

ISSN 2221-9927

БОТАНИКА

(ИССЛЕДОВАНИЯ)

Выпуск 40



Минск
2011

Ботаника (исследования): Сборник научных трудов. Выпуск 40 /
Ин-т эксперимент. бот. НАН Беларуси – Минск: Право и экономика,
2011. - 641 с.

ISSN 2221 - 9927

Настоящий выпуск сборника посвящен 80-летнему юбилею старейшего в
республике академического биологического учреждения – Института экспериментальной
ботаники им. В.Ф.Купревича НАН Беларуси. В сборник включены очерки руководителей
крупнейших научных школ об истории становления и достижениях Института за период
его существования, перспективах развития и деятельности в XXI веке, представлены
оригинальные научные статьи белорусских ученых из ведущих научно-
исследовательских учреждений Национальной академии наук и ВУЗов Беларуси,
содержащие результаты экспериментальных исследований, теоретических и
практических разработок в широком спектре направлений ботанической науки,
физиологии и экологии растений.

Редакционная коллегия:

акад. НАН Беларуси, проф. Н.А.Ламан

акад. НАН Беларуси, проф. В.И.Парfenов

к.б.н. Д.Г.Груммо

д.б.н. А.И.Заболотный

к.б.н. Н.А.Копылова

д.б.н. В.Н.Прохоров

к.б.н. А.В.Пугачевский

д.б.н., проф. Л.М.Сапегин

член-корр. НАН Беларуси, проф. Е.А.Сидорович

д.б.н. В.В.Сарнацкий

д.б.н. Г.Ф.Рыковский

д.б.н., проф. А.Т.Федорук

к.б.н. Е.О.Юрченко

Научные редакторы:

акад. НАН Беларуси, проф. Н.А.Ламан

акад. НАН Беларуси, проф. В.И.Парfenов

Ответственный секретарь

к.б.н. Т.А.Будкевич

ISSN 2221 - 9927

© ГНУ «Институт экспериментальной
ботаники имени В.Ф.Купревича», 2011

© Оформление. ИООО «Право и экономика», 2011

Адрес редакции: 220072, г.Минск, ул.Академическая, 27, Институт экспериментальной
ботаники им. В.Ф.Купревича НАН Беларуси.

Факс +375 (17) 284-18-53, E-mail: exp-bot@biobel.bas-net.by

Н.А. ЛАМАН, Н.А. КОПЫЛОВА, В.М. БЕЛЯКОВ
**ИССЛЕДОВАНИЕ КАРОТИНОИДОВ И ТОКОФЕРОЛОВ В ПЛОДАХ
И ЛИСТЬЯХ ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ И ЗЕЛЕННЫХ КУЛЬТУР
МЕТОДОМ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ
ХРОМАТОГРАФИИ.**

Резюме

Разработан метод с использованием ВЭЖХ, позволяющий достаточно эффективно и с небольшими временными затратами определять каротиноидный состав растительного сырья и количественное содержание липофильных антиоксидантов (каротиноидов и токоферолов).

N.A. LAMAN, N.A. KOPYLOVA, V.M. BELYAKOV
**THE RESEARCH OF CAROTENOIDS AND TOCOPHEROLS IN
FRUITS AND LEAVES OF FRUITERS, BERRY CULTURES AND
GREENS BY HIGH-PERFORMANCE LIQUID CHROMATOGRAPHY**

Summary

The method is developed by usage of high-performance liquid chromatography, allowing efficiently and with small temporary expenses to define the carotenoid composition of vegetative raw material and quantitative contents of lipophilic antioxidants (carotenoids and tocopherols).

Поступила в редакцию 1.09.2011

УДК 581.522.4: 631.529

Н.А. ЛАМАН, В.Н. ПРОХОРОВ
**СПОСОБЫ ОГРАНИЧЕНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ И
ИСКОРЕНЕНИЯ ГИГАНТСКИХ БОРЩЕВИКОВ:
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ**

*Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Курцевича
НАН Беларуси*

В последние годы в научной литературе, в средствах массовой информации, на многочисленных интернет-сайтах обсуждается проблема широкого распространения в странах Европы и СНГ не свойственных аборигенной флоре растений из рода *Heracleum* L., так называемых гигантских борщевиков [1]. Обладая быстрым ростом, зимостойкостью, устойчивостью к вредителям и болезням, исключительно высокой семенной продуктивностью, мощным

конкурентным потенциалом, эти «пришельцы» теснят местные виды травянистых растений на открытых пространствах – вдоль дорог и линий электропередач, по берегам рек, озер и каналов, на заброшенных землях, пустырях, парках и местах массового отдыха людей.

Особую остроту проблеме борщевиков придает тот факт, что они содержат фотодинамически активные соединения – фотосенсибилизаторы из класса фурокумаринов, которые при попадании с соком растений на открытые части тела и последующим их облучении солнечным светом способны вызывать воспаления в коже или так называемые дерматиты, протекающие по типу ожогов 1-й, 2-й и даже третьей степени.

Анализ ситуации с гигантскими борщевиками, как опасными инвазивными видами, показывает [1-6], что борщевик Сосновского широко распространен в Восточной Европе и только начинает свою экспансию на запад. Другой вид гигантских борщевиков – Мантегацци повсеместно произрастает в Западной и Центральной Европе, постепенно продвигается на восток. Борщевик персидский распространен в Скандинавских странах. Беларусь находится как бы в центре территории, куда устремился с востока борщевик Сосновского, с запада – борщевик Мантегацци, с севера – борщевик персидский. Анализ публикаций западно-европейских исследователей, результатов выполнения программ по борьбе с борщевиком Мантегацци в странах ЕС свидетельствует, что эта проблема не снижает свою остроту. Данные Pysek P. и Holme P.E. [7] по скорости распространения опасных инвазивных видов показывают, что за период с 1998 по 2005 год этот показатель для борщевика Мантегацци только в Нижней Саксонии (Германия) составил более 1000 квадратных километров в год.

Признание общественностью и организациями различного ранга значимости проблемы, связанной с проникновением чужеродных видов растений и животных на новые территории и их влиянием на экосистемы, привело к тому, что этому вопросу уделяется все большее внимание. Международные соглашения и программы, направленные на решение этой проблемы, опираются на статью «8Ph» Конвенции о биологическом разнообразии. Одна из пяти главных целей Европейской стратегии сохранения растений – борьба с инвазивными видами. Совет Европы разрабатывает Европейскую стратегию по видам-колонизаторам. Во многих

европейских странах уже выполнялись и разрабатываются новые специальные программы по ограничению распространения и искоренению гигантских борщевиков.

В «Национальной стратегии по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия Республики Беларусь» (1997) инвазивные виды растений и животных названы одной из основных угроз биоразнообразию. С 2001 в Беларуси создается Государственный кадастр растительного мира, одна из кадастровых книг которого посвящена инвазивным видам. В 2007 году в ГНПО «Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам» создан центр по инвазивным видам. Его задачей является организация, проведение и координация работ по выявлению, оценке и прогнозированию проникновения и распространения инвазивных чужеродных видов растений и животных на территорию Республики Беларусь, а также разработка мер по предотвращению, минимизации и снижению ущерба от распространения этих видов, накоплению, обобщению и предоставлению информации заинтересованным.

Постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды от 26 ноября 2008 года №106 установлен перечень дикорастущих растений, запрещенных к интродукции и (или) акклиматизации.

Значительным шагом по реализации мер борьбы с вредоносными организмами стало принятие в 2008 году Советом Министров Республики Беларусь «Плана действий по предотвращению и минимизации ущерба от распространения вредоносного чужеродного вида растения – борщевика Сосновского», а также постановления Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды «О некоторых вопросах регулирования распространения и численности дикорастущих растений отдельных видов». Разработаны и утверждены «Правила о порядке проведения мероприятий по регулированию распространения и численности видов дикорастущих растений, которые оказывают вредное воздействие и (или) представляют угрозу биологическому разнообразию, жизни и здоровью граждан», «Методические рекомендации и типовые планы мероприятий и мер борьбы с борщевиком Сосновского».

В соответствии с принятыми нормативными документами многое сделано для решения проблемы ограничения

распространения гигантских борщевиков. Институтом экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси в рамках ведения Государственного кадастра растительного мира создаются топографическая ГИС и базы данных по опасным борщевикам. Для оценки состояния и динамики отдельных популяций заложены специальные учетные площадки. Учтено и закартировано более 1000 популяций борщевика Сосновского, выявлено несколько центров концентрации данного вида, административные районы и особо охраняемые природные территории, где численность этого инвазивного вида особенно высокая.

В 2009-2010 гг. проведены многочисленные обучающие семинары с представителями различных землепользователей, природоохранных и коммунальных служб с разъяснением опасности распространения борщевика Сосновского для природных экосистем и населения, начаты систематические исследования по обоснованию эффективных экологически безопасных методов ограничения его распространения и искоренения.

К настоящему времени появилось значительное число научно-практических рекомендаций по контролю за распространением и уничтожением гигантских борщевиков [1, 2, 8-10]. Одним из первых было «Практическое пособие по борьбе с гигантскими борщевиками (на основе европейского опыта борьбы с инвазивными сорняками)» [2]. Данное наставление разработано на основе результатов комплексных научных исследований по проекту «Giant Alien Project», выполнявшемуся в 2002-2005 гг. с участием более 40 ученых из 7 стран. Проект финансировался Европейской комиссией в рамках 5-й базовой Программы EESD (Energy, Environment and Sustainable Development). Пособие издано на 8 языках, в т.ч. и на русском. Следует однако подчеркнуть, что радикальных мер по ограничению гигантских борщевиков в многочисленных рекомендациях пока не предложено.

Становится все более очевидным, что уже принятые и предпринимаемые усилия недостаточны, чтобы ситуацию с распространением гигантских борщевиков взять под контроль. В этой связи необходим критический анализ предложенных мер и выполненных экспериментальных исследований, чтобы наметить наиболее эффективные подходы к решению данной проблемы.

Вместе с тем, накопленный опыт борьбы с инвазивными видами растений в целом, и гигантскими борщевиками в частности, показывает, что для полного искоренения гигантских борщевиков требуется применение не отдельных методов, а интегрированный комплексный подход. Как подчеркивают зарубежные исследователи [11], целесообразно использование подходов, заложенных в интегрированной стратегии управления сорными видами (Integrated Weed Management Strategy, IWMS). Выбор методов будет определяться площадью популяции, ее плотностью, доступностью участка для проведения мероприятий, их стоимостью и т.д.

На наш взгляд, при разработке мер по регулированию распространения и искоренению борщевика Сосновского необходимо знать и в максимальной степени учитывать как сильные, так и слабые стороны в цикле индивидуального развития этого растения.

Борщевик Сосновского – монокарпик, т.е. растения данного вида цветут и плодоносят один раз в жизни, после чего отмирают, оставляя многочисленное семенное потомство [12-14]. Однако время вступления растений в генеративный период сильно растянуто. Отдельные растения могут зацвести на 2-й год жизни, третий, четвертый и даже 10-й. Это сильно усложняет борьбу с этим инвазивным видом. С точки зрения формирования многолетних плантаций борщевика Сосновского как кормовой культуры монокарпичность признавалась серьезным недостатком, поскольку перешедшие к цветению растения отмирали и посев изреживался. Это вызывало необходимость закладывать плантации повышенными нормами высева, т.к. для значительной части семян борщевика характерен период глубокого покоя, или сдвигать уборку зеленої массы на период образования жизнеспособных семян у зацвѣвших растений, чтобы поддерживать плотность плантации за счет самосева. Поиски регуляторов роста, обработка которыми индуцировала бы переход особей к генеративному морфогенезу и последующему их отмиранию, является в этой связи перспективным подходом в решении проблемы.

Борщевик Сосновского размножается только семенами, при этом семенная продуктивность растения исключительно высокая. Потенциальная семенная продуктивность одного растения борщевика Мантегацци определяется в 60000 цветков, каждый из

которых дает 2 полуплодика, т.е. в сумме 120000 семян [15]. Чешские исследователи [16] зафиксировали растение борщевика Мантегацци, на котором сформировалось 107800 семян. Наиболее часто в популяциях присутствуют растения, семенная продуктивность которых колеблется в пределах 10-40 тысяч семян [17]. Большинство их при созревании легко осыпается при малейшем соприкосновении с растением. Это также определялось как недостаток борщевика Сосновского, поскольку сложно было в производственных условиях налаживать его семеноводство. При осипании семян в непосредственной близости от генеративного побега, на почве и в почве формируется «семенной банк», который, с учетом растянутого периода покоя семян, обеспечивает возобновление популяции на протяжении многих лет, даже если в последующие годы не происходит его пополнение. Тщательные многолетние исследования популяций борщевика Сосновского на Сахалине и выполненные на их основе расчеты [18] показывают, что имеющиеся в 0-3 см слое запасы семян, даже при отсутствии новых семенных поколений, будут достаточны для существования устойчивого ценоза борщевика Сосновского по крайней мере в течение 15 лет. Это самый трудный и сложный барьер, который необходимо будет преодолеть в решении проблемы искоренения борщевика Сосновского. С учетом этого обстоятельства, цитируемые выше авторы приходят к неутешительному выводу, что «...полное уничтожение борщевика Сосновского на острове Сахалин в настоящее время, наверное, невозможно».

В связи с вышеприведенным, основные мероприятия по искоренению борщевиков, особенно на начальном этапе, должны базироваться на том, чтобы не дать растениям пополнять запас семян в почве, т.е. из популяции всеми доступными средствами необходимо удалять цветоносы до начала раскрывания цветков.

Еще одна важная биологическая особенность борщевика Сосновского – явление геофилии. Она заключается в том, что по мере развития проростка во взрослое растение верхушечная почка (точка роста) постепенно погружается в почву за счет сжатия гипокотиля и верхней части корня. В итоге она оказывается в почве на глубине 8-10 см и более, где формируется характерная для борщевиков морфоструктура – стеблекорень. Стеблекорень – это фактически корнеплод, который образуется и у других представителей зонтичных (морковь, пастернак, петрушка).

Головка стеблекорня представляет собой сильно укороченный вегетативный побег растения борщевика (от нескольких миллиметров до 1-1,5 см). На ней находится верхушечная почка, апикальная меристема которой вычленяет зачатки листьев. В пазухах листьев закладываются пазушные почки, однако у борщевика Сосновского они в дальнейшем не развиваются и находятся в состоянии глубокого покоя [13]. Они могут трогаться в рост при удалении верхушечной почки. При переходе в генеративную фазу в верхушечной почке начинают формироваться зачатки соцветий и цветков. К генеративному морфогенезу переходят и все пазушные почки растения. Поэтому при срезании цветоносов на уровне поверхности почвы, из находящихся в покое пазушных почек на подземной части побега формируются только генеративные побеги. Возобновление растений, в этом случае, как на это часто указывается во многих работах, не может произойти. Также неверным является утверждение, что борщевик Сосновского может возобновляться из почек на корнях.

Нахождение укороченного вегетативного побега в почве на глубине до 10-12 см обеспечивает высокую устойчивость гигантских борщевиков при скашивании, поедании листьев животными, высокую зимостойкость. Выкапывание стеблекорня является эффективным приемом искоренения борщевиков. Эффективным будет и срезание головки стеблекорня, но при условии, что будут удалены и все покоящиеся почки, сформировавшиеся в пазухах листьев.

Разработка мероприятий по ограничению распространения и искоренению гигантских борщевиков должна учитывать ряд узловых моментов:

- гораздо эффективнее предотвратить появление гигантских борщевиков на новых территориях, чем потом проводить в течение многих лет комплекс мероприятий по их искоренению;

- нельзя допускать для устройства новых газонов использование почвы с участков, где ранее произрастали борщевики. В последние годы по этой причине произошло сильное засорение борщевиком Сосновского новых микрорайонов г.Минска и вдоль кольцевой дороги;

- борьба с борщевиком Сосновского должна вестись поэтапно. Сначала нужно взять под контроль отдельные экземпляры растений

и их небольшие заросли, постепенно переходя к уничтожению более крупных популяций;

- должны быть запрещены посевы и разведение гигантских борщевиков как декоративных растений на землях любой формы собственности;

- наличие цветущих особей на землях любой формы собственности должно рассматриваться как чрезвычайное происшествие, землепользователи должны за нарушение этого требования нести административную ответственность и наказываться штрафами;

- осуществлять наблюдение за реками, ручьями и городскими ливневыми системами. Если рядом с участком есть водные коридоры, то выше по течению не должно быть популяций этих растений, иначе с них будет идти постоянное засорение новыми семенами. Вода является одним из главных факторов распространения семян гигантских борщевиков [19]. Эксперименты в Шотландии показали, что семена остаются на плаву 1,5 дня в бурной воде и 3 дня в спокойной [20]. При скорости водного потока всего лишь 0,1 м/сек они за это время могут быть перенесены на расстояние до 10 км [11].

- контроль за автомобильными и железнодорожными транспортными путями (там, где ведется постоянное скашивание растительности на обочинах борщевики встречаются редко);

- проведение разъяснительной работы с населением через средства массовой информации, обучение населения идентификации гигантских борщевиков и методам предотвращения распространения их на участках. Так в Литве и Эстонии сняты специальные фильмы, показывающие особенности мер борьбы с гигантскими борщевиками и безопасность при контакте с ними [21]. Проведение практической учебы (семинаров) для специалистов, осуществляющих мониторинг и контроль за уничтожением популяций гигантских борщевиков;

- осуществление мониторинга, - несмотря на то, что семена при хранении в лабораторных условиях быстро теряют всхожесть (второй год всхожесть составляет около 50%, на третий только 10%), в почве жизнеспособные семена могут сохраняться до 10 лет. В этой связи за участками, где раньше росли гигантские борщевики, необходим длительный мониторинг.

Для эффективного контроля за распространением гигантских борщевиков необходимо утвердить План мероприятий для каждого административного района, обязать землепользователей и руководителей учреждений и организаций всех форм собственности своевременно и в полном объеме выполнять мероприятия разработанного Плана с представлением отчета по их проведению.

Важное значение в Плане мероприятий придается обследованию земельных участков с целью выявления мест локализации всех зарослей борщевика, их картированию и определению занимаемой ими площади.

В США борщевик Мантегацци еще в 1974 включен федеральный закон о карантинных сорняках (Federal Noxious Weeds Act of 1974) и сейчас во всех районах распространения борщевика Мантегацци существуют специальные университетские программы, включающие определение растений, контроль за динамикой распространения популяций, работу с общественностью и СМИ, проведение научно-практических семинаров, работу добровольцев по выявлению новых популяций. В Великобритании в 1981 году принят закон о контроле и уничтожению растений борщевика Мантегацци (Wildlife and Countryside Act, 1981).

Уничтожение гигантских борщевиков включает ручные и механические методы, использование гербицидов. Некоторые методы искоренения лучше применять на маленьких участках, другие на больших. Выбор метода зависит от среды обитания, стадии развития растений, площади популяции и др. Чаще всего используется целый комплекс способов для их уничтожения. Рассмотрим более подробно предлагаемые в настоящее время методы.

Полное удаление стеблекорня. Полное удаление стеблекорня - трудоемкий, но и самый эффективный метод, благодаря которому растение уничтожается после одной операции. Ручной метод эффективен и экономически выгоден для уничтожения отдельных экземпляров или небольших популяций, - менее 200 растений. На больших популяциях данный метод применяется редко, и только при наличии времени и достаточной рабочей силы. Плотность популяций может колебаться в значительных пределах, от 1-3 до 20 и более взрослых особей на 10 м^2 [11].

Срезание верхней части стеблекорня. Если на данном участке семена не будут попадать в почву в течение нескольких лет, то

путем срезания головки стеблекорня можно добиться полного уничтожения популяции за это время. Головку стеблекорня срезают под землей, используя лопату или мотыгу с острым лезвием, чтобы на оставшейся в почве его части не было почек, которые могут потом дать побеги возобновления. Чтобы сделать этот метод уничтожения более эффективным, спустя 1-2 недели после операции участок снова осматривают и подрезают стеблекорни, пропущенные в первый раз. Эффект будет еще выше, если после этих операций отрастающие растения обработать гербицидом, что гарантирует полное уничтожение растений гигантских борщевиков [1].

Вытягивание растений с корнем. Молодые растения могут быть легко удалены с корнем, путем вытаскивания их рукой из почвы в самом начале весны, когда почва сырая, а ее поверхность свободна от других видов растений. Поскольку стебли у молодых растений борщевика еще не одревесневшие, они могут легко обламываться, поэтому тянуть их надо мягко, чтобы гарантировать полное удаление корня. Можно использовать лопатку или другой маленький ручной инструмент, который может помочь вытаскиванию корней из почвы. Для более взрослых растений данный метод очень трудоемок.

Удаление соцветий или цветоносов в период бутонизации и начала цветения. Удаление соцветий эффективный метод уничтожения борщевиков на небольших площадях, но в то же время он и один из самых опасных, так как при проведении данной операции сок растений может попасть на открытые участки тела. Удаление соцветий может быть столь же эффективным как и уничтожение целого взрослого растения. Растение после цветения отмирает, поэтому основная задача, как уже отмечалось выше, не дать ему оставить потомство. Выбор времени удаления соцветий является определяющим для данной операции. Если удаление происходит слишком рано, то растение может сформировать боковые побеги и дать жизнеспособные семена. Наиболее эффективно удаление зонтиков в период бутонизации — начала цветения краевых цветков на главном соцветии. Удаление зонтиков может быть проведено и после формирования семян, но до их созревания, чтобы при срезании соцветий семена не опадали на почву. Через несколько недель после проведения данной операции нужно повторно проверить участок и удалить появившиеся

соцветия. Для срезания может использоваться секатор или любой другой острый режущий инструмент с длинной ручкой, чтобы исключить соприкосновение с растением. Срезанные зонтики помещают в крепкие полиэтиленовые мешки для мусора. В мешках на солнце происходит нагревание соцветий, при высокой температуре и влажности в этих условиях семена быстро теряют жизнеспособность. В некоторых странах, например в Латвии, после удаления зонтиков специальными механизированными бригадами полиэтиленовые мешки, в которые помещаются зонтики, уничтожаются путем сжигания. Если сроки для обрезки бутонов и соцветий борщевика вручную всё же были упущены, а все растения просто скошены, необходимо контролировать участок и при появлении новых боковых побегов с зонтиками сразу их уничтожать.

Нами опробован и показал высокую эффективность способ подрезания цветоносов обыкновенной лопатой с длинным черенком. Цветонос подрезают вровень с поверхностью почвы. Наиболее оптимальный срок удаления цветоносов – начало раскрывания краевых цветков на центральном зонтике [22].

Сжигание. Очень эффективный способ уничтожения семян борщевиков в период их созревания. Самое главное в данном случае точно определить время проведения мероприятия. Лучше его проводить до начала полного созревания плодов на центральном, самом крупном зонтике. Этот метод требует максимальной осторожности и аккуратности. Перед поджиганием можно облить растения горючей жидкостью так, чтобы она попала на зонтики с плодами. В период горения зонтиков важно соблюдать меры предосторожности, так как из плодов борщевика будут выделяться горючие эфирные масла. Необходимо соблюдать противопожарную безопасность, стараться не допускать попадания сока растений на открытые участки тела и одежду.

Вспашка. Это один лучших методов механического уничтожения гигантских борщевиков, хотя и должен применяться для полного их уничтожения в течение нескольких лет, так как крупные стеблекорни способны к прорастанию даже после оборота плугом почвенного пласта. Крупные стеблекорни при перепашке желательно выбирать вручную и удалять за пределы поля. Вспашка значительно снижает и количество проросших семян. Лучшие результаты получаются, если перед вспашкой применены

гербициды. Несмотря на видимый быстрый эффект нужно постоянно помнить о возможности появления новых растений борщевика на участке, даже после оборота пласта.

Скашивание растений. Скашивание растений должно применяться для уничтожения популяций борщевиков, по крайней мере, 2-3 раза за вегетацию в течение нескольких лет, пока не будут исчерпаны запасы питательных веществ в стеблекорнях. После скашивания у борщевиков через несколько недель быстро отрастают новые листья. Повторное кошение должно проводиться не позже, чем через 3-4 недели после первого. Этот приём эффективен для уничтожения генеративных побегов борщевика, несущих соцветия. Ручное кошение применяется на небольших участках, неудобных для применения техники. Кошение необходимо проводить до цветения растений. Если цветоносы удаляются в период цветения и начала завязывания плодов, они сразу же должны быть убраны в кучи и сожжены, так как генеративный побег имеет запас питательных веществ, достаточный для того, чтобы в главном зонтике упавшего растения дозрели завязавшиеся семена. Не рекомендуется скашивание борщевиков в момент осыпания семян с растений, ибо это будет приводить к рассеиванию семян на еще большой площади и распространению их на новые территории. В местах, где регулярно проводится скашивание вегетирующих растений (обочины ведущих автомагистралей), распространение борщевика не происходит, поскольку растения не могут оставить семенное потомство. Наиболее эффективно скашивание при появлении цветоносов. При скашивании в фазе розетки листьев цветоносные побеги практически не удаляются, а лишь ослабляется растение в целом, что приводит в дальнейшем к уменьшению числа и массы семян [23]. Наличие борщевиков на сенокосных угодьях не должно пугать производственников. Зеленая масса с их участием поедается животными и хорошо сilosуется. Главное производить уборку до массового цветения растений. Если это сделать невозможно, необходимо удалять цветоносы вручную.

Использование укрывных затеняющих материалов. Это эффективный метод при правильном его применении. Рекомендуется на небольших участках, в первую очередь на территориях населенных пунктов. В качестве укрывающего материала используется черная полиэтиленовая пленка толщиной 100 мкм. Пленку закрепляют на поверхности участка, на

определенном расстоянии по всей ее площади раскладывают груз, например полиэтиленовые мешочки, наполненные почвой или песком. Это необходимо для того, чтобы растущие из стеблекорня листья и побеги не приподняли пленку. Черная пленка не пропускает свет и не допускает развития проростков борщевиков, как и других сорняков. Кроме черной пленки, используют геотекстильные материалы или геополотно – нетканые иглопробивные материалы, которые успешно применяются в настоящее время при строительстве, реконструкции и ремонте автодорог. Геополотно выполняет функции армирования, гидроизоляции, защиты дорожных конструкций, откосов, насыпей от эрозии почвы. Геополотном закрывают вегетирующие растения борщевика (обычно после скашивания), сверху на него насыпают грунт 5 см толщиной и производят посев злаковых трав. Такой прием не дает возможности развиваться растениям борщевика из стеблекорня, а также появиться всходам из семян, имеющихся в почве [8].

Укрытие растений и семян большим слоем грунта. Это очень эффективный метод, особенно при благоустройстве. Для того, чтобы семена не могли прорастти, а вегетирующие растения погибли, участок необходимо засыпать чистым грунтом слоем 30-50 см. Данный метод широко используется при реконструкции Лошицкого парка в Минске.

Применение гербицидов. Одновременно с введением борщевика Сосновского в культуру возникла необходимость разработки системы мероприятий по ликвидации его старовозрастных посевов. В учхозе «Михайловское» Московской сельскохозяйственной академии им.К.А.Тимирязева в 1984-1986 гг. с этой целью проводились специальные исследования [24, 25]. Изучали применение гербицидов: 2,4ДА, 2,4Д октиловый эфир, 2М-4Х, раундап, тордон 22К, диален; десикант реглон. Растения обрабатывали в фазе розетки листьев, фазе стеблевания, цветения, начале созревания плодов на центральном зонтике. Для ликвидации старовозрастного посева борщевика Сосновского рекомендована обработка раундапом при норме расхода 7,2-14,4 кг/га в фазу розетки листьев после первого укоса, последующее через 30 дней лущение на глубину 7-9 см, затем вспашка на глубину 20-22 см и предпосевная подготовка почвы под посев озимой ржи.

С целью уничтожения борщевика Сосновского по обочинам дорог и другим угодьям несельскохозяйственного использования цитируемый выше автор рекомендует применять лонтрел при норме расхода 4,8 кг/га в фазе цветения, раундап – 14,4 кг/га в фазу розетки листьев, тордон 22К – 1,25 кг/га в фазу розетки листьев и стеблевания.

Специалисты Латвийского исследовательского центра защиты растений [21] в качестве наиболее эффективного гербицида также рекомендуют раундап в дозе 5 л/га рано весной с последующей глубокой вспашкой и посевом смеси многолетних трав – ежа сборная, овсяница красная, мятыник луговой (40:30:30).

В западноевропейских странах для уничтожения борщевика Мантегации предлагается лишь раундап в максимально рекомендуемой дозе (до 6 л/га) [2, 3].

Сотрудники Санкт-Петербургского НИИ лесного хозяйства с 1998 года занимаются разработкой и совершенствованием технологий борьбы с борщевиком Сосновского с применением гербицидов [26]. В статье приводятся наиболее интересные результаты, полученные в последние 4 года. Обработку проводили в 2-3 срока. Первый – фаза семядолей и 2-х листьев; второй – выдвижение цветоноса; третий – фаза плодоношения. При обработке раундапом в первый и второй сроки через месяц проективное покрытие почвы растениями борщевика Сосновского снижалось до 3-4%. Однако уже через 2 месяца происходило интенсивное восстановление популяции за счет сохранившихся экземпляров и обильного развития молодых растений из семян. Анкор-85 (0,3 кг/га) действовал медленнее, но продолжительнее раундапа. Смесь раундапа с анкором-85 (5 л/га+0,2 кг/га) эффективно и быстро подавляла разновозрастные растения. В ряде случаев через 2-3 месяца достигалась 100% эффективность, однако с середины следующего года популяция постепенно восстанавливалась из имеющегося в почве запаса семян.

Специалисты Института защиты растений НАН Беларуси на землях несельскохозяйственного пользования рекомендуют применять глифосатодержащие гербициды в норме до 6 л/га, а также гербициды на основе сульфурон метила – анкор-85 и террсан в норме 0,12-0,35 кг/га. Для эффективного подавления растений предлагается баковая смесь анкора-85 (0,35 кг/га) с раундапом (4 л/га) [27].

Сотрудники Мордовского госуниверситета (г.Саранск, РФ) делают вывод, что применение гербицидов наиболее эффективно на однолетних растениях, чем на растениях 2-го и 3-го годов жизни. Они рекомендуют применять системный гербицид ковбой в дозе 0,19-0,23 л/га или раундап – 5 л/га [28]. Инъекционное введение в стебли в фазе бутонизации рекомендуется на коллекциях в ботанических садах, а также в городской черте, где наземное опрыскивание растений недопустимо по экологическим соображениям. Для инъекций в прикорневую зону использовали шприц объемом 10 мл и раундап в концентрации 25 мл/л воды [29].

В рекомендациях НИИСХ Северо-Востока им.Н.В.Рудницкого, г.Киров [9] предлагается использовать обработку вегетирующих растений глифосатсодержащими гербицидами в дозе 3-8 л/га, инъекцию гербицида в стебель для одиночных растений, а в садах и приусадебных участках – засыпать место среза растения 0,5-1,0 см слоем поваренной соли или опрыснуть гербицидом.

Как показывает уже накопленный опыт, применение глифосатсодержащих гербицидов наиболее эффективно в сочетании с агротехническими мерами в первую очередь на молодых или ослабленных растениях.

При анализе экспериментального материала, полученного цитируемыми выше авторами, обращает на себя внимание факт применения гербицидов на растениях, вступивших в генеративный период развития, т.е. проведение обработки в фазы бутонизации, начала цветения, начала созревания семян путем инъекции гербицидов в цветоносы. Естественно возникает вопрос, зачем применять гербициды с целью уничтожения цветущих растений, которые и так отомрут, поскольку они монокарпички. Экологически безопаснее удалять цветоносы механическим способом. Можно предполагать, что введение в эксперименты вариантов по уничтожению гербицидами растений, находящихся в генеративном периоде развития, является следствием недостаточных сведений по особенностям цикла индивидуального развития растений борщевика Сосновского. В научной и научно-технической литературе очень часто встречаются утверждения, что борщевик Сосновского возобновляется «от корней», «от корневищ» и т.д. В наших многолетних наблюдениях после удаления цветоносов отмечалось появление только генеративных побегов из спящих почек (как правило, расположенных на подземной части побега).

Возобновляться может лишь розетка листьев у растений, которые не перешли к генеративному морфогенезу.

Стравливание путем выпаса скота. В этом случае плантацию борщевика огораживают и используют как пастбище. Хорошие результаты получены при выпасе овец (20-30 овец на 1 га), а также коз и лошадей. Период начала интенсивного роста растений – лучшее время для выпаса [30, 31]. В местах естественного распространения гигантских борщевиков на Кавказе овцы являются хорошим регулятором численности их популяций. Кроме поедания надземной части растений, они острыми копытами в значительной степени повреждают стеблекорень, и особенно почки возобновления. В отдельных местах выпасают крупный рогатый скот и свиней [19].

Использование природных патогенов и вредителей гигантских борщевиков. Уже имеющийся мировой опыт по ограничению распространения и уничтожению вредоносных инвазивных видов растений подтверждает высокую эффективность использования естественных возбудителей болезней и вредителей-фитофагов для ограничения их распространения. Это наиболее экологичные методы, применение которых позволяет поддерживать численность популяций инвазивного вида на экономически и экологически допустимом уровне.

Вредители и болезни, развивающиеся на борщевике Сосновского, были исследованы в 1980-х годах при введении его в культуру. За 8 лет наблюдений в Московской области на борщевике Сосновском выявлено 14 видов насекомых, однако по своей многочисленности и потенциальной вредоносности выделены 2 вида [32]. Это борщевичная пестрокрылка (буравница) и борщевичная фитомиза. Оба насекомых откладывают яйца в ткани листьев. Появляющиеся личинки пестрокрылки прокладывают характерные пузыревидные коричневые ходы различной конфигурации. Личинки борщевичной фитомизы делают ходы в виде узких извилистых ленточек. Борщевичная фитомиза специализированный вредитель, встречается только на растениях рода *Heracleum*.

Другим потенциально опасным вредителем борщевика Сосновского является борщевичная моль. Ее личинки развиваются внутри цветоносов, продвигаются до соцветия, проделывают ходы в лучах зонтиков, успевая в значительной степени обять цветки

до распускания, что существенно снижает семенную продуктивность растения [33].

Позже М.Г.Кривошеина [34] поставила цель выявить насекомых – вредителей у набора зонтичных растений в Московской области и оценить возможность их использования в борьбе с борщевиком Сосновского. Всего на борщевике собрано 23 вида, относящихся к 4 отрядам. По сравнению с другими видами это немного. Так на дуднике лесном выявлено 118 видов, на других видах зонтичных от 28 до 60 видов. Автор делает вывод о меньшей привлекательности борщевика Сосновского для насекомых по сравнению с другими видами зонтичных. Кроме того, было проведено одновременное обследование 5 дикорастущих и культурных видов (дудник, сныть, тмин, укроп, любисток), чтобы выявить, какие виды насекомых охотно посещают борщевик Сосновского и которых не отпугивает специфический запах его эфирных масел. Установлено, что из 118 видов насекомых, отловленных на дуднике, 10 посещают цветки борщевика. Однако если на дуднике доминирующим является жук *Oedemera flavesrens*, то на борщевике таким была складчато крылая оса *Dolichovespula saxonica*. Из 23 видов, отмеченных на борщевике, потенциальную опасность для растения представляют два вида - зонтичная (борщевичная) моль и фитомизиды (мухи-агромизиды).

Фитопатогенное обследование посевов борщевика Сосновского в 1975-1982 гг. в ряде хозяйств Ленинградской области показало, что из грибных болезней на растениях наиболее распространена мучнистая роса (возбудитель *Erysiphe umbelliferatum f. heraclei*), аскохитоз (возбудитель *Ascohyta heraclei*), цилиндроспороз (возбудитель *Cylindrosporium heraclei*) [33].

В странах Западной Европы при разработке биологического метода особое внимание уделяется изучению энтомофауны (фитофагов), которые заселяют и питаются на различных видах рода *Heracleum* L. [3, 35], при этом наряду с изучением местных фитофагов, исследуются вредители борщевиков в местах их естественного произрастания. Отмечается [35], что заслуживают внимания следующие виды насекомых: *Cavariella theobaldi* Gill-Bragg, *Dysaphis laubertii* Born., *Paramyzus heraclei* Burner, *Phytomyza spondylii* R.-D., *Phylophylla heraclei* L., *Depressaria pastinacella* Dup, *Orthops campestris* L. и *Orthops kalmi* L.

Таким образом, анализ современного состояния проблемы ограничения распространения и искоренения борщевика Сосновского показывает ее сложность и тот факт, что предложенные меры пока не позволяют взять ситуацию под контроль. Из приведенных выше экспериментальных данных, опыта борьбы с этим опасным инвазивным видом вытекают несколько наиболее важных выводов:

1) необходимо всеми предложенными на сегодняшний день средствами удалять из зарослей борщевика цветоносы, чтобы остановить его дальнейшее расселение и пополнение запаса семян в почве;

2) самой сложной представляется задача уничтожения семян в почве, запасы которых будут обеспечивать восстановление популяций борщевика Сосновского на протяжении 10 и более лет, даже при отсутствии новых семенных поколений;

3) с учетом того, что за последние благоприятные для роста и развития борщевика Сосновского годы в почве накопился большой запас его семян, применение самых эффективных гербицидов не приведет к быстрому уничтожению этих инвазивных видов и, во многом, не оправдывает возлагаемые на этот химический метод надежды, к тому же применение гербицидов разрешается лишь на ограниченных площадях;

4) на наш взгляд, более эффективным и экологически безопасным представляется применение регуляторов роста, стимулирующих переход наибольшего числа особей в популяции к цветению и, следовательно, их последующему отмиранию, а также гаметоцидов, что приведет к стерилизации генеративных органов (пыльцы, пестиков) и не позволит растениям формировать жизнеспособное потомство (семена);

5) накопленный опыт показывает, что наиболее эффективным будет интегрированный подход к уничтожению борщевика Сосновского, оптимально сочетающий использование агротехнических, механических и химических методов в зависимости от численности популяции, наличия материальных ресурсов, экологического статуса территории. В целом же становится очевидным, что борьба с этим инвазивным видом будет долгой и трудной.

Литература

1. Ламан Н.А., Прохоров В.Н., Масловский О.М. Гигантские борщевики – опасные инвазивные виды для природных комплексов и населения Беларуси / Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси: Минск, 2009. 40 с.
2. Практическое пособие по борьбе с гигантскими борщевиками (на основе европейского опыта борьбы с инвазивными сорняками) / ред. Ш.Нильсен, Г.П.Равн, В.Нетвиг, М.Вэйд. Hoersholm, Denmark, 2005. 43 с.
3. Ecology and management of giant hogweed (*Heracleum mantegazzianum*) / editted by P. Pyšek, M.J.W.Cock, W.Nentwig, H.P.Ravn. CABI, 2007. 324 p.
4. Ламан Н.А., Шикалов Р.Ю. // Белорус.сельхоз-во. 2009. № 11. С.60-62.
5. Прохоров В.Н., Ламан Н.А. // Проблемы биологического разнообразия и использования биологических ресурсов: Материалы Международной научно-практической конференции (Минск, 18-20 ноября 2009 г.). 2009. Ч. 2. С.134-136.
6. Виноградова Ю.К., Куклина А.Г., Майоров С.Р. Внимание: Борщевик Сосновского. М.:ГЕОС, 2009. 8 с.
7. Pyšek P., Hulme P.E. // Ecoscience. 2005, Vol.12. P.302-315.
8. Методические рекомендации по борьбе с неконтролируемым распространением борщевика Сосновского (составители Н.В.Далбкэ, И.Ф. Чадин). Сыктывкар, 2008. 28 с.
9. Борщевик (меры борьбы). Киров, 2009. 12 с.
10. Ткаченко К. // В мире растений. 2010. № 2. С.20-23.
11. Page N.A., Wall R.E., Derbyshire S. J., Mulligan G.A. // Canadian J. Plant Science. 2006. Vol.86. P.569-589.
12. Кудинов М.А., Касач А.Е., Чекалинская И.И., Черник В.В., Чурилов А.К. Интродукция борщевиков в Белоруссии. Минск.: Наука и техника, 1980. 280 с.
13. Шумова Э.М. Изучение онтогенетического морфогенеза борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) и борщевика Монтегацци (*Heracleum mantegazzianum* Somm. et Levier.) в связи с введением в культуру. Автореф.дисс. на соиск. ученой степени канд.биол.наук. Москва, 1970. 15 с.
14. Сацыперова И.Ф. Борщевики флоры СССР – новые кормовые растения: перспективы использования в народном хозяйстве. Л.:Наука, 1984. 218 с.
15. Tiley G.E.D., Philip B. *Heracleum mantegazzianum* (giant hogweed) and its control in Scotland / In: L.C. de Waal, L.E. Child, P.M. Wade, P.M. and J.H. Brock (eds). *Ecology and management of invasive riverside plants*. John Wiley & Sons Ltd., Chichester, 1994. P.101-109.
16. Pyšek P., Pyšek A. // J. Veg. Sci. 1995. Vol. 6. № 5. P.711-718.
17. Ткаченко К.Г. // Растительные ресурсы. 1989. Т.25, Вып. 1. С.52-61.
18. Смирнов А.А., Корнева И.Г. // Растительные ресурсы. 2010. Т.46. Вып. 2. С.18-23.
19. Morton J.K. // Canadian Field Naturalist. 1978. Vol.92. № 2. P.182-185.
20. Clegg L.M., Grace J. // Transactions from the Proceedings of the

Botanical Society of Edinburgh. 1974. Vol. 42, № 2. P.223-229.

21. Ванага И., Гуркина Е. // Ин-т защиты растений Нац. акад. наук Беларуси. Минск, 2006. Вып. 30, ч. 1. Стратегия и тактика защиты растений. С.81-84.

22. Ламан Н.А., Прохоров В.Н. Гигантские борщевики – злостные инвазивные виды растений. Минск: РУП «Минсктипроект», 2010. 4 с.

23. Tiley G.E.D., Philip B. // Asp. Appl. Biol. 1992. Vol. 29. P.463-466.

24. Полянский Н.В. // Защита растений. 1989, № 8. С. 29.

25. Полянский Н.В. Агротехнические и химические способы ликвидации старовозрастных посевов борщевика Сосновского. Автореферат кандидатской диссертации. М., 1987. 20 с.

26. Егоров А.Б., Бубнов А.А., Павлюченкова Л.Н. // Защита и карантин растений. 2010. № 3. С.74-75.

27. Сорока С.В., Якимович Е.А., Ивашкевич А.А. Методические рекомендации по борьбе с борщевиком Сосновского на территориях населенных пунктов. Минск: ВЮА, 2011. 40 с.

28. Бочкарев Д.В., Зайчикова Т.Ф., Никольский А.Н. // Научные основы семеноводства и агротехнологий сельскохозяйственных культур в условиях Евро-Северо-Востока РФ, 2007. С.429-432.

29. Бочкарев Д.В., Никольский А.Н., Зайчикова Т.Ф. // Применение средств химизации в технологиях адаптивно-ландшафтного земледелия: Материалы международной научной конференции молодых ученых и специалистов, 2009. С.28-30.

30. Andersen U.V. Sheep grazing as a method of controlling *Heracleum mantegazzianum* // in: de Waal, L.C., L.E. Child, P.M. Wade & J.H. Brock (eds). Ecology and management of invasive riverside plants. Chichester, John Wiley & Sons Ltd, 1994. P.71-91.

31. Andersen U.V., Calov B. // Hydrobiologia. 1996. Vol. 340. P.277-284.

32. Кабыш Т.А. // Защита растений. 1985, №7. С.25-26.

33. Вахрушева Т.Е., Переверзев Д.С. // Защита растений. 1984, №3. С.53.

34. Кривошина М.Г. // Бюл.Моск.о-ва испытателей природы. Отд.биол. 2009. Т.114. № 1. С. 26-28.

35. Wrzesinska D. // Postepy nauk rolniczych. 2006. Vol.53. № 3. P.39-50.

**Н.А. ЛАМАН, В.Н. ПРОХОРОВ
СПОСОБЫ ОГРАНИЧЕНИЯ, РАСПРОСТРАНЕНИЯ И
ИСКОРЕНЕНИЯ ГИГАНТСКИХ БОРЩЕВИКОВ:
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ**

Резюме

В статье обсуждается современное состояние проблемы ограничения распространения и искоренения опасных инвазивных видов растений – гигантских борщевиков – на примере, главным образом, борщевика

Сосновского. Приведены сведения по предложенным к настоящему времени методам уничтожения этих растений – агротехническим, механическим, химическим и биологическим. С учетом анализа уже накопленного опыта борьбы с гигантскими борщевиками обосновываются наиболее эффективные способы ограничения распространения этих инвазивных видов. Сделан вывод, что борьба с гигантскими борщевиками будет долгой и трудной.

N. LAMAN, V. PROKHOROV
METHODS OF LIMITATIONS OF ERADICATION GIANT HOGWEED: CURRENT STATE OF PROBLEM

Summary

The article discusses the current state of limiting the spread and eradication of dangerous invasive species - Giant Hogweed - for example, mainly *Heracleum sosnowskyi*. Provides information on the proposed to date methods for the destruction of these plants - agro-technical, mechanical, chemical and biological. An analysis of the already accumulated experience in the fight to the giant Hogweed settle the most effective ways to curb the spread of these invasive species. Concluded that the fight against Giant Hogweed is a long and difficult.

Поступила в редакцию 14.03.2011 г

УДК 631.589:635.21:631.532.2

В.Г. РЕУЦКИЙ, Е.С. ЗУБЕЙ, Т.А. СКУРАТОВИЧ,
П.А. РОДИОНОВ

**АЭРОПОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА
МИНИКЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ**

*Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича
НАН Беларуси*

Введение. Одним из наиболее узких звеньев технологической цепи производства семенного картофеля является получение необходимого объема гарантированно оздоровленных миниклубней. Процесс этот включает в себя несколько этапов. Вначале не содержащее вирусов растение черенкуют и помещают в пробирки на среду Мурасиге-Скуга. Через 15-20 суток подросшие микроклоны извлекают из пробирки и 1,5 - 2,0 недели доращивают на каком-либо твердом субстрате. За этот период пробирочные растения полностью адаптируются к новым условиям. Далее, чтобы довести их до генеративной фазы, получить миниклубни,