

Заключение. В ходе исследования установлена корреляционная зависимость между численностью клещей и содержанием гуанина в пробах домашней пыли. Получены близкие показатели коэффициента корреляции для классификации G. Pauli 0,61, $p < 0,01$ и классификации Э.А. Доценко 0,54, $p < 0,01$. Использование метода оценки клещевого загрязнения по определению содержания гуанина в домашней пыли дает представление об уровне загрязненности помещения клещами. Данный метод прост, не требует применения сложного оборудования, что позволяет использовать его в клинической практике и в домашних условиях. Один из недостатков применения данного метода - невозможность анализировать видовое разнообразие клещей.

1. Доценко Э.А. Влияние экологических факторов на характер и течение бронхиальной астмы: Дисс... д-ра мед. наук: 14.00.36 – Витебск, 1996. – С. 267.
2. Коровкина, Е.С., Мокроносова М.А. Аллергия к клещам домашней пыли с позиций молекулярной аллергологии / Е.С. Коровкина, М.А. Мокроносова // Медицинская иммунология – Т.14 – № 4-5, 2012 – С. 279 – 288.
3. Pauli G., Hoyet C., Tenabene A. Guanine and mite allergenicity in house dust. // Clin. Allergy. – 1988. – Vol. 18, № 4. – P. 383-392.

ИНВАЗИВНЫЕ ВИДЫ РАСТЕНИЙ: ОЦЕНКА УГРОЗ РАСПРОСТРАНЕНИЯ В ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ

*Л.М. Мерзвинский, Ю.И. Высоцкий, А.Б. Торбенко, П.Ю. Колмаков
Витебск, ВГУ имени П.М. Машерова*

Экспансия агрессивных чужеродных видов, представляющих опасность для биоразнообразия экосистем, наносящих экономический и экологический ущерб и вред здоровью человека, приобретает угрожающий масштаб. Мониторинг расселения этих видов, прогноз экспансии и попытка локализации и контроля очагов инвазии являются важной задачей экологической безопасности.

В Витебской области площадь земель, засоренных борщевиком, самая большая в Беларуси. Меры по сдерживанию численности борщевика с 2011 по 2015 годы оказались малопродуктивными. Возникали новые очаги инвазии, расширялись многие старые колонии. За прошедшие годы значительно увеличилось количество мест произрастания других инвазивных видов растений: разных видов золотарника и их гибридов, а также недотроги железконосной (бальзамина железистого).

Проведенные нами в 2016–2018 годы исследования в восточных и центральных районах области, а в 2019–2020 годы в северо-западных районах, показали, что масштабы распространения и степень угрозы борщевика оказались более значительными, чем предполагалось ранее, а также выявили взрывоопасную динамику экспансии данного вида. В ряде районов распространение борщевика привело к значительным экономическим потерям и социальным проблемам. Возникла необходимость в проведении тотальной инвентаризации зарегистрированных мест произрастания, проверки всех населённых пунктов, ферм и других мест к которым приурочено появление новых очагов инвазии. Выяснилось, что растения в инвазивных популяциях внешне имеют большие морфологические отличия. Поэтому необходимы были детальные исследования по таксономической принадлежности инвазивных растений, произрастающих в разных очагах, комплексной оценки состояния, динамики и степени угрозы, прогноз расселения из существующих очагов инвазии.

Особую актуальность приобрела оценка результативности проведенных мероприятий по борьбе и ограничению распространения борщевика в районах с наиболее угрожаемой ситуацией с инвазией данного вида, с тем, чтобы органы управления на местах могли оперативно реагировать на изменение экологической ситуации с данным видом.

Настоящее исследование проведено в рамках выполнения подзадания 2.05 «Оценка угроз распространения инвазивных видов родов бальзамин, борщевик и золотарник на территории северных и западных районов Витебской области, молекулярно-генетическое изучение их таксономического состава» ГПНИ «Природопользование и экология» п/п 3.2 «Биоразнообразие, биоресурсы, экология».

Целью исследования являлось выявление площади распространения инвазивных видов гигантских борщевиков, золотарника недотроги железконосной, на основе молекулярно-генетического изучения уточнение их таксономического состава, оценка угроз распространения

инвазии и оценка результативности практикуемых мер по ликвидации очагов инвазии на территории Витебской области.

Материал и методы. Материалом исследования являлись очаги инвазии борщевика, золотарника и недотроги на территории Витебской области. Эколого-флористические исследования проводились детально-маршрутным методом с применением GPS-навигации; обработка результатов осуществлялась с использованием ГИС-технологий и ГИС-картографирования. Молекулярно-генетические исследования проводились методами RAPD-диагностики, ПЦР-амплификации и ДНК-штрихкодирования (баркодинга). Выделение ДНК из растительного материала и RAPD-диагностики проводились в ПЦР-лаборатории ВГУ имени П.М. Машерова [1].

Дальнейшее молекулярно-генетическое исследование было выполнено с использованием метода секвенирования по Сэнгеру (ферментативное секвенирование) в лаборатории геномных исследований и биоинформатики ГНУ «Институт леса НАН Беларуси» и лаборатории ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси». В ходе исследования была проведена ПЦР-амплификация диагностических локусов рДНК (фрагментов межгенного нетранскрибируемого участка IGS).

Результаты и их обсуждение. В течение 2016 – 20 годов проведена полная инвентаризация мест произрастания инвазивных растений в 21 районе Витебской области. В ходе выполнения работы в 2019 – 2020 году выявлена современная площадь распространения инвазивных видов родов борщевик и золотарник, инвазивного вида недотрога желёзконосная на территории 8 районов северо-западной части Витебской области.

При инвентаризации очагов инвазии в 2019 г. на территории Браславского района зарегистрированы GPS-координаты 211 колоний борщевика и состоящих из 760 отдельных локальных мест произрастания или локусов, общей площадью 72,77 га. По сравнению с 2010 г. на 588 увеличилось количество зарегистрированных мест произрастания (локусов или отдельных пятен зарослей). Это показывает взрывной рост числа мест произрастания из-за многолетнего обсеменения многих участков зарослей борщевика, что привело к появлению новых молодых дочерних колоний.

На территории Верхнедвинского района в 2019 г. зафиксировано 75 мест произрастания борщевика (отдельных пятен (локалитетов) или локусов) общей площадью 4,457 га. Они образуют 31 изолированную колонию. Колонии объединяются в 6 очагов инвазии, которые сосредоточены в 2 центрах распространения инвазии, 1 из которых расположены в северной части района и 1 на юге района. По сравнению с 2011 г. отмечен многократный рост количества мест произрастания борщевика (с 8 локальных популяций в 2011 г. до 75 локальных популяций в 2019 г.). Основная площадь инвазии уничтожена химическим методом в 2018 – 19 гг.

На территории Глубокского района в 2020 г. зафиксированы GPS-координаты 263 мест произрастания борщевика площадью 24,88 га, 11 мест произрастания золотарника и 1 мест произрастания бальзамина розового. В местах плотного произрастания популяции инвазивных растений образуют 11 очагов инвазии, которые группируются в четыре центра инвазии: Глубокский, Северо-западный, Северо-восточный, Южный. По сравнению с 2010 г. отмечен многократный рост количества мест произрастания борщевика (увеличение в 30 раз: с 19 локальных популяций в 2010 г. до 563 локальных популяций в 2020 г.). Общая площадь зарослей борщевика, зафиксированная в ГИС, составила 24,9 га (в 2010 г. – 0,5 га). Успехов в борьбе с борщевиком в Глубокском районе за прошедшие 10 лет не достигнуто: площадь зарослей борщевика увеличилась в 50 раз, число мест произрастания в 30 раз.

На территории Докшицкого района в 2020 г. зафиксировано 11 мест произрастания золотарника и одно место натурализации недотроги и 10 мест произрастания борщевика (отдельных пятен (локалитетов) или локусов) общей площадью 1,318 га. Все заросли борщевика находятся в угнетенном состоянии.

На территории Миорского района в 2019 г. зафиксировано 2 места натурализации недотроги желёзконосной, 2 места натурализации золотарника канадского и 2969 мест произрастания борщевика, образующих 155 колоний, общей площадью 127,1 га. Это на 89 га больше официально учтенной в 2018 г. площади инвазии. Заросли борщевика выявлены на землях 84 пользователей вместо 28 землепользователей на 2018 г. Количество зарегистрированных мест произрастания (локусов или отдельных пятен зарослей, зафиксированных на ЗИС «Белгипрозем»)

оказалось в 87 раз больше (34 местопроизрастания на 2018 г.). Это показывает взрывной рост числа мест произрастания за период с 2011 по 2019 годы.

В Поставском районе в 2020 г. при обследовании популяций зафиксированы GPS-координаты 143 мест произрастания борщевика, 10 мест произрастания золотарника и 1 место произрастания недотроги. Места произрастания инвазивных растений распределены по территории района неравномерно и образуют 14 очагов инвазии, которые в свою очередь группируются на территории района в четыре центра инвазии. Локальные популяции борщевика образуют 49 колоний общей площадью 9,91 га.

На территории Россонского района зафиксировано 30 мест произрастания борщевика общей площадью 0,69 га. Они образуют 14 изолированных колоний. Все локалитеты угнетены гербицидом. На территории района зафиксировано 1 место натурализации недотроги железконосной и 10 точек GPS в местах натурализации золотарника канадского, золотарник гигантский не выявлен.

На территории Шарковщинского района зафиксировано 110 мест произрастания борщевика общей площадью 11,9424 га. Они образуют 29 изолированных колоний. Места произрастания борщевика распределены по территории района неравномерно. Они группируются в два центра инвазии: Восточный и Западный. Восточный центр образован большим очагом Лужки и отдельными колониями. Лужки также являются очагом инвазии недотроги железконосной.

Для классификации колоний борщевика по пространственному расположению выделены 5 типов колоний: площадные, пятнистые, ленточные, пятнисто-ленточные, точечные [2]. Также выявлены пути проникновения инвазивных видов в различные природные комплексы. Неконтролируемое расселение борщевика начинается с очагов инвазии. Две трети популяций сосредоточена на землях сельхозпредприятий. Более всего засорены луговые земли, потом идут закустаренные земли, земли хозяйственных дворов сельхозпредприятий (фермы, машинные дворы, мастерские), земли поселений, земли промышленности, транспорта, связи, энергетики, в первую очередь – это обочины дорог. Отмечено активное проникновение под полог леса (через прогалины, поляны, дороги). Аналогичная ситуация и в ранее изученных восточных и центральных районах области [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]. Основными местами проникновения борщевика в антропогенно изменённые экосистемы являются: фермы и другие места содержания скота; поля, где борщевик выращивался как кормовая культура и окраины этих полей после смены севооборота; придорожные полосы и канавы; заброшенные огороды и подворья; пустыри, свалки, окраины междворов и др.

Нами разработана 5 балльная шкала оценки распространения борщевика, в соответствии с которой изученные районы распределились следующим образом:

Оценка 1 (благополучные районы) – площадь инвазии до 10 га. Это Верхнедвинский, Россонский, Докшицкий и Поставский районы.

Оценка 2 (малая угроза распространения инвазии) – площадь инвазии от 10 до 20 га. Это Шарковщинский район со 110 локальными популяциями образующими 29 колоний общей площадью 11,5 га.

Оценка 3 (средняя угроза распространения инвазии) – площадь инвазии от 20 до 60 га. Это Глубокский район с 11 очагами инвазии, которые образованы 77 колониями, состоящими из 563 локальных популяций общей площадью 24,84 га.

Оценка 4 (высокая угроза распространения инвазии) – площадь инвазии от 60 до 100 га. Это Браславский район с 211 колониями борщевика, состоящими из 760 мест произрастания или локальных популяций общей площадью 72,77 га.

Оценка 5 (очень высокая угроза распространения инвазии) – площадь инвазии от 100 га и более. Это Миорский район с 2969 локальными популяциями борщевика, образующими 155 колоний общей площадью 127,1 га.

Проведен молекулярно-генетический анализ ДНК образцов разных морфологических форм инвазивных растений методами RAPD-диагностики и ДНК-штрихкодирования (баркодинга) у 25 образцов борщевика, 20 – золотарника, 20 – недотроги железконосной (и уточнен видовой состав чужеродных видов в очагах инвазии на основании таксономической инвентаризации собранных образцов, генетического анализа результатов сиквенса ДНК путём сравнительного анализа полученных нуклеотидных последовательностей с последовательностями модельных видов размещённых в Международном геномном банке NCBI GenBank (США). В обследовании

дованных районах в инвазивных популяциях борщевика выявлены четыре вида интродуцированных борщевиков: борщевик Сосновского (*H. Sosnowskyi*), борщевик Вильгельмса (*H. wilhelmsii*), борщевик Лемана (*H. lehmanianum*), борщевик шероховато-окаймленный (*H. trachylo-ma*) и 4 гибрида борщевика Сосновского с другими видами. Эти виды и их спонтанные гибриды образуют в природе очаги инвазии. В инвазивных популяциях золотарника выявлен золотарник гигантский (2 места) и золотарник канадский с большим многообразием морфологических форм в популяциях. Натурализовавшиеся популяции недотроги железконосной (*Impatiens glandulifera*) имеют несколько морфологических форм.

Составлен прогноз расселения названных инвазивных видов в обследованных районах. Перспективное увеличение площади инвазии в Браславском районе на 18,2 га (23,3%), Глубокском – 9,86 га (39%), Миорском – 28,65 га (22,5%), Поставском. В Верхнедвинском, Докшицком, Россонском, Шарковщинском районах инвазия взята под контроль, угрозы расселения нет.

Из обследованных районов инвазионным потенциалом обладают только несколько очагов распространения золотарника в Верхнедвинском и Шарковщинском районах. Недотрога железконосная (*Impatiens glandulifera*) в настоящее время в обследованных районах инвазионным потенциалом не обладает.

Оценена эффективность практикуемых мер борьбы по ликвидации очагов инвазии исследуемых видов на основании данных районных администраций и Витебского областного комитета по природным ресурсам и охране окружающей среды и реального положения дел выявленного при инвентаризации очагов инвазии. Выделены 6 категорий состояния колонии борщевика: доминирует, прогрессирует, стабилен, угнетён, сильно угнетен, ликвидирован. Невыполнение полного объема необходимых мероприятий по борьбе с борщевиком привело к тому что около 50% колоний отнесены к прогрессирующим и доминирующим, т.е. к активно расширяющимся колониям.

Заключение. На территории Витебской области в борьбе с расселением борщевика частичные успехи достигнуты только в нескольких районах. Полностью ликвидировать угрозу инвазии нигде не удалось. За 10 лет, несмотря на принимаемые меры, значительно увеличилось количество мест произрастания борщевика и возросла площадь его зарослей. В Верхнедвинском, Докшицком, Россонском и Шарковщинском районах инвазия взята под контроль, борьба ведется успешно, площадь инвазии сокращается. На территории Браславского, Глубокского, Миорского, Поставского, района Витебской области в борьбе с расселением борщевика больших успехов не достигнуто. Старые очаги увеличили площадь, появились молодые дочерние колонии на прилегающих территориях. В ближайшие годы площади занятые борщевиком могут увеличиться, так как больше половины зарослей борщевика не скашиваются, происходит созревание семян и их самосев. Ситуация усугубляется тем, что все больше пахотнопригодных земель не вовлекается в сельскохозяйственный оборот.

1. Колмаков, П.Ю., Экстракция ДНК и выявление генетического полиморфизма чужеродных видов растений с помощью RAPD-диагностики / П.Ю. Колмаков, Г.Г. Пирханов, А.Ю. Леонов, Ю.И. Высоцкий // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта – 2018. – №1 (98). – С.16-25.

2. Высоцкий, Ю.И., Анализ инвазии борщевика на территории Дубровенского района Витебской области / Л.М. Мерзвинский, А.Б. Торбенко, Ю.И. Новикова, С.Э. Латышев, И.М. Морозов // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта – 2017. – №3 (96). – С.49-55.

3. Высоцкий, Ю.И., Анализ инвазии борщевика на территории Лиезненского района Витебской области / Ю.И. Высоцкий // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта – 2017. – №4 (97). – С.48-53.

4. Высоцкий, Ю.И., Анализ инвазии борщевика на территории Сенненского района Витебской области / Ю.И. Высоцкий // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта – 2018. – №1 (98). – С.48-53.

5. Высоцкий, Ю.И., Анализ распространения инвазии борщевика на территории Городокского района Витебской области / Ю.И. Высоцкий, Л.М. Мерзвинский, И.М. Морозов, А.Б. Торбенко // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта – 2018. – №4 (101). – С. 66 – 72.

6. Высоцкий, Ю.И., Анализ распространения инвазии борщевика на территории Оршанского района Витебской области / Ю.И. Высоцкий // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта – 2019. – №2 (103). – С. 26 – 35

7. Высоцкий, Ю.И., Изучение инвазии борщевика в Полоцком районе Витебской области / Ю.И. Высоцкий // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта – 2020. – №2 (107). – С. 25 – 31.

8. Высоцкий, Ю.И., Инвазия борщевика в Витебском районе Витебской области / Ю.И. Высоцкий, Л.М. Мерзвинский, И.М. Морозов, А.Б. Торбенко, В.В. Кривко // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта – 2020. – №3 (108). – С. 69 – 77.