

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БЛИЗКОРОДСТВЕННЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ ИЗ РОДА НЕДОТРОГА (*IMPATIENS* L.) НА ИХ ИНВАЗИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ

В. Н. Прохоров, Е. Н. Карасева, М. М. Сак, А. В. Бабков

Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси Минск,
Беларусь, prohoroff1960@mail.ru

Изучено влияние экстрактов, полученных из надземной биомассы трех видов растений из рода Недотрога – инвазивных мелкоцветковой и железконосной, а также аборигенной для Беларуси недотроги обыкновенной на рост и развитие тест-культуры. Показано, что наибольшей аллелопатической активностью обладает недотрога мелкоцветковая, что оказывает существенное влияние на проявление у нее высокого инвазионного потенциала. Высокий инвазионный потенциал недотроги железконосной вероятно больше обусловлен другими конкурентными преимуществами данного вида.

Ключевые слова: Инвазивные виды; аллелопатический потенциал; недотрога мелкоцветковая; недотрога обыкновенная; недотрога железконосная.

STUDY OF THE INFLUENCE OF ALLOLOPATHIC PROPERTIES OF CLOSE-RELATED PLANT SPECIES FROM THE GENUS *IMPATIENS* L. ON THEIR INVASIVE POTENTIAL

V. N. Prokhorov, E. N. Karaseva, M. M. Sak, A. V. Babkov

The State Scientific Institution «V.F.Kuprevich Institut of Experimental Botany of the National Academy of Science of Belarus», Minsk, Belarus, prohoroff1960@mail.ru

The influence of extracts obtained from the aboveground biomass of three plant species from the genus *Impatiens* - invasive *Impatiens parviflora* and *Impatiens glandulifera*, as well as indigenous for Belarus, *Impatiens*, on the growth and development of the test culture, has been studied. It is shown that the touch-me-not *Impatiens parviflora* has the greatest allelopathic activity, which has a significant effect on the manifestation of its high invasive potential. The high invasive potential of *Impatiens glandulifera* is probably more due to other competitive advantages of this species.

Key words: Invasive species; allelopathic potential; *Impatiens glandulifera* Royle; *Impatiens parviflora* DC; аборигенный; потенциально агрессивный *Impatiens noli-tangere* L.

В последние годы на территории республики Беларусь на фоне глобального изменения климата отмечается существенное увеличение численности популяций ряда инвазивных видов, в том числе недотроги мелкоцветковой и недотроги железконосной. Эти виды заселяют нарушенные местообитания, активно внедряются в естественные лесные, прибрежные, луговые фитоценозы, часто образуя значительные по площади одновидовые сообщества, что негативно сказывается на природном биоразнообразии. В связи с этим, очень важно понять, какие биотические и абиотические факторы оказывают решающее влияние на увеличение их инвазионной активности. В этом плане большой интерес представляет изучение аллелопатического потенциала инвазивных видов, чтобы понять за счет каких преимуществ они занимают свободные экологические ниши и вытесняют аборигенные виды из растительных сообществ [1-2]. Во многих случаях аллелопатия является ключевым механизмом проявления инвазивности у растений [3]. Отмечается, что аллелопатия выполняет регуляторную функцию

онтогенетического развития и фитоценотического взаимодействия [4], а выделяемые в процессе роста и развития растений вторичные метаболиты могут служить основой для разработки экологически безопасных биопрепаратов нового поколения [5]. В зависимости от видового и сортового состава компонентов, а также от их концентрации биологически активные вещества могут являться как стимуляторами, так и ингибиторами прорастания семян [6]. В ряде исследований показана возможность применения аллелопатических веществ растений в качестве биопестицидов [7-8].

В этой связи цель исследований - изучение влияния аллелопатических свойств трех близкородственных однолетних видов растений из рода (*Impatiens* L.) с близкими особенностями роста и схожими средами обитания, но различающимися по статусу инвазионности (*Impatiens glandulifera* Royle – высокоинвазивный вид, менее инвазивный *Impatiens parviflora* DC, аборигенный, потенциально агрессивный *Impatiens noli-tangere* L.) на уровень их инвазивности.

Недотрога мелкоцветковая - один из самых распространенных инвазивных видов Центральной Европы. Родина растения – Средняя Азия, где она типична для широколиственных лесов и произрастает по берегам рек и ручьев, в ущельях, по каменистым склонам гор, во влажных тенистых местах [9]. Начиная с 1830 годов вид отмечен в Европе, где был впервые зарегистрирован в ботаническом саду г. Женева (Швейцария) в 1831 году. Зарегистрирован в 35 странах Европы, однако наибольшее распространение получил в основном в последние десятилетия. В настоящее время почти повсеместно наблюдается интенсивное внедрение недотроги мелкоцветковой в лесные экосистемы Центральной и Восточной Европы, где она образует значительные по площади одновидовые сообщества, местами с проективным покрытием до 100% [10-11]. Активно заселяет нарушенные местообитания, внедряется в естественные лесные, прибрежные и луговые фитоценозы, что негативно сказывается на природном биоразнообразии. Происходит вытеснение не только однолетних, но даже многолетних аборигенных видов растений. Выступая доминантом травянистого покрова лесных сообществ, недотрога мелкоцветковая вытесняет не только аборигенные растения, например, недотрогу обыкновенную, особенно в засушливых условиях [12], но препятствует и естественному возобновлению древесных пород [13]. Снижение обилия аборигенного вида недотроги обыкновенной может быть связано с высокой аллелопатической активностью недотроги мелкоцветковой, ее более широкой фитоценотической и экологической амплитудой, большой семенной продуктивностью, устойчивостью к вредоносным организмам, а также прямыми конкурентными отношениями между этими видами.

Недотрога железконосная - злостный инвазивный вид, родина которого восточная Индия, западные Гималаи. Впервые в Европу растение попало в 1839 году, но массовая экспансия началась только с 1960 годов. Вид заселяет нарушенные местообитания, образует одновидовые сообщества, активно внедряется в естественные лесные, прибрежные, луговые, болотные фитоценозы. Наиболее часто встречается в населенных пунктах, на приусадебных участках и вблизи них, а также по берегам водоемов, в сырых и заболоченных лесах, на свалках бытового мусора и других рудеральных местообитаниях. При этом наблюдается вытеснение не только однолетних, но и многих многолетних аборигенных видов. Это приводит к сокращению местообитаний природных видов растений, нарушению или разрушению естественных сообществ. Препятствует возобновлению лесов в сырых полутененных местообитаниях. Наносит

значительный экономический вред. В Великобритании для искоренения этого вида потребуется от 174 до 350 миллионов евро [14]. Е. Weber с сотр. и показали, что мероприятия по уничтожению 95% популяций этого вида в Швейцарии потребуют от 1,2 до 6,7 млн евро только в одном кантоне Цюрих [15]. Многие вторичные ареалы распространения *Impatiens glandulifera* являются результатом их интродукции в качестве декоративных и медоносных растений.

Конкурирует с аборигенными видами растений и вытесняет их, как и в случае недотроги мелкоцветковой, снижает разнообразие местных растений и отрицательно влияет на среду обитания диких животных. Высокая репродуктивная способность и устойчивость к неблагоприятным факторам среды, быстрый рост и раннее прорастание семян, а также склонность к образованию плотных популяций обуславливают высокую конкурентоспособность этого вида. Р. Е. Hulme и Е. Т. Bremner [16] отмечают, что внедрение недотроги крупноцветковой снижает растительное биоразнообразие более чем на 25%.

Недотрога обыкновенная – неморально-бореальный евразийский, аборигенный для Беларуси вид. Произрастает в приречных ивняках, около стариц, ключей, ручьев, в зарослях лабазника, крупнотравных ольшанниках, сырых травяных ельниках и смешанных лесах. Наиболее теневыносливый вид в роде, который произрастает на влажных не пересыхающих почвах. Относят к облигатным нитрофилам, и растет на почвах с довольно высоким содержанием минерального азота. Предпочитает почвы с нейтральной реакцией, но может расти на кислых и щелочных. Фактор, лимитирующий ее распространение – высокая влажность воздуха. Потеря воды на солнце при пересчете на сырой вес составляет 4,73 г/г в сутки, что в два раза выше, чем у недотроги мелкоцветковой [17].

В ходе исследований отбор растительных проб популяций недотроги мелкоцветковой, недотроги железконосной и недотроги обыкновенной и образцов почв, проводили в Дзержинском, Минском, Смолевичском районах Минской области, а также в г. Минске. Аллелопатическую активность определяли путем изучения влияния водных экстрактов различных концентраций (10%, 1%, 0,1%, 0,01%, 0,001%), полученных из сухой надземной биомассы трех видов недотроги на прорастание и рост проростков тест-культуры - редиса посевного сорта Французский завтрак и ряда видов и сортов культурных растений (яровой ячмень (сорта Бацька и Радзимич), озимая пшеница (сорта Ода и Августина). С этой целью в каждую чашку Петри добавляли по 2 мл экстракта различной концентрации, а в контрольные чашки 2 мл дистиллированной воды. В каждую чашку Петри помещали по 20 семян различных культур.

Результаты проведенных исследований показали, что самая высокая изученная в лабораторных опытах концентрация экстрактов (10%), полученных из надземной биомассы различных видов недотроги оказывает сильное ингибирующее действие на рост и развитие проростков тест-культур. Максимальное ингибирующее влияние на линейные размеры как корней, так и побегов оказывает 10%-й экстракт из надземной биомассы недотроги мелкоцветковой (длина корней и побегов редиса посевного по сравнению с контролем составила соответственно только 8,5% и 21,6%). Наименее выражено было влияние экстракта из растений недотроги крупноцветковой (соответственно 26% и 44,3%). Аборигенный для Беларуси вид - недотрога обыкновенная занимала промежуточное положение по этому показателю, соответственно 12,7% и 33,5%. Высокие 10% концентрации экстрактов всех видов недотрог ингибировали рост корней редиса посевного значительно сильнее, чем побегов.

Анализ влияния почвенных вытяжек, полученных из корнеобитаемых сред различных видов из рода Недотрога на длину корней и побегов тест-культур показал, что из изученных видов только недотрога мелкоцветковая по данному показателю оказывает существенное ингибирующее влияние на рост проростков редиса посевного. Экссудаты, выделяемые растениями недотроги обыкновенной и недотроги крупноцветковой, не оказывают существенного влияния на рост проростков тест-культуры. Это указывает на прямое аллелопатическое влияние недотроги мелкоцветковой в отличие от недотроги обыкновенной и недотроги крупноцветковой.

Высокая концентрация (10%) экстрактов из всех трех видов недотрог оказывает менее выраженное ингибирующее влияние проростки обоих сортов ярового ячменя по сравнению с широко применяемой в исследованиях аллелопатических эффектов тест-культурой – редисом посевным. Оно составило для недотроги мелкоцветковой для сортов ярового ячменя Бацька и Радзимич (по длине корней) соответственно 50,6% и 51,5% по сравнению с контролем, недотроги обыкновенной 53,5% и 46,6% и недотроги крупноцветковой 59,0% и 57,6% соответственно. По длине побегов эти показатели соответственно составили: 65,2% и 61,1%; 55,6% и 55,8%; 75,4% и 91,1%. Применение в качестве объектов двух сортов озимой пшеницы Ода и Августина подтвердили закономерности, полученные на сортах ярового ячменя.

Анализ влияния почвенных вытяжек, полученных из корнеобитаемых сред различных видов из рода Недотрога на длину корней и побегов редиса посевного показал, что из изученных видов только недотрога мелкоцветковая по данному показателю оказывает существенное ингибирующее влияние на рост проростков тест-культуры.

Таким образом наибольшей аллелопатической активностью из изученных видов недотрог характеризуется недотрога мелкоцветковая. Высокий инвазионный потенциал недотроги железконосной вероятно связан с другими биологическими свойствами этого вида.

Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (грант Б20-016).

Библиографические ссылки

1. Прохоров В. Н. Аллелопатический потенциал адвентивных видов с высокой инвазионной активностью во флоре Беларуси // Весці Акадэміі навук Беларусі. Серыя біялагічных навук. 2018. Т.63, № 2. С.163–171.
2. Прохоров В. Н. Изучение аллелопатической активности инвазионных видов в связи с ограничением их распространения и возможностью использования в хозяйственно-полезных целях // Ботаника (исследования). 2018. Вып.47. С.196–209.
3. Kim Y. O., Lee E. J. Comparison of phenolic compounds and the effects of invasive and native species in East Asia: support for the novel weapons hypothesis // // Ecol. Res. 2011. Vol. 26. P. 87–94.
4. Ламан Н. А., Прохоров В. Н. Способы ограничения распространения и искоренения гигантских борщевиков: современное состояние проблемы // Ботаника: (исследования). 2011. Вып. 40. С. 469–489.
5. Прохоров В. Н. Аллелопатическая активность мелколепестника канадского (*Coniza canadensis* (L.) Crong.) – адвентивного вида с высокой инвазионной активностью в Беларуси // Вестник фонда фундаментальных исследований, 2020. № 4. С.61–68.

6. Чернобрювченко С. И. Биологическая роль растительных выделений и межвидовое взаимоотношение в смешанных посевах. Москва: Совет. наука, 1956. 194 с.
7. Mishyna M., Prohorov V., Laman N., Fujii Y. The problem of invasive *Heracleum* species in Belarus // Weed science society of Japan: materials of the scientific and practical conference (Japan, April 13–14). Kyoto, 2013. P. 102.
8. Лебедев В. М., Лебедев Е. В. Вопросы аллелопатии в лесных фитоценозах – состояние и перспективы // Агрохимия, 2015. № 4. С.85–91.
9. Победимова Е. Г. Семейство *Balsaminaceae* S.F. Gray // Флора СССР. 1949, Т. 14. М.-Л. С.624–634.
10. Наумовец Н.И., Джус М.А. Особенности распространения недотроги мелкоцветковой (*Impatiens parviflora* DC.) в Беларуси // Материалы II-й международной научно-практической конференции «Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов». Минск, 22–26 октября 2012 г. С.479–482.
11. Дубовик Д. В., Лебедько В. Н., Парфенов В. И., Савчук С. С., Скуратович А. Н. Растения – агрессоры. Инвазионные виды на территории Беларуси. Минск. 2017. 192 с.
12. Čuda J, Skálová H, Janovský Z, Pyšek P. Competition among native and invasive *Impatiens* species: the roles of environmental factors, population density and life stage. // AoB Plants. 2015 Apr 1;7:plv033. doi: 10.1093/aobpla/plv033.
13. Schmitz G. Alien plant-herbivore systems and their importance for predatory and parasitic arthropods: the example of *Impatiens parviflora* D.C. (*Balsaminaceae*) and *Impatiens asiaticum* Nevsky (Horn.: *Aphididae*) // Plant Invasions: Ecological Mechanisms and Human Responses, 1998. P.335–345.
14. Information on measures and related costs in relation to species included on the Union list Date of completion: 31/10/2017 // TSSR-2016-003Impatiensglandulifera.pdf
15. Weber E., Köhler B., Gelpke G., Perrenoud A., Gigon A. Schlüssel zur Einteilung von Neophyten in der Schweiz in die Schwarze Liste oder die Watch-Liste // Bot. Helv. 2005. Vol, 115. P.169–194.
16. Hulme P. E., Bremner E. T. Assessing the impact of *Impatiens glandulifera* on riparian habitats: partitioning diversity components following species removal // J. Appl. Ecol. 2006. № 43. P.43–50.
17. Марков М.В., Уланова Н.Г., Чубатова Н.В. Род Недотрога // Биологическая флора Московской области. Москва, 1997. Вып.13. С.128–168.