

УДК 582

Ботаника (исследования): Сборник научных трудов. Выпуск 47 / Ин-т эксперимент. бот. НАН Беларуси – Минск: 2018. – 308 с.
ISSN 2221-9927.

В сборнике 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.

Публикуемые в сборнике научные статьи рецензируются ведущими специалистами в области ботаники, экологии, физиологии и биохимии растений.

Редакционная коллегия:

акад. НАН Беларуси, проф. Н. А. Ламан
акад. НАН Беларуси, проф. В. И. Парфенов
д. б. н., проф. Н. Г. Аверина
к. б. н. Д. Г. Груммо
д. б. н., проф. В. В. Карпук
к. б. н. Н. А. Копылова
д. б. н. В. Н. Прохоров
к. б. н. А. В. Пугачевский
д. б. н. Г. Ф. Рыковский
д. б. н. В. В. Сарнацкий

Научные редакторы:

акад. НАН Беларуси, проф. Н. А. Ламан
акад. НАН Беларуси, проф. В. И. Парфенов

Ответственный секретарь

к. б. н. Т. А. Будкевич

ISSN 2221-9927

© ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича», 2018

© Оформление. ООО «Колорград», 2018

220072, г. Минск, ул. Академическая, 27,
Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси.
Факс +375 (17) 284-18-53, e-mail: nan-botany@yandex.by

В. Н. ПРОХОРОВ
**ИЗУЧЕНИЕ АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ
ИНВАЗИВНЫХ ВИДОВ В СВЯЗИ С ОГРАНИЧЕНИЕМ
ИХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ И ВОЗМОЖНОСТЬЮ
ХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

*Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича
НАН Беларуси, г. Минск*

Введение. Инвазивные чужеродные виды [1–2] представляют одну из наиболее серьезных угроз для биоразнообразия, экологической и продовольственной безопасности, защиты здоровья и жизнеобеспечения человечества. Многие из этих видов характеризуются высокой пластичностью, что позволяет им внедряться в новые для них экосистемы, высокой скоростью размножения, позволяющей быстро наращивать свою численность, и высокой конкурентной способностью, приводящей к подавлению или вытеснению аборигенных видов. Вопрос о том, почему инвазивные виды часто более конкурентоспособны в новом ареале, чем в родном, является центральным вопросом инвазионной биологии растений [3–6]. Существуют различные гипотезы для объяснения повышенной конкурентоспособности инвазивных видов растений [3, 7–9], среди которых основные включают фенотипическую пластичность [10–11], отсутствие естественных врагов [8], высокую конкурентоспособность [3, 9], выделение биологически активных соединений [7, 12]. Одним из свойств, позволяющих им вытеснять аборигенные виды и занимать новые экологические ниши, является их высокая аллелопатическая активность [13–22], поэтому изучение аллелопатического потенциала инвазивных видов представляет большой интерес [16; 18; 20–28].

В настоящее время большинство инвазивных видов практически не используется в народном хозяйстве ввиду их слабой изученности. В этой связи комплексная оценка аллелопатического потенциала инвазивных видов с целью поиска путей ограничения их распространения и использования в хозяйственных целях является перспективным направлением [22–24]. Это подтверждает и значительное увеличение в последние годы количества работ, посвященных этому вопросу [29–39].

Отмечается, что аллелопатия выполняет регуляторную функцию онтогенетического развития и фитоценотического взаимодействия [16], а выделяемые в процессе роста и развития растений вторичные метаболиты могут служить основой для разработки экологически безопасных биопрепаратов нового поколения [27–28, 40–44]. В зависимости от видовой и сортовой принадлежности компонентов растительного сообщества, а также от концентрации в них биологически активных веществ, последние могут являться как стимуляторами, так и ингибиторами прорастания семян, роста и развития растений [15, 45].

В этой связи, целью данной работы является оценка аллелопатического потенциала инвазионных видов для поиска путей ограничения их распространения и возможного использования в хозяйственных целях.

Материалы (объекты) и методы исследования. В качестве объектов исследования выбраны адвентивные виды с высокой инвазионной активностью во флоре Беларуси: борщевик Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden), галинзога мелкоцветковая (*Galinsoga parviflora* Cav.), золотарник канадский (*Solidago canadensis* L.), мелколепестник канадский (*Coniza canadensis* (L.) Cronq.), недотрога мелкоцветковая (*Impatiens parviflora* DC), рейнуртия японская (*Reynoutria japonica* Houtt.), рейнуртия сахалинская (*Reynoutria sachalinensis* (Fr.Schmidt. ex Maxim.) Nakai), череда олиственная (*Bidens frondosa* L.), шавель конский (*Rumex confertus* Willd.), эхиноцистис лопастной (*Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. et Gray).

Отбор проб растительного материала и почвы (из ризосферы модельных видов и основной почвы) проводили в местах нахождения популяций на территории г. Минска, а также в Дзержинском, Минском и Смолевичском районах Минской области. Пробы отбирали в основные фазы онтогенетического развития модельных видов. Так, например, аллелопатическую активность золотарника канадского оценивали на фазах отрастания и интенсивного роста побегов, бутонизации, цветения, плодоношения. Семена культурных растений были получены из НПЦ НАН Беларуси по земледелию.

Кроме того, проведено сравнение аллелопатической активности недотроги мелкоцветковой (*Galinsoga parviflora* Cav.), произрастающей в географически отдаленных друг от друга регионах с различными экологическими условиями: Республике Беларусь (г. Минск, Октябрьский район), Королевстве Бельгия (парковая зона г. Брюсселя, административный округ Укль).

Аллелопатическую активность оценивали по степени влияния водных экстрактов, полученных из сухой биомассы различных органов изучаемых видов [19, 21–22, 33], на прорастание и рост проростков тест-культур (кресс-салат обыкновенный, редис, сорт Французский завтрак) и ряда видов и сортов культурных и дикорастущих растений, таких как яровой ячмень (сорта Бровар, Водар, Гонар, Магутны, Сталы, Сябра, Фест), яровая пшеница (сорта Василиса, Ростань, Сабина, Сударыня), яровое тритикале (сорта Лана, Садко, Узор), озимая пшеница (сорта Легенда, Спектр, Сюита), озимое тритикале (Мара, Михась, Рунь), просо (сорта Галинка, Днепровское), райграс однолетний (сорт Ивацевичский местный), райграс пастбищный (сорт Пшавы), лисохвост луговой (сорт Криничный), овсяница луговая (сорт Зорка), овсяница красная (сорт Пяшчотная), ежа сборная (сорт Магутная), фестулолиум (сорт Удзячны), яровой рапс (сорта Водолей, Гермес, Магнат, Кромань, Явар), озимый рапс (сорта Арсенал, Добродей, Зорный, Лидер, Прогресс), горчица белая (сорта Южанка, Ярынка), репа (сорт Петровская), редька черная (сорт Зимняя), клевер луговой (Витебчанин), люцерна посевная (сорт Буручяня), вика посевная (сорта Мила, Натали, Удача), гречиха посевная (сорт Марта), люпин узколистный (сорта Миртан, Хволько, Жодинский, Ян), люпин многолистный (*Lupinus polyphyllus*

Lindl.), ярутка полевая (*Thlaspi arvense* L.), пастушья сумка обыкновенная (*Capsella bursa-pastoris* L.), пырей ползучий (*Elytrigia repens* L.).

Семена тест-культур проращивали в пластиковых чашках Петри (по 20 штук в каждой) на увлажняемой фильтровальной бумаге, для чего в чашках были сделаны по 2 продольные прорези, которые закрывали полосами фильтровальной бумаги. Чашки на специальных решетках устанавливали на поддон с водой таким образом, чтобы концы фильтровальной бумаги были опущены в воду. Семена проращивали в термостате при температуре 22 °С. Водный экстракт (на примере 10 %-ного) готовили следующим образом: 10 г сухого сырья заливали 100 мл кипятка и настаивали 1 час, затем процеживали, доводили до исходного объема (100 мл) и помещали в холодильник. В дальнейшем полученный настой разбавляли до нужной концентрации и добавляли на каждый фильтр в чашки Петри по 2 мл водного экстракта в различных концентрациях (0,001 %, 0,01 %, 0,1 %, 1 %, 10 %), в контрольные чашки - 2 мл дистиллированной воды (рис. 1). Повторность опыта 3-4-х кратная.

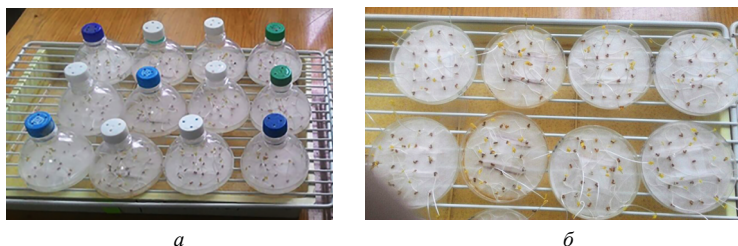


Рис. 1. Вид лабораторных опытов по изучению влияния водных экстрактов, полученных из различных органов инвазивных видов на прорастание и рост проростков тест-культур:

а – общий вид одного из вариантов опыта,
б – общий вид проростков редиса посевного во время съема информации.

Оценку аллелопатического влияния водных экстрактов, полученных из различных органов (семена, стеблекорень, корневище, корни, листовые пластинки, черешки, соцветия) инвазивных видов на разных этапах онтогенеза, на энергию прорастания, всхожесть и линейный рост анализируемых тест-культур проводили согласно ГОСТ 12038-84 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести».

Кроме того, оценивали влияние набухающих семян борщевика, а также их плодовых оболочек на прорастание семян различных культурных растений. С этой целью их проращивали совместно с нестратифицированными (способными к набуханию, но не прорастающими) семенами борщевика Сосновского в термостате при температуре 22 °С в чашках Петри на фильтровальной бумаге. В каждую чашку Петри помещали по 30 семян одного вида (контроль) или по 15 семян борщевика Сосновского и 15 семян исследуемого вида (соотношение 1:1) (рис. 2).

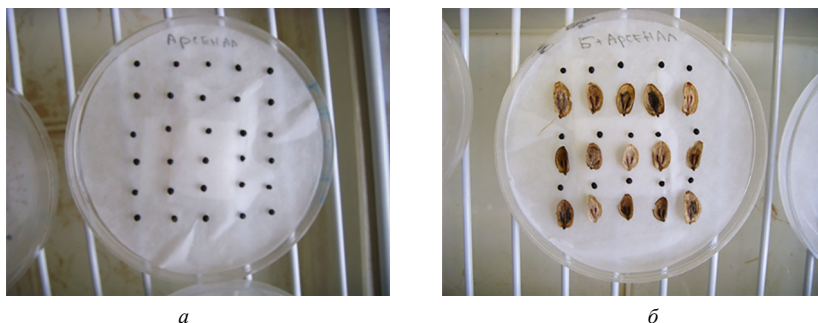


Рис. 2. Схема расположения семян тест-культур в контроле (а) и смеси семян тест-культур и семян борщевика Сосновского (б).

Оценку аллелопатического действия почвы из ризосферы инвазивных видов на жизнеспособность семян и длину проростков тест-культур проводили методом прямого биотестирования по А. М. Гродзинскому [13]. С этой целью почву для анализа отбирали: 1) из ризосферы изучаемого вида, растения которого выкапывали с почвенным монолитом на глубину 0–20 см; 2) из слоя 0–20 см почвы контрольного участка, на котором растения инвазивного вида отсутствовали. В последующем на опытной и контрольной почве проводили высев жизнеспособных семян кресс-салата. На основе данных о прорастании семян и линейном росте тест-культур оценивали аллелопатическую активность инвазивных видов.

Результаты исследований и их обсуждение. На основе полученных экспериментальных данных построена корреляционная матрица, показывающая степень влияния биологически активных веществ, выделяющихся при набухании семян борщевика Сосновского, на процессы роста и развития различных видов и сортов растений на начальных этапах развития.

Установлена высокая корреляция между влиянием выделяемых из семян борщевика Сосновского биологически активных веществ и принадлежностью тест-культур к определенным семействам (табл. 1).

Так, выявлено значительное стимулирующее действие набухающих семян борщевика Сосновского на всхожесть и рост проростков различных видов растений из семейства Крестоцветные (*Cruciferae*), особенно на различные сорта ярового рапса. При этом отмечается большая сортоспецифичность действия (рис. 3). Выявлено также значительное стимулирующее влияние набухающих семян борщевика на рост проростков и ряда других видов из семейства Крестоцветные – у редиса длина проростков составила 121,1 % в сравнении с контролем, у репы – 155,5 %.

Аналогичное действие наблюдалось также и в опытах с дикорастущими видами этого семейства. Наибольший эффект отмечался у проростков ярутки полевой (*Thlaspi arvense* L.), линейный размер которых составил более 144,7 % от контроля.

Таблица 1. Влияние набухающих семян борщевика Сосновского на рост проростков различных видов и сортов растений

| Культура, вид | Характер и направление взаимодействия |
|-----------------------------|---------------------------------------|
| <i>Зерновые культуры</i> | |
| Яровой ячмень | 0...+30 % |
| Яровая пшеница | +20...+40 % |
| Яровое тритикале | 0...+20 % |
| Озимая пшеница | 0...+20 % |
| Озимое тритикале | 0...+20 % |
| <i>Злаковые травы</i> | |
| Райграс однолетний | 0...+10 % |
| Райграс пастбищный | 0...+10 % |
| Лисохвост луговой | 0 % |
| Овсяница луговая | 0 % |
| Овсяница красная | 0 % |
| Ежа сборная | 0 % |
| Фестулолиум | 0...+10 % |
| Пырей ползучий | 0 % |
| <i>Бобовые травы</i> | |
| Клевер луговой | -50 % |
| Люцерна посевная | -30 % |
| Зернобобовые | |
| Люпин узколистный | -10...0 % |
| Люпин многолетний | 0 % |
| <i>Крестоцветные</i> | |
| Яровой рапс | +50...+70 % |
| Озимый рапс | +40...+70 % |
| Горчица белая | +20...+60 % |
| Редис | +30 % |
| Репа | +60 % |
| Ярутка полевая | +50 % |
| Пастушья сумка обыкновенная | +10 % |
| <i>Кружяные</i> | |
| Гречиха посевная | +20 % |

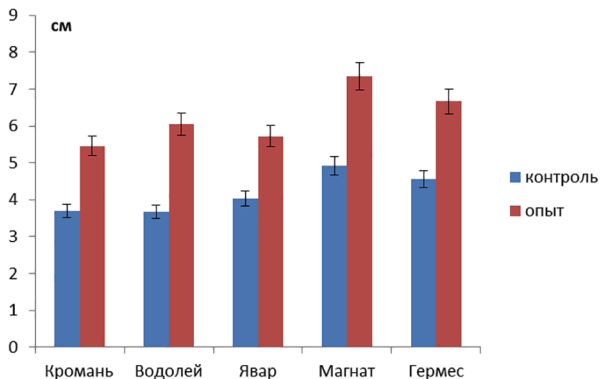
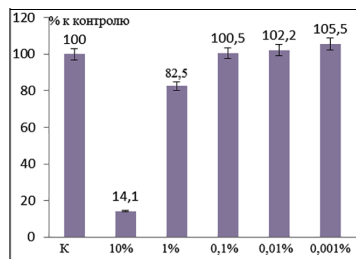


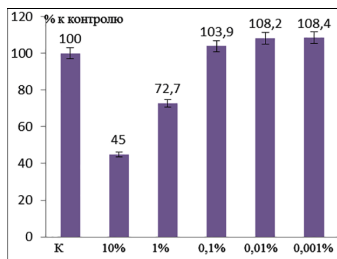
Рис. 3. Влияние набухающих семян борщевика Сосновского на рост проростков различных сортов ярового рапса.

Как видно из табл. 1, изученные виды злаковых трав, так же как зерновые злаки в период прорастания их семян, в основном проявляют нейтральную реакцию на вещества, выделяемые набухающими семенами борщевика Сосновского. Это указывает на то, что при планировании состава травосмесей при рекультивации земель после проведения мероприятий по ограничению численности борщевика Сосновского в первую очередь следует уделять внимание таким показателям злаковых трав, как скорость прорастания семян и формирования максимальной листовой поверхности, степень фитоценотической агрессивности и устойчивость к частому скашиванию травостоя. Такие смеси должны включать 30–50 % семян райграса (10–15 % однолетнего и 20–35 % пастбищного), 20–30 % семян гибрида овсяницы с райграсом – фестулолиума, 10–20 % семян овсяницы красной, 5–10 % семян овсяницы луговой и около 20 % семян мятлика лугового. Включение в состав смеси райграсов однолетнего и пастбищного, а также фестулолиума позволит злаковым травам быстро сформировать мощный листовой полог, подавляя прорастание семян и нормальное развитие проростков борщевика Сосновского. В последующие периоды функционирования травостоя овсяницы луговая и красная, а также мятлик луговой, обладающие высокой устойчивостью к частому кошению газона и интенсивным кущением, будут препятствовать внедрению борщевика Сосновского в созданный фитоценоз. Аллелопатическое воздействие борщевика Сосновского на представителей семейства Бобовые либо сортоспецифично (зернобобовые), либо носит ингибирующий характер (бобовые травы).

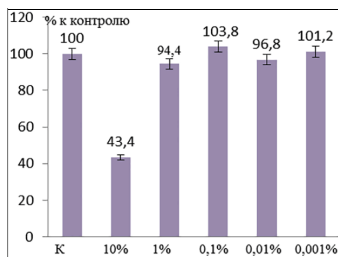
Результаты изучения влияния водных экстрактов из сухой массы листьев модельных инвазивных видов растений в широком диапазоне концентраций (10; 1; 0,1; 0,01 и 0,001 %) на энергию прорастания и рост проростков тест-культур представлены на рис. 4:



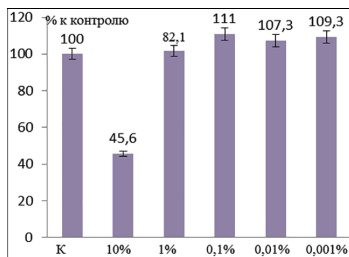
Борщевик Сосновского



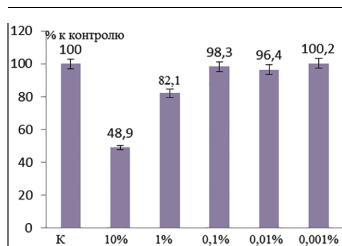
Золотарник канадский



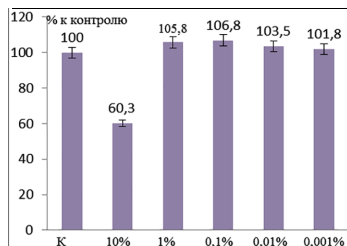
Эхиноцистис лопастный



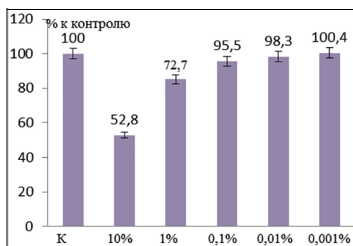
Недотрога мелкоцветковая



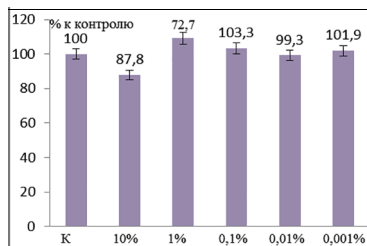
Рейнуртия сахалинская



Рейнуртия японская



Мелкопестник канадский



Черда олиственная

Рис. 4. Влияние водных экстрактов из сухой биомассы листьев различных видов инвазивных растений на длину проростков кресс-салата.

Как видно из данных диаграмм на рис. 4, наиболее сильное ингибирующее влияние на длину проростков кресс-салата оказывают водные экстракты из листьев борщевика Сосновского, что наряду с другими причинами, определяющими его высокую инвазионную активность, позволяет последнему выступать в роли вида-трансформера.

Среди других изученных видов выделяется золотарник канадский, водный экстракт которого при низких концентрациях растворов оказывает существенное стимулирующее влияние на длину проростков кресс-салата. Показано, что водный экстракт из листьев золотарника канадского, отобранных на разных фазах вегетации, в максимальной концентрации (10 %) оказывает сильное ингибирующее действие на ростовые показатели проростков кресс-салата (длина проростков составляла 45 % в сравнении с контрольными растениями). При низких концентрациях (0,001–0,1 %) экстракта из листьев наблюдалось достоверное увеличение линейного роста проростков кресс-салата до 103,9 %–108,4 %. В то же время экстракты из корневищ золотарника в максимальной концентрации (10%) оказывали меньшее, чем экстракты из листьев, ингибирующее влияние на тест-культуры (65,6–78,5 %), а концентрации от 0,001 % до 1 %, в сравнении с экстрактами из листьев во всех вариантах оказывали небольшое стимулирующее действие (102,5–110,3 %).

Самая высокая из изученных в процессе исследований концентраций (10 %) водных экстрактов из корневищ золотарника канадского ингибировала рост проростков кресс-салата в значительно меньшей степени (87,3 %), чем экстракт из его листьев; влияние же водной вытяжки из корней было недостаточным. Также не выявлено достоверного влияния более низких концентраций (0,001–1 %) из корневищ и корней золотарника канадского на рост проростков тест-культур. Влияние водных экстрактов из стеблей золотарника канадского по этому показателю занимало промежуточное положение между действием водных вытяжек из листьев, и корневищ и корней.

Еще одним из изученных в наших опытах инвазивных видов была недотрога мелкоцветковая (*Galinsoga parviflora* Cav.). Этот инвазионный вид является одним из самых распространенных в центральной Европе, где известен с 1830 года, однако наибольшее распространение получил здесь в последние десятилетия. В Беларуси вид известен с конца 1950-х годов, куда попал с сопредельных территорий. Растет в хвойных и широколиственных лесах, где в нижних ярусах отмечается недостаток света. В последние годы начал все чаще встречаться на территориях населенных пунктов и вблизи них. Это указывает на широкий диапазон условий, к которым данный инвазивный вид может успешно адаптироваться. Так, например, в исследованном диапазоне кислотности почвы из ризосферы этого вида отмечены 2 оптимума pH: 3,0–4,2 и 5,6–6,4 [46]. Проведенные лабораторные опыты по оценке аллелопатической активности недотроги мелкоцветковой показали результаты, схожие с данными по другим изученным инвазивным видам. Наибольшее угнетение проростков кресс-салата проявляется под воздействием 10 %-х водных экстрактов, полученных

из надземной массы недотроги мелкоцветковой. Одновременно с этим обращает на себя внимание стимулирование линейного роста тест-культур путем обработки водными экстрактами в вариантах опыта с концентрациями 0,1 % и 1 %, в которых длина проростков составляла по отношению к контролю 110 % и выше (рис. 4).

Сравнительный анализ показателей аллелопатической активности недотроги мелкоцветковой, произрастающей в условиях Беларуси (Минск) и Бельгии (Брюссель) показал, что водные экстракты, полученные из растительного материала галинзоги, произрастающей в Беларуси, в отличие от растений этого вида, произрастающих в лесопарковой зоне г. Брюсселя, оказывают в основном ингибирующее влияние на рост проростков тест-культур (рис. 5). В то же время, низкие концентрации водных экстрактов из растений, собранных в Бельгии, проявили более слабое стимулирующее действие – 102,7 %–105,8 % в сравнении с контролем и белорусскими образцами. В целом, аллелопатическая активность растений недотроги мелкоцветковой, произрастающей в условиях Беларуси была выше в сравнении с растениями этого вида, отобранными на территории г. Брюсселя.

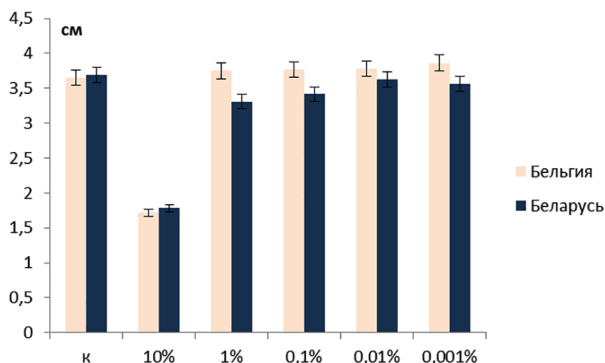


Рис. 5. Влияние водного экстракта из сухой надземной биомассы растений недотроги мелкоцветковой из различных эколого-географических зон произрастания (Бельгия, Беларусь) на длину проростков кресс-салата. Условные обозначения: К – контроль, 10 %, 1 %, 0,1 %, 0,01 %, 0,001 % – концентрации водных растворов.

Изучение влияния водных экстрактов с высокой концентрацией (10 %), полученных из надземной части недотроги мелкоцветковой показало сильное ингибирование роста злаковых растений (в сравнении с контролем длина проростков проса составила только 21,9 %, ярового ячменя – 23,4 %, яровой пшеницы – 51,8 %). Слабее это влияние отразилось на узколистной люпине (79,5 %), что указывает на значительную видовую специфичность аллелопатического действия этого инвазивного

вида. В то же время, обращает на себя внимание возможность получения стимулирующих эффектов при более низких концентрациях водных экстрактов, полученных из надземной биомассы недотроги мелкоцветковой.

Изучение влияния концентраций (от 0,001 до 10 %) водных экстрактов инвазивных видов растений на энергию прорастания и рост проростков тест-культур позволило выделить зоны ингибирующего и стимулирующего эффектов. Показано, что 10 %-я концентрация оказывает сильный ингибирующий эффект на рост проростков тест-культур. В пределах концентраций водных экстрактов 0,001–0,1 % у тест-культур проявляются эффекты стимуляции роста и развития. Следовательно, принимая во внимание, что степень ингибирования биотестов возрастает с увеличением концентрации экстракта (табл. 2), путем подбора типа растительного сырья (корневище, корни, стеблекорень, стебель, листья, соцветия, семена) и изменения концентрации водных экстрактов, полученных из инвазивных видов растений, можно формировать биологически активные препараты с заданными свойствами – ингибирующим или стимулирующим.

Проведенный одновременно с оценкой действия водных экстрактов частей растений анализ влияния почвы из корнеобитаемых сред ряда инвазивных видов на всхожесть семян и рост проростков тест-культур, показал, что наибольшей аллелопатической активностью почвы, отобранной из ризосферной зоны растений, обладает борщевик Сосновского (табл. 3).

По данному показателю можно выделить три существенно различающиеся группы видов:

I-я группа – включает борщевик Сосновского, золотарник канадский и эхиноцистис лопастной, которые оказывают сильное ингибирующее влияние на рост тест-культур (34,0–46,6 % в сравнении с контролем);

II-я группа – включает щавель конский, мелколепестник канадский, недотрогу мелкоцветковую и рейнутрию японскую, которые оказывают меньшее в сравнении с I группой ингибирующее влияние на рост тест-культур (61,4–68,8 % в сравнении с контролем);

III-я группа – включает галинзогу мелкоцветковую, которая в опытах не оказывала достоверного влияния на тест-культуры.

Таким образом, на основе проведенных опытов по изучению влияния водорастворимых корневых экзометаболитов в ризосферной почве инвазивных видов на прорастание семян и рост проростков тест-культур можно составить следующий ранжированный ряд по увеличению их ингибирующей способности: галинзога мелкоцветковая (*Galinsoga parviflora* Cav.) – мелколепестник канадский (*Coniza canadensis* (L.) Strong.) – щавель конский (*Rumex confertus*) – недотрога мелкоцветковая (*Impatiens parviflora* DC.) – рейнутрия японская (*Reynoutria japonica*) – золотарник канадский (*Solidago canadensis* L.) – эхиноцистис лопастной (*Echynocystis lobata* (Michx.) Torr.et Gray) – борщевик Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.).

Таблица 2. Матрица влияния аллелопатически активных водных экстрактов из растений, обладающих высокой инвазивной активностью на тест-культуры

| Вид растения / варианты опыта (концентрации водных экстрактов) | К | 10% | 1% | 0,1% | 0,01% | 0,001% |
|--|-----|--------|----|------|-------|--------|
| Борщевик Сосновского: | | | | | | |
| – листья | 100 | -----* | -- | 0 | 0 | + |
| – семена | 100 | -- | 0 | 0 | 0 | + |
| Галинзога мелкоцветковая: | | | | | | |
| – надземная часть | 100 | 0 | ++ | 0 | 0 | 0 |
| Золотарник канадский: | | | | | | |
| – листья | 100 | ----- | + | + | + | + |
| – стебли | 100 | 0 | + | + | + | + |
| – корневище | 100 | -- | + | 0 | 0 | 0 |
| – корни | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Мелколепестник канадский: | | | | | | |
| – надземная часть | 100 | -- | 0 | - | 0 | 0 |
| Недотрога мелкоцветковая: | | | | | | |
| – надземная часть | 100 | ---- | + | + | + | + |
| Рейнутрия японская: | | | | | | |
| – листья | 100 | ---- | + | + | + | + |
| Рейнутрия сахалинская: | | | | | | |
| – листья | 100 | ----- | -- | 0 | 0 | 0 |
| Щавель конский: | | | | | | |
| – корневище | 100 | ----- | ++ | ++ | + | 0 |
| – листья | 100 | ---- | ++ | + | + | + |
| – семена | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Черёда олиственная: | | | | | | |
| – надземная часть | 100 | -- | + | 0 | 0 | 0 |
| Эхиноцистис лопастной: | | | | | | |
| – надземная часть | 100 | ----- | 0 | 0 | 0 | 0 |

*Условные обозначения: ++ – увеличение 11–20 %; + – увеличение 1–10 %; 0 – изменение не достоверно; - – снижение на 1–10 %; -- – снижение на 11–20 %; --- – снижение на 21–30 %; ---- – снижение на 31–40 %; ----- – снижение на 41–50 %; ----- – снижение на более 51 %; К – контроль, 10 %, 1 %, 0,1 %, 0,01 %, 0,001 % – концентрации водных растворов.

Таблица 3. Длина проростков кресс-салата (в % к контролю), выращенных на почвах, отобранных из ризосферной зоны инвазивных видов

| Вид растения | Опыт с почвой, % |
|--------------------------|------------------|
| Борщевик Сосновского | 34,0 |
| Золотарник канадский | 36,0 |
| Эхиноцистис лопастной | 46,6 |
| Щавель конский | 61,4 |
| Мелколепестник канадский | 64,0 |
| Недотрога мелкоцветковая | 68,4 |
| Рейнутрия японская | 68,8 |
| Галинзога мелкоцветковая | 100,2 |

Заключение. Установлено, что изменяя концентрации от низких (0,1–0,5 % и ниже) до высоких (1–5 % и выше), можно, в зависимости от поставленной цели, использовать экстракты, выделяемые из различных органов борщевика Сосновского (в первую очередь надземных структур – черешков, листовых пластинок), как для стимулирования, так и для ингибирования процессов роста и развития культурных и дикорастущих растений. Наибольшей биологической активностью обладают экстракты, полученные из сухой массы листовых пластинок, собранных на фазах бутонизации и цветения растений.

Результаты изучения видов растений, обладающих высокой инвазионной активностью, показали, что оценка их аллелопатического потенциала является перспективным направлением в разработке новых подходов по практическому использованию этих растений.

Основные результаты получены в рамках гранта БРФФИ Б16-046 и задания 2.05/2. «Биолого-экологические особенности структурной организации жизненной формы и онтогенеза адвентивных видов с высокой инвазионной активностью» ГПНИ «Природопользование и экология», подпрограмма 2. «Биоразнообразие, биоресурсы, экология».

Результаты использованы в разработке проекта стратегии и плана действий по борьбе с борщевиком Сосновского и другими наиболее опасными инвазивными видами растений на территории Республики Беларусь на 2018–2025 гг.

Литература

1. Гельтман Д. В. // Ботанический журнал, 2006. Т. 91, № 8. С. 1222–1231.
2. Дубовик Д. В., Лебедев В. Н., Парфенов В. И. и др. Растения – агрессоры. Инвазионные виды на территории Беларуси. Минск. 2017. 192 с.
3. Blossey B., Nötzold R. // J Ecol., 1995. Vol. 83. P. 887–889.
4. Siemann E., Rogers W.E. // Ecol Appl. 2003. Vol. 13. P. 1503–1507.
5. Siemann E., Rogers W.E. // Ecol Lett. 2001. Vol.4. P. 514–518.
6. Хорун Л. В. // Вестник Удмуртского университета. 2014. Вып. 3. С. 64–77.
7. Callaway R. M., Aschehoug E. T. // Science. 2000. Vol.290. P. 521–523.
8. Elton C. S. The ecology of invasions by plants and animals London, 1958.
9. Stockwell C. A., Hendry A. P., Kinnison M. T. // Trends Ecol Evol, 2003. Vol. 18. P. 94–101
10. Thompson J. D., McNeilly T., Gray A. J. // New Phytol. 1991. Vol. 117. P. 115–128.
11. Williams D. G., Mack R. N., Black R. A. // Ecology. 1995. Vol. 76. P. 1569–1580.
12. Bais H. P., Verghedu R., Gilroy S. et al. // Science. 2003. Vol. 301. P. 1377–1380.
13. Гродзинский А. М. Аллелопатия в жизни растений и их сообществ: основы хим. взаимодействия растений. Киев : Наукова думка, 1965. 200 с.
14. Гродзинский А. М. О новой концепции аллелопатии. Киев, 1981. С. 3–18.
15. Чернобрюнко С. И. Биологическая роль растительных выделений и межвидовое взаимоотношение в смешанных посевах. М.: Советская наука. 1956. 194 с.
16. Ламан Н. А., Прохоров В. Н. // Ботаника: (исследования) : сб. науч. тр. /. Минск : Право и экономика, 2011. Вып. 40. С. 469–489.

17. Mishyna M. et al. // Weed science society of Japan: materials of the scientific and practical conference (Japan, April 13–14). Kyoto, 2013. P. 102.
18. Mishyna M., Laman N., Prokhorov V., Fujii Y. // Weed Science Society of Japan: Abstracts of Conference (Kyoto, Japan, April 13–14, 2013). Kyoto, 2013. P. 102.
19. Lorenzo P., Hussain M.I., González L. // Allelopathy: Current Trends and Future Applications / ed. : Z. A. Cheema, M. Farooq, A. Wahid. – Berlin, Heidelberg, 2013. P. 3–21.
20. Pisula N. L., Meiners S. J. // The Amer. Midland Naturalist. 2010. Vol. 163, N 1. P. 161–172.
21. Pisula N. L., Scott J. M. // The J. of the Torrey Botanical Society. 2010. Vol. 137, N 1. P. 81–87.
22. Виноградова Ю. К. // Проблемы экспериментальной ботаники = Problems of experimental botany: сб. ст. / Ю. К. Виноградова, В. Н. Решетников ; отв. ред. А. В. Пугачевский. Минск, 2015. С. 5–79. (Купревичские чтения; 10).
23. Orr S. R., Rudgers J. A., Clay K. // J. of Plant Ecology. 2005. Vol. 181, N 2. P. 153–165.
24. Yuan Y., Wang B., Zhang S. et al. // Plant Ecology. 2013, Vol. 6, № 3. P. 253–263.
25. Li W., He S. Q., Song X. P. // Allelopathy Journal. 2017. Vol. 41, N 2. P. 249–258.
26. Ill-Min C., Sung-Kyu P., Muthu T., Ji-Hee L., Seung-Hyun K. // Weed Biology and Management. 2018. Vol. 18, N 2. P. 63–74.
27. Прохоров В. Н. // Вестник фонда фундаментальных исследований. 2018. № 3. С. 75–84.
28. Прохоров В. Н. // Весті Акадэміі навук Беларусі. Серыя біялагічных навук. 2018. Т. 63, № 2. С. 163–171.
29. Чегодаева Н. Д., Маскаева Т. А., Лабутина М. В. // Фундам. исслед. 2015. № 2, Ч. 26. С. 5845–5849.
30. Ламан Н. А. и др. // Клеточная биология и биотехнология растений = Plant cell biology and biotechnology : междунар. науч.-практ. конф. (г. Минск, 13–15 февр. 2013 г.). Минск, 2013. С. 171.
31. Мишина М. Ю., Ламан Н. А., Прохоров В. Н. // Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия мировой флоры : материалы Междунар. конф., посвящ. 80-летию Центр. Ботан. сада Нац. акад. наук Беларуси (19–22 июня 2012 г., г. Минск): в 2 ч. / редкол. : В. В. Титок (отв. ред.) [и др.]. Минск. 2012. Ч. 2. С. 136–138.
32. Кондратьев М. Н., Бударин С. Н., Ларикина Ю. С. // Изв. Тимирязев. с.-х. акад. 2015. Вып. 2. С. 36–49.
33. Pisula N., Meiners S. J. // Am. Midl. Nat. 2010, Vol. 163. P. 161–172.
34. Shaukat S. S., Munir N., Siddiqui I. A. // Asian J. of Plant Sciences. 2003. Vol. 2, N 14. P. 1034–1039.
35. Latif S., Chiapusio G, Weston L. A. // Advances in Bot. Research. 2017. Vol. 82. P. 19–54.
36. Wang C et al. // Acta Botanica Brasilica. 2017. Vol. 31, N 2. P. 212–219
37. Mahmood A. et al. // Intern. J. of Agriculture and Biology. 2010. Vol. 12, N 4. P. 581–585.
38. Bogatek R., et al. // Biologia Plantarum. 2006. Vol. 50, N 1. P. 156–158.

39. Кондратьев М. Н. и др. // Годичное собрание Общества физиологов растений России «Физиология растений – теоретическая основа инновационных агро- и фитобиотехнологий» = Annual meeting of Russian Society of Plant Physiologists «Plant physiology as a theoretical basis for innovative agriculture and phytobiotechnologies» : междунар. науч. конф. и шк. молодых ученых : материалы : в 2 ч. / отв. ред. Е. С. Роньжина. Калининград, 2014. Ч. 2. С. 234–236.
40. Бухаров А. Ф., Балеев Д.Н. // Сельскохозяйственная биология. 2014. № 1. С. 86–90.
41. Wu H. et al. // Allelopathy J.. 2007. Vol. 19, N 1. P. 97–107.
42. Yang R. Y. Mei L. X., Chen X. // Allelopathy J. 2007. Vol. 19, N 1. P. 241–247.
43. Mishyna V. et al. // The East Asian flora and its role in the formation of the world's vegetation: abstracts of the symposium (Vladivostok, Sept. 23–27, 2012). Vladivostok, 2012. P. 48.
44. Мишина М. Ю., Прохоров В. Н. // Регуляция роста, развития и продуктивности растений: материалы VII Междунар. науч. конф. (г. Минск, 26–28 окт. 2011 г.). Минск, 2011. С. 146.
45. Лебедев В. М., Лебедев Е. В. // Агрехимия. 2015. № 4. С. 85–91.
46. Reczyńska K., Świerkosz K., Dajdok Z. // Acta Soc. Bot. Pol, 2015. Vol. 84, N 4. P.401–411.

В. Н. ПРОХОРОВ
**ИЗУЧЕНИЕ АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ
ИНВАЗИВНЫХ ВИДОВ В СВЯЗИ С ОГРАНИЧЕНИЕМ
ИХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ И ВОЗМОЖНОСТЬЮ
ХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

Резюме

В обзоре проанализирована, на основе литературных и собственных данных аллелопатическая активность инвазивных видов в связи с ограничением их распространения и возможностью использования в хозяйственно-полезных целях.

V. N. PROKHOROV
**STUDYING THE ALLOLEPATHIC ACTIVITY OF INVASIVE SPECIES
IN CONNECTION WITH THE LIMITATION OF THEIR DISTRIBUTION
AND POSSIBILITY OF PRACTICAL EMPLOYMENT**

Summary

On the basis of literary and own data, the allelopathic activity of invasive species had been analysed in connection with the restriction of their distribution and the possibility of using them for economic purposes.

Поступила в редакцию 27.11.2018 г.