до сегодняшнего дня ассортимент их недостаточен, данная группа представлена небольшим количеством микробиологических средств на основе различных микроорганизмов и их метаболитов.

На рубеже нового столетия в различных научных учреждениях стоял вопрос изучения возможности создания биоцидного препарата на основе растительных компонентов. Было изучено много видов растений на предмет содержания в них физиологически активных веществ, вызывающих токсическое действие на членистоногих [2, 20].

Особый интерес представляли инсектицидные средства на основе хвойных растений. Так, были созданы препараты серии «Хвойный» в форме концентрированных паст из зелени хвойных пород. Доказано их репеллентное действие по отношению к некоторым вредителям сада. Снижение поврежденности листьев и плодов яблони вредителями (чешуекрылые, пилильщики, тли, клещи) составляло 43–63% [19]. Во Всесоюзном институте биологической защиты растений на основе терпеноидов, выделяемых при технической обработке кориандра, был разработан препарат Биостат, который обладал комплексной биоцидностью как по отношению к членистоногим, так и возбудителям заболеваний. Полифункциональная биологическая активность препарата Биостат была продемонстрирована на многолетних плодовых культурах, винограде [7, 24, 25]. Однако препарат так и не был зарегистрирован в качестве биопестицида, и данные исследования были прекращены.

В условиях усиления интереса к биологическим средствам защиты растений от вредных членистоногих расширение ассортимента биологических инсектоакарицидов за счет препаратов растительного происхождения является весьма актуальной задачей сельскохозяйственной науки.

Среди многих видов растений, содержащих алкалоиды, фенольные соединения, терпеноиды и стероиды, являющиеся основными группами соединений, которые проявляют токсические свойства для представителей животного мира, наше внимание при-

влек борщевик Сосновского – кавказский, горнолесной, субальпийский вид, произрастающий в России в восточной части Большого Кавказа, Восточном и Юго-Восточном Закавказье. На Кавказе борщевик Сосновского произрастает в среднем и верхнем лесном поясе [10]. Данный вид культивировали на территории бывшего СССР как высокопродуктивное силосное растение в середине прошлого века [18]. Однако впоследствии выяснилось, что растение легко дичает и проникает в естественные экосистемы, практически полностью их разрушая, что явилось основной причиной исключения его из списка культивируемых растений. На Украине и в европейских странах он является инвазионным видом [10, 15]. В Белоруссии как опасное сорное растение занесен в Черную книгу [23].

Борщевик Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) из семейства Зонтичные (*Umbelliferae*), или Сельдерейные (*Apiaceae* Lindl.), представляет собой монокарпическое растение до 2,5–3,0 м высотой, мезофит, гелиофит, нитрофит, холодоустойчивый вид. Как правило, жизненный цикл его двулетний или многолетний (редко), когда растение может цвести до 3 лет. На одном растении образуется 3–5 боковых соцветий, редко 9–11, суммарно одно растение может дать порядка 20–35 тыс. плодов [18]. Плод у борщевиков – колонковый вислоплодик, распадающийся на два мерикарпия, которые и называют семенами.

Особенностью борщевиков является разнокачественность их мерикарпиев [21]. Далеко не все семена прорастают весной следующего года. В первый год обычно прорастает от 20 до 70%, на второй год – от 30 до 60% семян, не проросших в первый год. Некоторые мерикарпии могут прорасти лишь через 5–6 или даже 12–15 лет. Семена борщевиков имеют эфирномасличные каналы: как правило, два на вентральной (внутренней) и четыре – на дорзальной (наружной) стороне плодика [18]. У упавшего на землю плода за зиму оболочки сгнивают, а эфирные масла и смолы, содержащиеся в их секрете, и другие биологически активные вещества истекают на поверхность почвы. Сумма этих биологически активных веществ оказывает выраженное аллелопатическое (чаще ингибирующее, или тормозящее) действие на прорастание семян других видов растений. Тем самым создается чистая, не захваченная другими растениями зона вокруг семени борщевика, что обеспечивает ему бесконкурентное прорастание. Соответственно, происходит последующий захват территории, поскольку выделяемые борщевиками вещества также обладают ингибирующим эффектом, т. е. оказывают сильный аллелопатический эффект в природных и агроценозах [1].

Растения борщевика Сосновского предпочитают солнечные места с влажной плодородной почвой. Данный вид проявляет признаки сильного конкурента, формируя монодоминантные сообщества и вытесняя из захваченного местообитания другие виды растений. Попадая в луговые, а в редких случаях и лесные сообщества, борщевик легко вытесняет аборигенные виды. Сообщества с доминированием борщевика в естественных и антропогенных местообитаниях однообразны по флористическому составу, так как под пологом борщевика могут с небольшим обилием существовать лишь немногие теневыносливые виды [14]. Успешной инвазии способствуют: большая семенная продуктивность, высокая всхожесть семян, длительный срок сохранения их жизнеспособности, а также несинхронный ритм онтогенетического развития. У данного вида имеется несколько репродуктивных стратегий: вегетативная экспансия, сезонная регенерация, возобновление за счет банка семян и за счет многочисленных рассеиваемых семян, которые могут распространяться также во время паводка [13].

С химической точки зрения борщевик Сосновского обладает большим набором природных минеральных и биологически активных химических соединений. Он содержит около 10% сахаров, до 16% белков, дубильные вещества, альдегиды, кислоты, эфи-

ры, эфирное масло, глутамин, витамины С и Р, фолиевую кислоту, галатон, арабан, вещества кумаринового ряда, 17 аминокислот, макро- и микроэлементы. В 100 г свежих листьев и побегов содержится 12,6 мг железа, 1,2 мг меди, 2,6 мг марганца, 0,58 мг никеля, 1,9 мг титана, 2,8 мг бора [12]. Твердость растению придает лигнин, содержание которого в растении колеблется в пределах 20–30% [11].

Токсические свойства борщевика связаны с алкалоидами, тритерпеновыми сапонинами, флавоноидами, фуру- или фуранокумаринами. Фурукумарины вызывают фотодинамическую активность тканей, в результате которой резко повышается чувствительность кожи человека к солнечному излучению, приводящая к возникновению глубоких, труднозаживающих ожогов. При попадании фурукумаринов внутрь с пищей могут возникнуть галлюциногенные явления.

В состав зеленой массы борщевика входят разнообразные поверхностно активные вещества, растворимые и нерастворимые в воде. Экспериментально установлено, что в зависимости от избранного экстрагента в экстракты переходят те или иные группы соединений, содержащиеся в данном растительном сырье [5]. В органические экстракты переходят главным образом фурукумарины – кислородсодержащие гетероциклические биологически активные соединения. В экстрактах из листьев и молодых побегов борщевика обнаружено преобладание фурукумаринов псораленового ряда – псоралена, бергаптена, ксантотоксина [4]. Процесс извлечения фурукумаринов из стеблей, листьев и семян борщевика Сосновского представляет собой достаточно сложную задачу. Содержание фурукумаринов в борщевике значительно выше, чем в других зонтичных растениях.

Традиционно для выделения биологически активных веществ используют метод экстрагирования одним из известных растворителей. Чаще всего в качестве экстрагента применяют хлороформ, эфир и этиловый спирт. По данным разных авторов, в одном килограмме борщевика содержится от 4 до 8 г кумаринов, способных переходить в органический экстракт [4]. В органическом экстракте борщевика преимущественно присутствуют фурукумарины, а длинноцепочечные водорастворимые биополимеры (белки и пектины) отсутствуют [22]. Из фотосенсибилизирующих фурукумаринов в экстрактах борщевиков присутствуют псорален, бергаптен, ксантотоксин, императорин, изопимпинеллин [6].

Опубликованы данные о наличии у эфирных масел борщевика Сосновского антибактериального эффекта против грамположительных и грамм-отрицательных бактерий (*Escherichia*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Pseudomonas*, *Klebsiella*, *Salmonella*, *Citrobacter*, *Proteus*, *Enterobacter*, *Micrococcus*) и фитопатогенных бактерий (*Ervinia*, *Carotovora*); противогрибкового действия (дрожжеподобные грибы родов *Candida*, *Mucor*, фитопатогенные грибы родов *Aspergillus*, *Fusarium*); антивирусного эффекта против вирусов гриппа типа А и В; антигельминтной активности (дегельминтизация животных путем дачи нажировочного корма); противопаразитарного действия (фитотерапия животных) [11]. Кроме того, приводятся сведения о возможности переработки растительной массы этого растения в технический спирт, а также о перспективах использования в целлюлозно-бумажной промышленности для производства грубой бумаги и упаковочного картона.

Цель представленных исследований состояла в установлении инсектоакарицидных свойств борщевика Сосновского для создания на его основе природного средства для защиты растений от комплекса членистоногих вредителей. При этом не ставилось задачи выделения из экстрактов какого-либо химического соединения со специфическими токсическими свойствами. За действующее начало принимался весь комплекс экстрагированных биологически активных компонентов.

**Материалы и методы**

В предшествующих исследованиях было установлено, что одним из наиболее перспективных биопродуцентов инсектицидных веществ является борщевик Сосновского [16, 17]. В опытах изучали более 30 видов растений, потенциально обладающих биоцидной активностью.

Основной задачей настоящего исследования являлось испытание более 30 образцов препаративных форм, разработанных, в основном, на основе этаноловых экстрактов биологически активных веществ из борщевика Сосновского.

При изготовлении образцов препаративных форм использовали две технологии:

- ускоренную, когда экстракт готовили в течение 7-дневного выдерживания в термостате при температуре 40°;

- продолжительную, когда экстрагирование осуществляли в течение 30 дней при комнатной температуре, после чего жидкая фаза отфильтровывалась.

В отдельных случаях концентрацию действующих веществ доводили до максимально допустимого уровня, когда консистенция экстракта имела состояние текучей пасты или густой жидкости. Растительный материал использовали в сухом виде после естественного высушивания в помещении или при 30° в термостате. Измельчение растений до пылевидного состояния проводили в лабораторной электрической мельнице.

В 2021 г. были проведены рекогносцировочные исследования по установлению инсектоакарицидной активности борщевика Сосновского с использованием этаноловых экстрактов, в 2022 г. – испытания различных образцов препаративных форм на основе данного растения.

Поскольку основой данного ряда образцов препарата является спиртовая фракция, особой необходимости в добавлении консервантов к большинству образцов не было. Кроме того, был испытан ряд препаративных форм, изготовленных путем извлечения действующих веществ с использованием гидроглицериновых экстрагентов, как это делается в фармакологии [9]. В качестве антисептика в состав некоторых образцов добавляли консервант после повышения концентрации биоматериала до 25% и более, поскольку в отдельных случаях основная часть экстрагента после фильтрации поступала в отход. Во все образцы вводилось поверхностно активное вещество в качестве прилипателя (10% от массы).

Таким образом, варианты апробированных образцов препаратов на основе разных растений отличались содержанием экстрагируемого действующего начала, технологией извлечения токсикантов, наличием консервирующих веществ.

При проведении испытаний в качестве тест-объектов использовали большую группу таких видов тлей, как:

- бобовая (или свекловичная) – *Aphis fabae* Scopoli;
- вишневая – *Myzus cerasi* Fabricius;
- гелихризовая – *Brachycaudus helichrysi* Kalt.;
- грушево-зонтичная – *Anuraphis pyrilaseri* Shaposhnikov;
- зеленая розанная – *Macrosiphum rosae* L.;
- зеленая яблонная – *Aphis pomi* De Geer;
- капустная – *Brevicoryne brassicae* L.;
- кизиловая – *Anoecia corni* F.;
- крыжовниковая побеговая – *Aphis grossulariae* Kalt.;
- сливовая опыленная – *Hyalopterus pruni* Geoffr.;
- черная калиновая – *Aphis viburni* Scopoli.

Из сосущих вредителей хорошим тест-объектом проявил себя обыкновенный паутинный клещ – *Tetranychus urticae* C.L. Koch.

Из листогрызущих вредных насекомых испытания проводили только на личинках колорадского жука – *Leptinotarsa decemlineata* Say.

Насекомых и клещей для лабораторных экспериментов собирали в природных станциях на разных видах культурных и сорных растений при условии достижения ими достаточно высокой плотности популяции.

Постановку опытов в лаборатории осуществляли по мере появления в природе того или иного вида членистоногих в уязвимой фазе развития.

При использовании инсектицидов на тлях очень важным фактором является хорошая прилипаемость препаратов, обеспечивающая проникновение токсиканта через внешнюю кутикулу, в большинстве случаев содержащую восковые покрытия. Чаще всего это качество покровов является наиболее важным фактором устойчивости насекомых к действию инсектицидов. В связи с этим в состав инсектицидного препарата вводили компонент, представляющий собой поверхностно активное вещество.

Оценку инсектицидного действия образцов экстрактов проводили в лабораторных условиях в чашках Петри по общепринятым методикам выявления инсектоакарицидного и других типов воздействия химических соединений на членистоногих [3, 8]. Обработку тест-объектов и частей растений (листья, веточки, соцветия) проводили микро-пульверизатором объемом 10 мл. На тлях и клещах эксперимент продолжали в течение 1–3 дней, пока части растений сохраняли в чашках Петри нормальное физиологическое состояние. Дно чашек выстилали фильтровальной бумагой и ежедневно смачивали водой. Количество тест-объектов в одной повторности составляло не менее 50 экз., при работе с личинками колорадского жука 1–3 возрастов – 10 экз. Повторность вариантов – 4–5-кратная. Контроль – обработка водой. В отдельных опытах в качестве эталонов использовали известные инсектицидные препараты группы авермектинов: Вертимек, КЭ и Фитоверм, КЭ. Биологическую эффективность образца определяли по гибели учетных особей в каждой повторности, принимая во внимание естественную смертность особей в контроле и используя следующую формулу:

$$C = \frac{A - B}{100 - B} \cdot 100\%,$$

где  $C$  – биологическая эффективность, %;

$A$  – гибель насекомых в опыте, %;

$B$  – гибель насекомых в контроле, % [8].

Статистическую обработку полученных данных проводили методом дисперсионного анализа с использованием специальной программы компьютерного обеспечения.

При анализе того или иного препарата в качестве инсектицидного средства по результатам экспериментов необходимо учитывать степень варибельности достижения биологической эффективности, поскольку последняя находится в существенной зависимости от многих факторов (вид тест-объекта, вид растения), но в самой большей степени – от нормы применения препарата или концентрации рабочего раствора, которые и определяют результат. Анализируя данные проведенных опытов, мы приняли за удовлетворительную биоцидную активность препаративной формы показатель воспроизводимости, который определяли процентом экспериментов с результатом биологической эффективности выше среднего значения (60%),

#### **Результаты и их обсуждение**

В 2021 г. было доказано наличие инсектоакарицидных свойств у борщевика Сосновского. Для приготовления этаноловых экстрактов использовали измельченные свежие листья и стебли растения, масса которых при извлечении биологически активных компонентов составляла 20% при настаивании в лабораторных условиях в течение 1 месяца. Сначала были испытаны высокие концентрации рабочего раствора (4–5%) на грушево-

зонтичной гле. При смертности особей данного вида от 11 до 42% биологическая эффективность была на уровне 40% и ниже. При этом более высокие показатели эффективности были отмечены при использовании 70% этилового спирта, что позволило сделать вывод о недостаточном количестве токсичных веществ, вследствие чего была предпринята попытка их концентрирования путем выпаривания в термостате при температуре +60°. В опытах на том же тест-объекте при концентрации рабочего раствора 4% не удалось повысить эффективность экстрактов при увеличении исходной концентрации в 10–15 раз, причем существенно более эффективным показал себя экстракт на 96% этаноле.

Далее испытания были продолжены на обыкновенном паутином клеще при 4–5% концентрациях водного раствора (табл. 1).

**Таблица 1. Эффективность концентрированных экстрактов борщевика против обыкновенного паутинового клеща на огурце (концентрация рабочего раствора – 4%)**

№ п/п	Варианты	Концентрация этанола, %	Количество особей в эксперименте, экз.	Смертность, %	Биологическая эффективность, %
Опыт 1					
1	Вода (контроль)	–	612	7,4	–
2	Экстракт борщевика	70	317	35,3	30,2
3		70*	300	78,0	76,2
4		96	301	73,4	71,3
5		96*	311	82,0	80,6
НСР <sub>05</sub> = 5,2					
Опыт 2					
1	Вода (контроль)	–	392	17,1	–
2	Экстракт борщевика	70*	278	79,4	75,2
3		96	290	67,9	61,2
4		96*	392	68,8	62,3
5**		70*	222	61,2	53,1
6**		96	240	90,9	89,0
7**		96*	246	73,7	68,2
НСР <sub>05</sub> = 6,2					

Примечание: \* – экстракты упарены в 15 раз; \*\* – концентрация рабочего раствора составляет 5%.

В опыте 1 (концентрация рабочего раствора – 4%) отмечено, что увеличение содержания действующих веществ экстракта в 15 раз повысило биологическую эффективность экстракта на 70% этаноле более чем в 2 раза, а на 96% – не более чем на 10%. В опыте 2 сравнили аналогичные экстракты в двух концентрациях рабочего раствора – 4 и 5%. При применении экстракта на 96% этаноле (сконцентрированный по действующим веществам) с увеличением концентрации рабочего раствора отмечено повышение биологической эффективности более чем на 20%, в то время как при применении экстракта на 70% этаноле, наоборот, отмечено снижение эффективности – приблизительно на 20%.

Исходный 96% экстракт без концентрирования показал наибольший токсический эффект – 89%, который увеличился с повышением концентрации рабочего раствора почти на 30%. Таким образом, мы пришли к выводу, что упаривание экстракта не приводит к достаточно эффективному повышению его токсических свойств, возможно, из-за разрушения каких-то биоцидных соединений при нагревании. В результате было принято решение продолжить исследования с натуральным экстрактом на 70% этаноле. Данный экстракт в двух последующих экспериментах на паутином клеще оценили в 1% рабочей концентрации, которая аналогична регламенту используемого в качестве эталонного препарата Вертимек. Биологическая эффективность опытного образца составила соответственно 95,1 и 100%, при 100% эффективности эталонного варианта.

После установления высокой эффективности экстракта из борщевика на 70% этаноле на данном объекте была предпринята попытка снижения рабочей концентрации до 0,3%. В опыте 1 снижение концентрации рабочего раствора до 0,3% не повлияло на эффективность экстракта, которая была несущественной (на 4–5% ниже эталона). В опыте 2 биологическая эффективность опытного образца в 1% концентрации была существенно выше значений эталонного варианта (табл. 2). Аналогичные варианты со сниженной дозировкой экстракта были апробированы на зеленой розанной тле (табл. 3).

**Таблица 2. Биологическая эффективность 70% этанолового экстракта из борщевика Сосновского на паутинном клеще при различных концентрациях рабочего раствора**

№ п/п	Варианты	Концентрация рабочего раствора, %	Количество особей в эксперименте, экз.	Смертность, %	Биологическая эффективность, %
Опыт 1					
1	Вода (контроль)	–	333	14,3	–
2	Вертимек (эталон)	1,0	370	100	100
3	Борщевик Сосновского	1,0	350	96,0	95,3
4		0,5	372	96,5	95,9
5		0,3	324	95,2	94,4
НСР <sub>05</sub> = 7,2					
Опыт 2					
1	Вода (контроль)	–	365	5,5	–
2	Вертимек (эталон)	1,0	360	72,5	70,9
3	Борщевик	1,0	320	98,8	98,7
НСР <sub>05</sub> = 8,0					

Как следует из данных таблицы 2, снижение рабочей концентрации до 0,3% существенно не повлияло на биологическую эффективность образца препарата (94,4%), которая была практически на одном уровне с вариантом применения 0,5% раствора (95,9%) и незначительно уступала эталонному варианту (Вертимек, КЭ) (100%).

**Таблица 3. Эффективность образцов на основе исходных экстрактов растений против розанной тли на розах при различных рабочих концентрациях**

№ п/п	Варианты	Концентрация рабочего раствора, %	Количество особей в эксперименте, экз.	Смертность, %	Биологическая эффективность, %
1	Вода (контроль)	–	270	3,3	–
2	Вертимек (эталон)	1,0	279	93,5	93,5
3	Борщевик Сосновского	1,0	228	28,9	26,5
4		0,5	225	60,0	58,6
5		0,3	372	88,7	88,3
НСР <sub>05</sub> = 7,2					

Экстракт борщевика Сосновского был использован в ряде экспериментов по испытанию экстрактов разных растений на кизиловой тле, развивающейся на декоративном кустарнике дёрена. В эталонных вариантах использовали препараты Вертимек и Фитоверм (табл. 4).

Таблица 4. Биологическая эффективность 70% этанолового экстракта из борщевика Сосновского против кизиловой тли

№ п/п	Варианты	Концентрация рабочего раствора, %	Количество особей в эксперименте, экз.	Смертность, %	Биологическая эффективность, %
Опыт 1					
1	Вода (контроль)	–	322	14,9	–
2	Фитоверм, КЭ (эталон)	1,0	262	99,2	99,1
3	Борщевик Сосновского	1,0	432	80,6	77,2
НСР <sub>05</sub> = 6,2					
Опыт 2					
1	Вода (контроль)	–	517	26,5	–
2	Вертимек, КЭ	1,0	394	100	100
3	Борщевик Сосновского	1,0	354	100	100
4		2,0	276	88,0	83,7
НСР <sub>05</sub> = 7,2					
Опыт 3					
1	Вода (контроль)	–	390	11,4	–
2	Вертимек, КЭ	1,0	303	71,8	71,8
3	Борщевик Сосновского	1,0	364	84,6	84,6
НСР <sub>05</sub> = 8,3					

На капустной тле экстракт на основе борщевика показал высокий результат, его биологическая эффективность составила 92,5%, что, однако, на 7,5% ниже эталона – Вертимек, КЭ.

Таким образом, исследованиями было установлено наличие у борщевика Сосновского инсектоакарицидных свойств.

В 2022 г. работа в данном направлении была продолжена, и основной задачей являлась разработка препаративных форм для создания нового биоцидного препарата. В процессе исследований изготавливали различные образцы, отличие которых состояло в количестве действующей композиции, адьюванта (органический гель) и антисептического консерванта (при недостаточном содержании этилового спирта). Среди испытанных в качестве активирующих добавок и поверхностно активных веществ было апробировано 7 известных адьювантов. В результате эксперимента был отобран показавший наиболее высокую эффективность препарат, который добавляли во все испытываемые образцы в количестве 10%. Кроме того, были апробированы варианты, препаративные формы с использованием гидроглицериновых экстрактов. Все образцы были закодированы буквенно-цифровыми индексами.

На смородине испытали несколько образцов препаративных форм против многоядного сосущего вредителя – бобовой тли. Наиболее высокий результат при биологической эффективности 69,6% был получен после обработки листьев и насекомых образцом 1Б (экстрагент – этанол 96% концентрации) (табл. 5). Близким к данному эффекту можно считать образец 2Б на 70% этаноле, существенно от него не отличался вариант на гидроглицериновом экстракте.

**Таблица 5. Биологическая эффективность образцов инсектицидного препарата на основе борщевика Сосновского по отношению к бобовой тле на черной смородине (концентрация рабочего раствора – 1%)**

№ п/п	Варианты	Экстрагент	Количество особей в эксперименте, экз.	Смертность, %	Биологическая эффективность, %
1	Вода (контроль)	–	400	16,1	–
2	1Б	Этанол 96%	330	74,5	69,6
3	2Б	Этанол 70%	339	68,5	62,5
4	3Б	Этанол 40%	450	53,3	44,3
5	9Б	Вода, глицерин, консервант	219	66,9	60,5
НСР <sub>05</sub> = 6,3					

На черной смородине против крыжовниковой побеговой тли наибольшую эффективность показал образец 1 Б, который, однако, несущественно отличался от образца 2 Б. Близкий результат отмечен на варианте использования образца инсектицидного препарата на гидроглицериновом экстракте – 9Б (табл. 6). Образцы на более слабом спиртовом и водном экстрактах с добавлением консерванта были существенно менее токсичны для данного вида тлей.

**Таблица 6. Сравнительная биологическая эффективность образцов инсектицидного препарата на основе борщевика Сосновского по отношению к крыжовниковой побеговой тле на черной смородине (концентрация рабочего раствора – 1%)**

№ п/п	Варианты	Экстрагент	Количество особей в эксперименте, экз.	Смертность, %	Биологическая эффективность, %
1	Вода (контроль)	–	400	21,0	–
2	1Б	Этанол 96%	438	77,2	71,1
3	2Б	Этанол 70%	432	73,8	66,8
4	3Б	Этанол 40%	375	57,8	46,6
5	4Б	Вода, консервант	414	58,2	47,1
6	5Б		351	58,6	47,6
7	6Б		366	48,7	35,1
8	7Б*		318	53,3	40,9
9	9Б	Вода, глицерин, консервант	306	69,3	61,1
НСР <sub>05</sub> = 6,3					

Примечание: \* – содержание действующей композиции увеличено по сравнению с образцом 6Б на 50%.

Недостаточно высокая эффективность испытанных образцов, полученная в большинстве опытов, позволила предположить, что причиной этого может быть низкое содержание действующих веществ в препаративных формах, поэтому были сделаны отдельные образцы с увеличенным в 2 раза содержанием биологического материала при экстрагировании. Однако в серии экспериментов увеличение концентрации биоматериала при экстрагировании в 1,5–2,0 раза не привело к желаемому результату. Таким образом, был сделан вывод, что, как и при работе с экстрактами, для каждой препаративной формы необходим поиск оптимальной концентрации действующего начала. Такая работа была проведена. В таблице 7 представлены результаты одного из экспериментов на кизиловой тле, когда испытывали образцы препаративных форм на этаноле 70% экстракте при различном содержании действующих веществ. Биологическая эффективность в данном опыте варьировала от 48,2 до 97,2%. Эффекты действия 20% экстрактов по средней активности увеличивались не более чем на 8% по сравнению с низкоконцентрированными образцами, а дальнейшее увеличение содержания действующей композиции в 2,5 раза снижало инсектицидные свойства препарата на 10%. При этом в одних образцах эффективность усиливалась при более низкой концентрации рабочего раствора (8Б), в других – снижалась (14Б).

Таблица 7. Инсектицидная активность образцов препаративных форм при разных технологиях изготовления и концентрациях рабочего раствора (экстрагент – 70% этанол)

№ п/п	Варианты	Содержание биомассы при экстрагировании, %	Концентрация рабочего раствора, %	Смертность, %	Биологическая эффективность, %	Средняя эффективность, %
1	Вода (контроль)	–	–	0,9	–	–
3	8Б	10	0,5	68,1	67,8	58,0
4			1,0	48,7	48,2	
5	14Б	20	0,5	36,1	35,5	66,4
6			1,0	97,2	97,2	
7	15Б	20	0,5	82,2	81,3	83,5
8			1,0	85,8	85,7	
9	19Б	25	0,5	49,6	49,1	48,8
10			1,0	49,0	48,5	
НСР <sub>05</sub> = 6,2						

Далее представлены результаты испытаний наиболее активных образцов препаратов, показавших биологическую эффективность при смертности особей тест-объекта более 60%. Данные, полученные в лабораторных экспериментах на разных тест-объектах, показывают эффективность различных препаративных форм при обработке частей растений и подопытных особей рабочим раствором в концентрации 1%, хотя при более высоких концентрациях рабочего раствора (до 2–3%) в отдельных опытах иногда достигались достаточно высокие результаты. Однако такие дозировки требуют большого расхода препарата (как минимум 2–3 л/га, что технически можно реализовать только в хозяйствах населения).

Самой большой группой используемых тест-объектов являлись тли. Данная группа насекомых благодаря многим морфологическим (наличие воскового покрова, полиморфизм) и биологическим (высокая скорость онтогенеза и быстрая смена поколений, колониальный образ жизни, живорождение, смена хозяев) особенностям, при испытании средств защиты растений, как правило, показывают широкую вариабельность устойчивости к средствам защиты. Тем не менее в качестве целевой группы вредителей при регистрации средств защиты не требуется видовая идентификация. Вследствие этого, для получения более объективной оценки эффективности разрабатываемых биоцидов, желательно выявить токсическую активность опытных образцов на широком круге видов группы вредителей, что нам и удалось сделать при проведении экспериментов.

Как видно из таблицы 8, биологическая эффективность образцов в опытах варьировала в достаточно широких пределах. В частности, при использовании образца 10Б отмечена высокая эффективность против черной калиновой тли – до 92%, а в отношении вишневой и зеленой яблонной тлей – в пределах 64–70%. При этом эталонный вариант Вертимек стабильно обеспечивал эффект на уровне 95–97%. При использовании образца 2Б биологическая эффективность была на уровне 94% против бобовой тли, а против кизиловой тли – в пределах 62–84%. Варьирование эффектов может быть обусловлено также структурными изменениями популяции отдельного вида. В целом по результатам всех проведенных опытов на группе тлей была проанализирована воспроизводимость результатов у основных наиболее активных образцов препаративных форм (рис. 1).

Таблица 8. Эффективность различных образцов препаративных форм биопрепарата при оценке на различных видах тлей (лабораторные опыты, концентрация рабочего раствора – 1%)

Вредный объект	№ опыта	Препаративная форма	Основные характеристики экстракта	Смертность, %	Биологическая эффективность, %	НСР <sub>05</sub> , %
Черная калиновая тля	1	Вода (контроль)	–	9,8	–	5,0
		Вертимек (эталон)	–	97,5	97,2	
		8Б	Этанол 70% (ферментирован)	81,7	79,7	
		10Б	Этанол 70%, глицерин, консервант	93,0	92,2	
Зеленая яблонная тля	2	Вода (контроль)	–	21,0	–	6,2
		Вертимек (эталон)	–	96,2	95,2	
		10Б	Этанол 70%, глицерин, консервант	76,4	70,1	
Вишневая тля	3	Вода (контроль)	–	17,5	–	6,4
		Вертимек (эталон)	–	97,0	96,4	
		8Б	Этанол 70% (ферментирован)	75,3	70,0	
		10Б	Этанол 70%, глицерин, консервант	69,30	62,8	
Бобовая тля	4	Вода (контроль)	–	1,5	–	6,5
		Вертимек (эталон)	–	100	100	
		2Б	Этанол 70%	94,1	94,0	
Кизиловая тля	5	Вода (контроль)	–	–	6,1	5,3
		2Б	Этанол 70%	65,8	63,6	
		21Б	Вода, консервант	72,6	70,8	
	6	20Б	–	98,6	98,5	5,2
		2Б	Этанол 70%	65,8	63,6	
		21Б	Вода, консервант	72,6	70,8	
		25Б	Этанол 96% вода, консервант	71,5	69,7	
	7	25Б (а)*	Этанол 96%, вода, консервант	79,6	78,3	6,3
		Вода (контроль)	–	0,9	–	
	8	2Б	Этанол 70%	62,5	62,1	6,2
		Вода (контроль)	–	5,8	–	
	9	2Б	Этанол 70%	84,4	83,9	5,8
		1Б	Этанол 96%	96,6	96,5	
13Б		83,1		82,5		
20Б		98,6		98,5		
Вода (контроль)		–	3,0	–		

Примечание: \* – длительное экстрагирование при комнатной температуре в течение 30 дней.

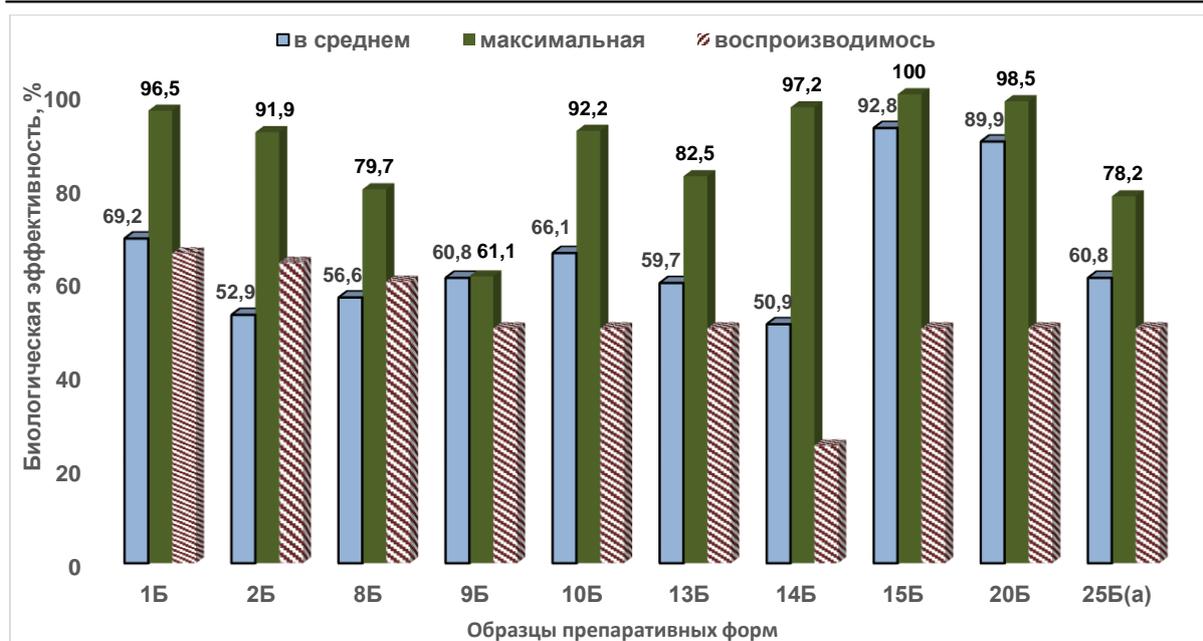


Рис. 1. Биологическая эффективность и воспроизводимость действия образцов на основе борщевика Сосновского по отношению к группе тлей

Из образцов на основе борщевика Сосновского 6 препаративных форм показали эффективность более 90%, в отдельных случаях – на уровне химического эталона Вертимек. Однако по воспроизводимости результата как наиболее важного показателя универсальности и активности действия препарата предпочтителен образец 1Б, два других образца (15Б и 20Б) показали хорошие усредненные результаты, но по воспроизводимости уступали предыдущему, что вызывает необходимость их более тщательной проверки. Три образца признаны перспективными для проведения дальнейших исследований.

В отношении акарицидного действия испытываемых образцов также нужно отметить вариабельность показателя биологической эффективности (рис. 2, табл. 9).

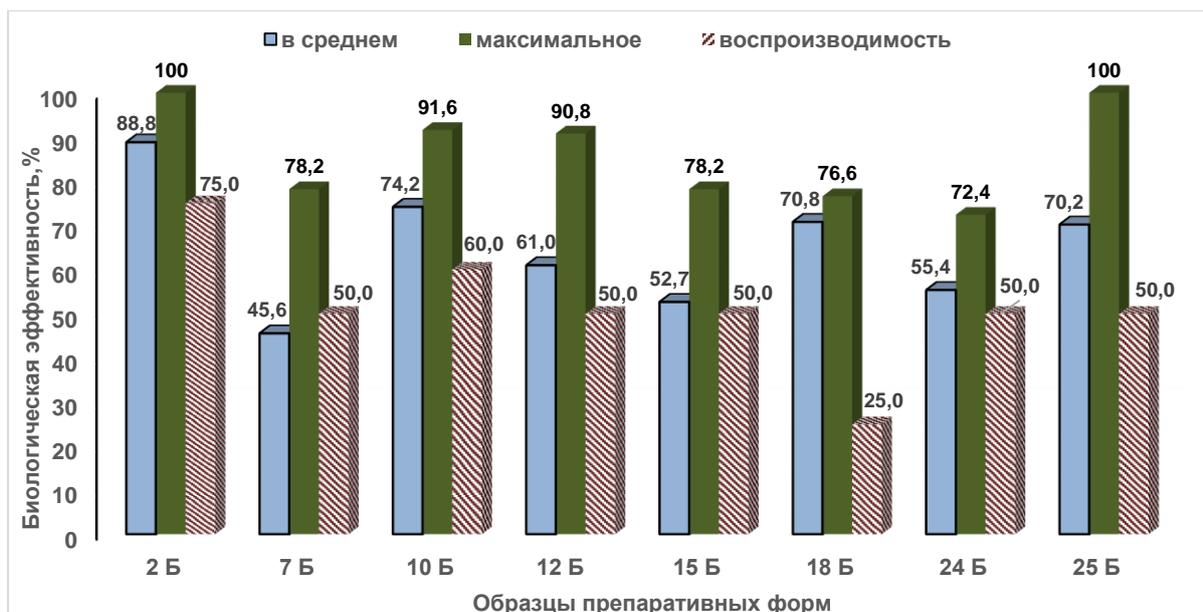


Рис. 2. Акарицидное действие образцов на основе экстрактов борщевика Сосновского по отношению к обыкновенному паутинному клещу

Таблица 9. Эффективность акарицидного действия образцов препаративных форм против обыкновенного паутинного клеща (лабораторные опыты, концентрация рабочего раствора – 1%)

№ опыта	Препаративная форма	Основные характеристики экстракта	Смертность, %	Биологическая эффективность, %	НСР <sub>05</sub> , %
1	Вода (контроль)	–	6,3	–	4,8
	Вертимек (эталон)	–	100	100	
	2Б	Этанол 70%	100	100	
	7Б	Вода, консервант	79,6	78,2	
	10Б	Этанол 70%, глицерин, консервант	75,2	73,5	
	12Б	Этанол 95%, глицерин, вода	91,4	90,8	
	25Б	Этанол 95%, вода, консервант	100	100	
2	Вода (контроль)	–	3,08	–	6,1
	Вертимек (эталон)	–	88,0	87,7	
	2Б	Этанол 70%	88,8	2	
	18Б	Этанол 70%, глицерин, консервант	69,2		
	10Б	Этанол 70%, глицерин	65,3		
3	Вода (контроль)	–	11,8	–	5,8
	Вертимек (эталон)	–	98,3	–	
	2Б	Этанол 70%	76,0	72,8	
	15Б	Этанол 70%	80,8	78,2	
	7Б	Вода	79,0	76,2	
	24Б	Вода, консервант	75,6	72,4	
	18Б	Этанол 70%, глицерин, консервант	72,1	68,4	
	10Б	Этанол 70%, глицерин, консервант	68,3	64,1	
	12Б	Этанол 96%, гидроглицерин	89,5	88,1	
25Б	Этанол 96%, вода, консервант	0,2	88,9		

Так, эффективность образца 2Б в разных экспериментах находилась в пределах от 73 до 100%, в меньшей степени варьировала эффективность у образца 10Б (64–74%). Суммарно по всем опытам на данном тест-объекте наиболее высокую среднюю эффективность показали 2 образца: 15Б и 20Б при недостаточно высокой воспроизводимости результата. Наибольшей стабильностью действия отличался образец 1Б при максимальной эффективности 96,5%. Данные варианты можно признать перспективными для создания биопрепарата и оптимизации его действия.

В качестве акарицидных наиболее эффективными по результатам проведенных экспериментов на обыкновенном паутинном клеще можно признать образцы на основе борщевика Сосновского 2Б, 10Б и 25Б, у которых отмечены самые высокие показатели и максимальной, и средней эффективности при более значимой воспроизводимости результатов.

Препаративные формы на основе борщевика Сосновского прошли лабораторные испытания также на представителе листогрызущих насекомых – колорадском жуке.

Данный вид относится к насекомым, обладающим наиболее высокой устойчивостью к инсектицидам, которая зачастую является перекрестной. В экспериментах в основном использовали личинок первого-второго, реже – третьего возрастов как наиболее уязвимых стадий развития данного вида, против которых и предназначено применение всех средств защиты. На данном тест-объекте прошли апробацию все изготовленные образцы препаративных форм, однако достаточно эффективных среди изготовленных вариантов не найдено. При высокой концентрации рабочего раствора (до 5%) наибольшую эффективность (67%) против колорадского жука показал только один образец – 1Б.

Была предпринята попытка использовать экстракты, при изготовлении которых применяли смеси биомассы разных растений, в частности образец 8С на основе борщевика Сосновского и чемерицы Лобеля. В одном из опытов экстракт показал биологическую эффективность на уровне 91%.

### **Выводы**

Проблема поиска новых экологически щадящих средств для борьбы с вредными членистоногими остается весьма актуальной. В течение трех лет проводили исследования по выявлению наиболее эффективных растительных биопродуцентов токсичных для данной группы вредных объектов биологически активных веществ в целях создания биоцидного препарата. Было проведено биологическое тестирование более 30 видов растений, известных своими инсектицидными свойствами и произрастающих в центральной европейской части России. Среди них особенно интересным растением проявил себя борщевик Сосновского, обладающий мощной вегетативной массой, имеющий большие зоны распространения в дикой природе и статус одного из наиболее злостных сорных видов. В его составе имеется широкий набор биологически активных веществ, среди которых особый интерес представляют алкалоиды группы фурукумаринов.

В лабораторных экспериментах экстракты из борщевика Сосновского различных типов показали высокий биоцидный эффект по отношению к разным видам тлей и обыкновенному паутинному клещу, который был соизмерим с уровнем эффективности известных инсектицидных препаратов группы авермектинов (Фитоверм и Вертимек) и достигал 80–90%. При испытании около 30 образцов препаративных форм на основе спиртовых, водных и гидроглицериновых экстрактов борщевика Сосновского было найдено 3 достаточно высоко эффективных образца с инсектицидной и 3 – с акарицидной активностью. Данные препаративные формы являются перспективными для разработки новых биологических средств борьбы с вредными членистоногими, с которыми будут продолжены исследования в лабораторных и полевых условиях.

---

### **Список источников**

1. Бочкарев Д.В., Никольский А.Н., Смолин Н.В. Трансформация пойменно-лугового фитоценоза при внедрении в него адвентивного сорного вида – борщевика Сосновского // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2011. № 7(81). С. 36–40.
  2. Васильева Т.И., Иванова Г.П., Сухорученко Г.И. и др. Избирательная инсектицидная активность экстрактов растений // Защита растений в условиях реформирования агропромышленного комплекса: экономика, эффективность, экологичность: тезисы докладов Всероссийского съезда по защите растений (Санкт-Петербург, 04–09 декабря, 1995 г.). Санкт-Петербург: Всероссийский НИИ защиты растений РАСХН (Пушкин), 1995. С. 396.
  3. Выявление инсектоакарицидного, рострегулирующего и других типов воздействия химических соединений на членистоногих: методические рекомендации; под. ред. Кукуленко С.С., Андреева Е.И. Черкассы: НИИ ТЭХИМ, 1982. 62 с.
  4. Зориков П.С., Черняк Д.М., Юрлова Л.Ю. и др. Содержание фурукумаринов в борщевике Сосновского // Естественные и технические науки. 2012. № 6(62). С. 152–154.
  5. Иванова Т.А., Матвеева Т.Н., Чантурия В.А. и др. Особенности состава многокомпонентных экстрактов борщевика и его влияние на флотационные свойства золотосодержащих сульфидов // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2015. Т. 51, № 4. С. 819–824. DOI: 10.1134/S1062739115040190.
  6. Иманлы Г.А., Серкерев С.В. Кумариновые производные корней *Angelica sachokiana* (Karjag.) M. Pimen. et. V. Tikhomirov // Химия растительного сырья. 2015. № 4. С. 165–168.
- 
-

7. Исмаилов В.Я., Каклюгин В.Я., Ширинян Ж.А. и др. Новые результаты испытаний биопестицидов терпеноидного ряда // Актуальные проблемы биологической защиты растений: матер. науч.-практ. конф., посвященной 100-летию Т.Т. Буденко (Республика Беларусь, г. Минск, 12–14 ноября 1995 г.). Минск: Белорусский научно-исследовательский институт защиты растений, 1988. С. 56–58.
8. Коваленков В.Г., Тюрина Н.М. Методические рекомендации по мониторингу чувствительности фито- и энтомофагов к применяемым инсектицидам. Москва: Изд-во Россельхозакадемии, 2002. 32 с.
9. Леонова М.В., Климошкин Ю.Н. Экстракционные методы изготовления лекарственных средств из растительного сырья: учебное пособие. Самара: Самарский государственный технический университет, 2012. 118 с.
10. Манденова И.П. Борщевик – *Heracleum L.* // Флора СССР. Т. XVII. Зонтичные – Кизиловые. Род 1069. *Heracleum L.*; глав. ред. акад. В.Л. Комаров; редактор тома Б.К. Шишкин. Москва-Ленинград: Изд-во Академии наук СССР, 1951. С. 223–259.
11. Мусихин П.В., Сигаев А.А. Исследование физических свойств и химического состава борщевика Сосновского и получение из него волокнистого полуфабриката // Современные наукоемкие технологии. 2006. № 3. С. 65–67.
12. Орлин Н.А. Об извлечении кумаринов из борщевика // Успехи современного естествознания. 2010. № 3. С. 13–14.
13. Панасенко Н.Н., Вихрова И.В., Холенко М.С. Распространение, биология и фитоценологические связи борщевика Сосновского в Брянской области // Ученые записки Брянского государственного университета. 2021. Т. 2, № 22. С. 39–46.
14. Панасенко Н.Н., Харин А.В., Ивенкова И.М. и др. Сообщества растений-трансформеров: ассоциация *Urtica dioica*-*Heracleum sosnowskyi* // Бюллетень Брянского отделения Русского ботанического общества. 2014. № 2(4). С. 48–53.
15. Протопопова В.В., Шевера М.В. Інвазійні види у флорі України. I. Група високо активних видів // GEO & BIO. 2019. Т. 17. С. 116–135. DOI: 10.15407/gb.2019.17.116.
16. Рябчинская Т.А., Бобрешова И.Ю., Каширских Ю.В. и др. К вопросу разработки нового биоцидного препарата на основе растительных компонентов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2021. Т. 14, № 2(69). С. 57–70. DOI: 10.53914/issn 2071-2243\_2021\_2\_57.
17. Рябчинская Т.А., Бобрешова И.Ю., Каширских Ю.В. Растения в качестве биопродукторов биоцидных веществ и перспективы создания на их основе биологических инсектоакарицидов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2022. Т. 15, № 2(73). С. 87–94. DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2022\_2\_87.
18. Сацыперова И.Ф. Борщевики флоры СССР – новые кормовые растения. Ленинград: Наука, 1984. 223 с.
19. Смирнова И.М., Миронов В.Г. Применение хвойных препаратов для защиты яблони от вредителей // Защита растений в условиях реформирования агропромышленного комплекса: экономика, эффективность, экологичность: тезисы докладов Всероссийского съезда по защите растений (Санкт-Петербург, 04–09 декабря, 1995 г.). Санкт-Петербург: Всероссийский НИИ защиты растений РАСХН (Пушкин), 1995. С. 459–460.
20. Сундуков О.В., Филлипова О.А., Черменская Т.Д. и др. Акарицидное действие экстрактов растений // Защита растений в условиях реформирования агропромышленного комплекса: экономика, эффективность, экологичность: тезисы докладов Всероссийского съезда по защите растений (Санкт-Петербург, 04–09 декабря, 1995 г.). Санкт-Петербург: Всероссийский НИИ защиты растений РАСХН (Пушкин), 1995. С. 465–466.
21. Ткаченко К.Г. Особенности репродуктивной биологии видов рода *Heracleum L.* // Проблемы репродуктивной биологии семенных растений: сборник тезисов конференции. Санкт-Петербург: [б. и.], 1993. С. 101–104.
22. Химический анализ лекарственных растений: учебное пособие; под ред. Н.И. Гринкевич и Л.Н. Сафронович. Москва: Высшая школа, 1983. 176 с.
23. Черная книга флоры Беларуси: чужеродные вредоносные растения: коллективная монография; под общ. ред. В.И. Парфенова, А.В. Пугачевского. Минск: Беларуская навука, 2020. 407 с.
24. Ширинян Ж.А., Каклюгин В.Я., Исмаилов В.Я. Изучение возможности использования фракций масла кориандра в борьбе с колорадским жуком на картофеле // Биологически активные вещества в защите растений: матер. симпозиума (Анапа, 30 августа – 4 сентября 1999 г.). Санкт-Петербург: Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений РАСХН, 1999. С. 59–60.
25. Щербатов Н.А., Талаш А.И., Исмаилов В.Я. и др. Перспективы применения Биостата в защите винограда от вредных организмов // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем: материалы докладов международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Российской академии сельскохозяйственных наук (Краснодар, 29 сентября – 01 октября 2004 г.). Санкт-Петербург: Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений РАСХН, 2004. С. 329–335.

## References

1. Bochkarev D.V., Nikolskiy A.N., Smolin N.V. Transformatsiya pojmenno-lugovogo fitotsenoza pri vnedrenii v nego adventivnogo sornogo vida – borshchevika Sosnovskogo [Changes in floristic composition of floodplain meadow phytocenosis by the expansion of the *Heracleum sosnowskyi* adventitious weedy species]. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2011;7:36-40. (In Russ.).

2. Vasileva T.I., Ivanova G.P., Sukhoruchenko G.I. et al. Izbiratel'naya insektsidnaya aktivnost' ekstraktov rastenij. Zashchita rastenij v usloviyakh reformirovaniya agropromyshlennogo kompleksa: ekonomika, effektivnost', ekologichnost': tezisy dokladov Vserossijskogo s'ezda po zashchite rastenij (St. Petersburg, 04-09 dekabrya 1995 g.) [Selective insecticidal activity of plant extracts. Plant protection in the conditions of reforming the Agro-Industrial Complex: economics, efficiency, environmental friendliness: Scientific Conference Abstracts. All-Russian Congress on Plant Protection (St. Petersburg, December 04-09, 1995)]. St. Petersburg: All-Russian Research Institute of Plant Protection, RAAS (Pushkin); 1995:396. (In Russ.).
3. Vyyavlenie insektoakaritsidnogo, rostreguliruyushchego i drugikh tipov vozdeystviya khimicheskikh soedinenij na chlenistonogikh: metodicheskie rekomendatsii; pod redaktsiej Kukulenko S.S., Andreeva E.I. [Impact of insectoacaricidal, growth-regulating and other types of effects of chemical compounds on arthropods: methodological recommendations; edited by Kukulenko S.S., Andreev E.I.]. Cherkassy: Research Institute of Technical and Economic Investigations in the Chemical Complex; 1982. 62 p. (In Russ.).
4. Zorikov P.S., Chernyak D.M., Yurlova L.Yu. et al. Soderzhanie furokumarinov v borshhevike Sosnovskogo [Content of furocoumarins in *Heracleum sosnowskyi*]. *Estestvennye i tekhnicheskie nauki = Natural and Technical Sciences*. 2012;6(62):152-154. (In Russ.).
5. Ivanova T.A., Matveeva T.N., Chanturia V.A. et al. Osobennosti sostava mnogokomponentnykh ekstraktov borshhevika i ego vliyanie na flotatsionnye svoystva zolotosoderzhashchikh sulfidov [Composition of multicomponent *Heracleum* extracts and its effect on flotation of gold-bearing sulfides]. *Fiziko-Tekhnicheskie Problemy Razrabotki Poleznykh Iskopaemykh = Journal of Mining Science*. 2015;51(4):151-157. DOI: 10.1134/S1062739115040190. (In Russ.).
6. Imanly G.A., Serkerov S.V. Kumarinovyie proizvodnye kornej *Angelica sachokiana* (Karjag.) M. Pimen. et. V. Tikhomirov [Coumarin derivatives of resin of roots of *Angelica sachokiana* (Karjag.) M. Pimen. et. V. Tikhomirov]. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya = Chemistry of Plant Raw Material*. 2015;4:165-168. (In Russ.).
7. Ismailov V.Ya., Kaklyugin V.Ya., Shirinyan Zh.A. et al. Novye rezul'taty ispytaniy biopestitsidov terpenoidnogo ryada. Aktual'nye problemy biologicheskoy zashchity rastenij: materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoj 100-letiyu T.T. Budenko (Respublika Belarus', g. Minsk, 12-14 noyabrya 1995 g.) [New test results of terpenoid biopesticides. Actual problems of biological protection of plants: Proceedings of Research-to-Practice Conference dedicated to the 100<sup>th</sup> anniversary of T.T. Budenko (Republic of Belarus, Minsk, November 12-14, 1995)]. Minsk: Belarusian Scientific Research Institute of Plant Protection Press; 1988:56-58. (In Russ.).
8. Kovalenkov V.G., Tyurina N.M. Metodicheskie rekomendatsii po monitoringu chuvstvitel'nosti fito- i entomofagov k primenyaemym insektsidam [Methodological recommendations for monitoring the sensitivity of phyto- and entomophages to the insecticides used]. Moscow: Publishing House of the Russian Academy of Agricultural Sciences; 2002. 32 p. (In Russ.).
9. Leonova M.V., Klimochkin Yu.N. Ekstraktsionnye metody izgotovleniya lekarstvennykh sredstv iz rastitel'nogo syr'ya: uchebnoe posobie [Extraction methods for the manufacture of medicinal products from plant raw materials: study guide]. Samara: Samara State Technical University Press; 2012. 118 p. (In Russ.).
10. Mandenova I.P. Borshchevik – *Heracleum* L. V Flora SSSR. T. XVII. Zontichnye – Kizilovye. Rod 1069. *Heracleum* L.; glav. red. akad. V.L. Komarov; redaktor toma B.K. Shishkin [*Heracleum* L. In book Flora of the URSS (Flora Unions Rerumpublicarum Sovieticarum Socialistarum). Vol. XVII. Umbelliferae – Cornaceae. Genus 1069. *Heracleum* L.; Chief editor Academician V.L. Komarov; volume editor B.K. Shishkin]. Moscow-Leningrad: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR; 1951:223-259. (In Russ.).
11. Musikhin P.V., Sigaev A.A. Issledovanie fizicheskikh svoystv i khimicheskogo sostava borshhevika Sosnovskogo i poluchenie iz nego voloknistogo polufabrikata [Investigation of the physical properties and chemical composition of *Heracleum sosnowskyi* and obtaining a fibrous semi-finished product from it]. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii = Modern High Technologies*. 2006;3:65-67. (In Russ.).
12. Orlin N.A. Ob izvlechenii kumarinov iz borshhevika [On the extraction of coumarins from *Heracleum* L.]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya = Advances in current natural sciences*. 2010;3:13-14. (In Russ.).
13. Panasenko N.N., Vikhrova I.V., Holenko M.S. Rasprostranenie, biologiya i fitotsenoticheskie svyazi borshhevika Sosnovskogo v Bryanskoj oblasti [Spreading, biology and phytocenotic relationships of *Heracleum sosnowskyi* in the Bryansk region]. *Uchenye zapiski Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta = Scientific Notes of the Bryansk State University*. 2021;2(22):39-46. (In Russ.).
14. Panasenko N.N., Kharin A.V., Ivenkova I.M. et al. Soobshchestva rastenij-transformerov: assotsiatsiya *Urtico dioicae-Heracleetum sosnowskyi* [Communities of transformer plants: Association *Urtico dioicae-Heracleetum sosnowskyi*]. *Byulleten' Bryanskogo otdeleniya Russkogo botanicheskogo obshchestva = Bulletin of Bryansk Department of the Russian Botanical Society*. 2014;2(4):48-53. (In Russ.).
15. Protopopova V.V., Shevera M.V. Інвазійні види у флорі України. I. Група високо активних видів [Invasive species in the flora of Ukraine. I. The group of highly active species]. *GEO & BIO = GEO & BIO*. 2019;17:116-135. DOI: 10.15407/gb.2019.17.116. (In Ukrainian).
16. Ryabchinskaya T.A., Bobreshova I.Yu., Kashirskikh Yu.V. et al. K voprosu razrabotki novogo biotsidnogo preparata na osnove rastitel'nykh komponentov [Revisiting the development of a new biocidal preparation based on plant components]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2021;14(2):57-70. DOI: 10.53914/issn 2071-2243\_2021\_2\_57. (In Russ.).
17. Ryabchinskaya T.A., Bobreshova I.Yu., Kashirskikh Yu.V. Rasteniya v kachestve bioproduktentov biotsidnykh veshchestv i perspektiva sozdaniya na ikh osnove biologicheskikh insektoakaritsidov [Plants as bioproducers of biocidal substances and prospects of creating biological insectoacaricides on their basis]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2022;15(2):87-94. DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2022\_2\_87. (In Russ.).

18. Satsyperova I.F. Borshcheviki flory SSSR – novye kormovye rasteniya [*Heracleum* L. in the flora of the USSR as new forage plants]. Leningrad: Nauka; 1984. 223 p. (In Russ.).

19. Smirnova I.M., Mironov V.G. Primenenie khvojnykh preparatov dlya zashchity yabloni ot vreditel'ev. Zashchita rastenij v usloviyakh reformirovaniya agropromyshlennogo kompleksa: ekonomika, effektivnost', ekologichnost': tezisy dokladov Vserossijskogo s'ezda po zashchite rastenij (St. Peterburg, 04-09 dekabrya 1995 g.) [The use of coniferous preparations to protect apple trees from pests. Plant protection in the conditions of reforming the Agro-Industrial Complex: economics, efficiency, environmental friendliness: Scientific Conference Abstracts. All-Russian Congress on Plant Protection (St. Petersburg, December 04-09, 1995)]. Saint Petersburg: All-Russian Research Institute of Plant Protection, RAAS (Pushkin); 1995:459-460. (In Russ.).

20. Sundukov O.V., Fillipova O.A., Chermenskaya T.D. et al. Akaritsidnoe dejstvie ekstraktov rastenij. Zashchita rastenij v usloviyakh reformirovaniya agropromyshlennogo kompleksa: ekonomika, effektivnost', ekologichnost': tezisy dokladov Vserossijskogo s'ezda po zashchite rastenij (St. Peterburg, 04-09 dekabrya 1995 g.) [Acaricidal action of plant extracts. Plant protection in the conditions of reforming the Agro-Industrial Complex: economics, efficiency, environmental friendliness: Scientific Conference Abstracts. All-Russian Congress on Plant Protection (St. Petersburg, December 04-09, 1995)]. St. Petersburg: All-Russian Research Institute of Plant Protection, RAAS (Pushkin); 1995:465-466. (In Russ.).

21. Tkachenko K.G. Osobennosti reproduktivnoj biologii vidov roda *Heracleum* L. Problemy reproduktivnoj biologii semennykh rastenij: sbornik tezisov konferentsii [Features of reproductive biology of species of the genus *Heraculum* L. Problems of reproductive biology of seed plants: collection of conference abstracts]. St. Petersburg: [Sine loci ind.]; 1993:101-104. (In Russ.).

22. Khimicheskij analiz lekarstvennykh rastenij: uchebnoe posobie; pod red. N.I. Grinkevich i L.N. Safronovich [Chemical analysis of medicinal plants: textbook; edited by N.I. Grinkevich and L.N. Safronovich]. Moscow: Higher School Press; 1983. 176 p. (In Russ.).

23. Chernaya kniga flory Belarusi: chuzherodnye vredonosnye rasteniya: kolektivnaya monografiya; pod obshchej redaktsiej V.I. Parfenova, A.V. Pugachevskogo [The Black Book of the Flora of Belarus: alien harmful plants: a collective monograph; under the general editorship of V.I. Parfenov, A.V. Pugachevsky]. Minsk: Belaruskaya navuka; 2020. 407 p. (In Russ.).

24. Shirinyan Zh.A., Kaklyugin V.Ya., Ismailov V.Ya. Izuchenie vozmozhnosti ispol'zovaniya fraktsij masla koriana v bor'be s koloradskim zhukom na kartofele. Biologicheski aktivnye veshchestva v zashchite rastenij: materialy simpoziuma (Anapa, 30 avgusta – 4 sentyabrya 1999 g.) [Studying the possibility of using coriander oil fractions in the fight against the Colorado potato beetle. Biologically active substances in plant protection: Proceedings of the Symposium (Anapa, August 30 – September 4, 1999)]. St. Petersburg: All-Russian Research Institute of Plant Protection, RAAS (Pushkin); 1999:59-60. (In Russ.).

25. Shcherbakov N.A., Talash A.I., Ismailov V.Ya. et al. Perspektivy primeneniya Biostata v zashchite vinograda ot vrednykh organizmov. Biologicheskaya zashchita rastenij – osnova stabilizatsii agroekosistem: materialy dokladov mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferentsii, posvyashchennoj 75-letiyu Rossijskoj akademii sel'skokhozyajstvennykh nauk (Krasnodar, 29 sentyabrya – 01 oktyabrya 2004 g.) [Prospects of using Biostat in protecting grapes from harmful organisms. Biological protection of plants as the basis of stabilization of agroecosystems: Proceedings of the International Research-to-Practice Conference dedicated to the 75<sup>th</sup> anniversary of the Russian Academy of Agricultural Sciences (Krasnodar, September 29 – October 01, 2004)]. St. Petersburg: All-Russian Research Institute of Plant Protection, RAAS (Pushkin); 2004:329-335. (In Russ.).

### Информация об авторах

Т.А. Рябчинская – доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории биологической защиты растений ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений» (Воронежская область), biometod@mail.ru.

Л.Л. Яковлева, научный сотрудник лаборатории биологической защиты растений ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений» (Воронежская область), liya.vniizr.yakovleva@mail.ru.

И.Ю. Бобрешова, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории биологической защиты растений ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений» (Воронежская область), bob.irina2010@mail.ru.

### Information about the authors

T.A. Ryabchinskaya, Doctor of Agricultural Sciences, Leading Research Scientist, Laboratory of Biological Plant Protection, All-Russian Research Institute for Plant Protection (Voronezh Oblast), biometod@mail.ru.

L.L. Yakovleva, Research Scientist, Laboratory of Biological Plant Protection, All-Russian Research Institute of Plant Protection (Voronezh Oblast), liya.vniizr.yakovleva@mail.ru.

I.Yu. Bobreshova, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Research Scientist, Laboratory of Biological Plant Protection, All-Russian Research Institute of Plant Protection (Voronezh Oblast), bob.irina2010@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 24.04.2023; одобрена после рецензирования 26.05.2023; принята к публикации 16.06.2023.

The article was submitted 24.04.2023; approved after reviewing 26.05.2023; accepted for publication 16.06.2023.

© Рябчинская Т.А., Яковлева Л.Л., Бобрешова И.Ю., 2023