

Ю.А. Ерёмченко

АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АДВЕНТИВНЫХ ВИДОВ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВЫХ РАСТЕНИЙ

аллелопатические свойства, инвазионно-активные виды, древесно-кустарниковые растения

Введение

В последние десятилетия наблюдается увеличение количества дичающих древесно-кустарниковых интродуцентов и их активная натурализация. Наиболее успешные из них становятся инвазионными и преодолевают барьеры абиотических, репродуктивных факторов и биоты на всей территории нового региона, активно распространяются и могут укореняться в местных антропогенных, полуестественных и естественных растительных сообществах [23].

В последнее время появляется всё больше доказательств того, что высокая конкурентная способность дичающих древесных интродуцентов обусловлена их аллелопатическими свойствами [5, 14, 16, 20, 22]. Так, одна из гипотез успешности инвазионных видов основывается на аллелопатических и других биохимических взаимодействиях растений. Согласно этой гипотезе, в пределах вторичного ареала инвазионные растения вызывают угнетение роста и развития видов, которые не имеют соответствующих защитных приспособлений против новых аллелопатических агентов [9, 18].

Биохимическое влияние некоторых растений все чаще связывают с действием веществ, которые выделяются различными их органами. [2, 3, 10, 17, 19, 21]. Экспериментальные исследования показали, что особенно много активных веществ содержится в остатках листового происхождения, меньше – в стеблях и самое малое количество в корнях [1, 3, 7].

Так же в литературе приводятся примеры химических взаимодействий интродуцированных видов, свидетельствующие о том, что всякое отклонение экологических условий местопроизрастания от оптимума вызывает более интенсивное накопление аллелопатически активных веществ в органах растений, совпадающее одновременно с весьма значительным выделением этих веществ в фитоценоз [12].

Опыты П.А. Мороза на опавших листьях яблони [8] показали, что первыми осадками вымывается количество физиологически-активных веществ, соответствующее по активности суточной водной вытяжке в соотношении 1:50, а при последующих осадках соотношению 1:100, 1:200.

На современном этапе аллелопатических исследований установлена высокая активность колинов интродуцента *Vupleurum fruticosum* L., который в последние десятилетия самостоятельно расселился из парков Южного берега Крыма [14]. Кустарник часто образует чистые насаждения в естественных фитоценозах, где он выступает в роли эдификатора и подавляет развитие аборигенной флоры [11].

Механизмы, посредством которых инвазионные виды влияют на природные сообщества, недостаточно изучены. Поэтому, исследование аллелопатической активности мертвого органического опада адвентивных древесно-кустарниковых растений и характера его влияния на другие растения может дать представление о механизмах взаимодействия чужеродных и аборигенных видов. Вполне возможно, что активное распространение и успешное проникновение в природные сообщества инвазионных видов предопределено также и аллелопатическими свойствами этих растений.

Цель и задачи исследований

Целью наших исследований было определить аллелопатические свойства инвазионно-активных древесно-кустарниковых видов флоры юго-востока Украины. Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи: выявить наличие аллелопатически активных веществ у изучаемых видов путём проведения биотестов; исследовать влияние различных концентраций водной вытяжки листового опада этих видов на тест-объекты; определить индексы и группы их аллелопатической активности.

Объекты и методика исследований

Для определения аллелопатических свойств адвентивных видов древесно-кустарниковых растений, нами были исследованы *Acer negundo* L., *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Clematis vitalba* L., *Elaeagnus angustifolia* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Padellus mahaleb* (L.) Vassilch., которые спонтанно распространяются на юго-востоке Украины и обладают высокой инвазионной активностью [4].

Аллелопатические свойства видов изучали по общепринятой методике биопроб [3] с некоторыми модификациями: время проращивания семян редиса было увеличено на 4 часа, так как количество проросших семян редиса во всех вариантах подсчитывали, когда прорастало 50 % семян в контроле. Также, кроме общепринятой концентрации вытяжки из испытуемых растений (1:10), исследовали вытяжки в соотношении 1:50, 1:100, 1:200 как наиболее близкие концентрации колинов, существующие в естественных условиях [8].

Среднюю всхожесть семян редиса выражали в процентах к соответствующей всхожести в контроле, которую принимали за 100 %. Аллелопатическую активность исследуемых растворов выражали в условных кумариновых единицах (УКЕ) [2].

Для использования биопроб на корнях кресс-салата семена предварительно проращивали до образования корней длиной 3 – 5 мм. Проростки увлажняли водой (контроль) или исследуемыми растворами. Через сутки контрольные и опытные проростки подвергали биометрическим исследованиям, измеряли длину корней и прирост, которые выражали в процентах к приросту контрольных проростков, которые принимали за 100 %.

Для анализа исследуемых видов использовали индекс аллелопатической активности [13]:

$$A = (L_k - L_o) / L_k,$$

где A – аллелопатическая активность вида; L_k – длина проростков семян тест-объектов в контроле; L_o – длина проростков семян тест-объектов в опыте.

По активности физиологических выделений изучаемые объекты в соответствии с градацией, предложенной Н. М. Матвеевым и др. [6] разделяли на три группы растений: аллелопатически сильноактивные (500 и более УКЕ); аллелопатически среднеактивные (300–500 УКЕ); аллелопатически малоактивные (0–300 УКЕ).

Повторность опыта была трехкратной. Анализ результатов проводили методами математической статистики [15].

Результаты исследований и их обсуждение

Экспериментальные данные показали, что листовой опад всех исследуемых видов содержит ингибиторы роста. Установлено, что высокие концентрации вытяжек (1:10) всех исследуемых видов значительно угнетают всхожесть семян редиса и развитие проростков кресс-салата, содержат большое количество УКЕ и имеют высокий показатель индекса аллелопатической активности (рис. 1).

Так, концентрации вытяжки из листового опада *A. altissima* обладали наиболее сильным ингибирующим действием. Экстракты листового опада этого вида полностью подавляли прорастание семян редиса, значительно тормозили рост проростков кресс-салата и имели максимальные показатели УКЕ и индекса аллелопатической активности. Довольно высокой активностью обладают колины *A. negundo*, *C. vitalba* и *R. pseudoacacia*. Вытяжки из листового опада этих видов практически полностью подавляли рост и развитие тест-объектов по сравнению с контролем и содержали 700–800 УКЕ. Из исследуемых видов наименее активными оказались экстракты *E. angustifolia* и *P. mahaleb*, которые содержали 300 – 400 УКЕ, ингибировали ростовые показатели кресс-салата на 87,4 % и 81,8 % соответственно, прорастание редиса на 88,7 % и 82 % соответственно.

По параметрам индекса аллелопатической активности экзометаболитов исследуемые инвазионно-активные древесно-кустарниковые виды можно разместить в таком порядке (начиная с наиболее активного): *Ailanthus altissima*, *Clematis vitalba*, *Acer negundo*, *Robinia pseudoacacia*, *Elaeagnus angustifolia*, *Padellus mahaleb*.

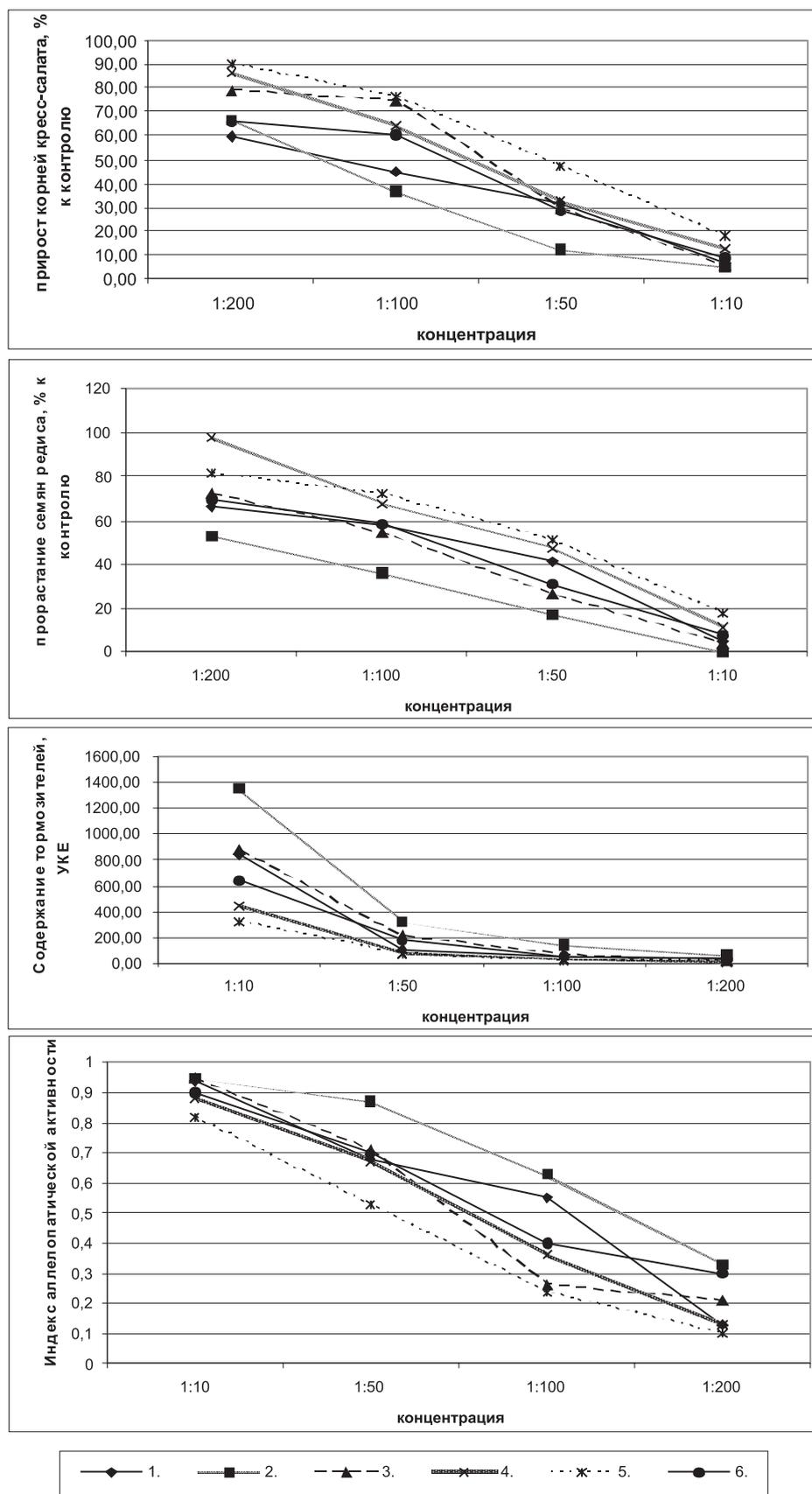


Рис. 1. Изменение аллелопатических свойств листового опада инвазионно-активных древесно-кустарниковых видов в зависимости от их концентрации:

1. *Acer negundo* L., 2. *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, 3. *Clematis vitalba* L.,
4. *Elaeagnus angustifolia* L., 5. *Padellus mahaleb* (L.) Vassilch., 6. *Robinia pseudoacacia* L.

По активности колинов большинство изученных нами видов относятся к группе аллелопатически сильноактивных (500 и более УКЕ). Это такие виды, как *A. altissima*, *C. vitalba*, *A. negundo*, *R. pseudoacacia*. Особенно выделяется *A. altissima*, аллелопатическая активность которого выше 1000 УКЕ. Аллелопатически среднеактивными (300–500 УКЕ) являются *E. angustifolia*, *P. mahaleb*. К группе аллелопатически малоактивных (0–300 УКЕ) ни один из исследованных нами видов не относится.

Для более объективной оценки аллелопатических свойств водорастворимых веществ листового опада на ряду с общепринятыми в аллелопатических исследованиях концентрациями (1:10) мы исследовали действие колинов в концентрациях, близких к существующим в природных условиях.

При снижении концентраций аллелопатически активных веществ вытяжки листового опада исследуемых инвазионных видов отмечено увеличение ростовых процессов тест-объектов, но также значительное ингибирующее действие. Это свидетельствует о непосредственном влиянии аллелопатических свойств растений на исследуемые тест-объекты.

Колиты древесно-кустарниковых растений в концентрациях, близких к природным (соотношение 1:200), оказывали различное действие на исследуемые параметры. Так, экстракты листового опада *E. angustifolia* практически не угнетали энергию прорастания семян редиса, и лишь на 13,5 % тормозили развитие проростков кресс-салата, но имели высокие ингибирующие свойства при более высоких концентрациях.

Аллелопатические свойства *A. altissima* также изменялись в зависимости от концентрации, но даже в соотношении 1:200 содержали 65 УКЕ, имели высокий показатель индекса аллелопатической активности (0,33) и значительно угнетали ростовые процессы тест-объектов.

Колиты листового опада *C. vitalba*, *A. negundo*, *R. pseudoacacia*, *P. mahaleb* в соотношении 1:100 и 1:200 оказывали различное угнетающее действие на развитие корней кресс-салата по сравнению с контролем (рис. 2.).

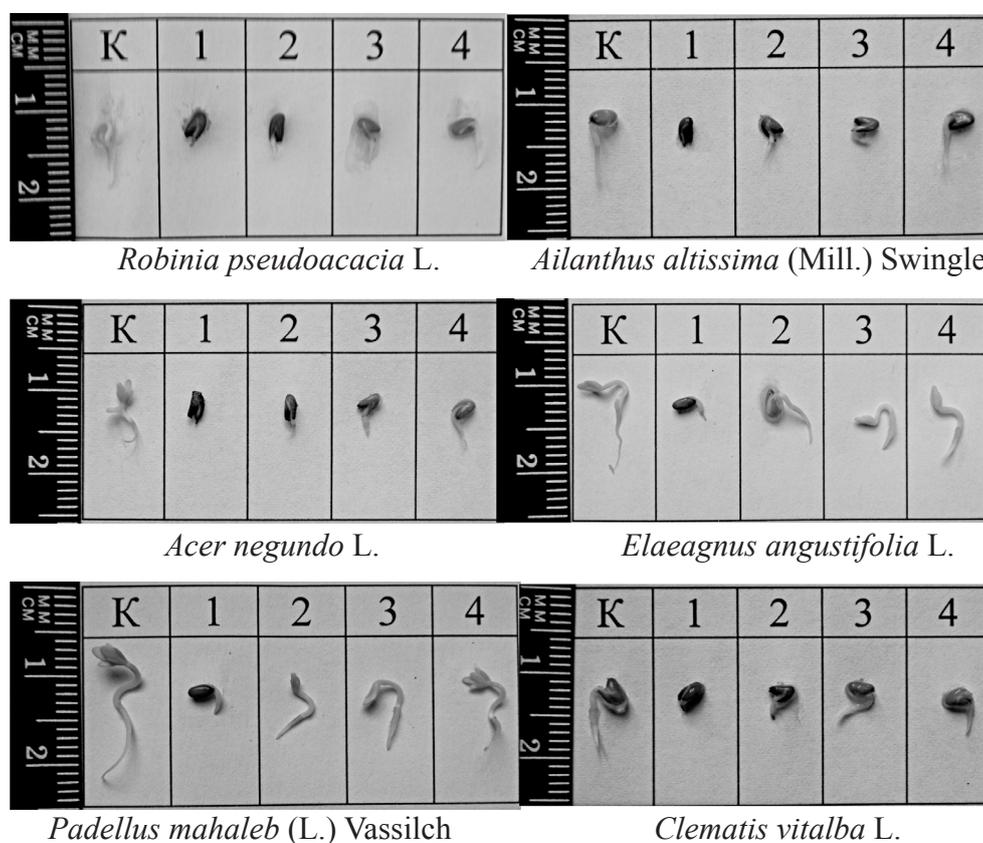


Рис. 2. Влияние различных концентраций водной вытяжки из листового опада инвазионно-активных видов древесно-кустарниковых растений на развитие проростков кресс-салата: К – контроль; концентрация: 1 – 1:10; 2 – 1:50; 3 – 1:100; 4 – 1:200

Следовательно, использование различных тест-объектов показало, что угнетающее действие колинов исследуемых видов не отличалось значительной специфичностью и не зависело от используемых биотестов. Это дает нам возможность предполагать, что подобная реакция будет наблюдаться и при взаимодействии с другими видами в сообществах, в том числе и в природных.

На данном этапе исследований нам удалось на примере изменения ростовых процессов тест-объектов под влиянием различных концентраций водной вытяжки листового опада изученных адвентивных видов древесно-кустарниковых растений показать наличие у них аллелопатической активности.

Выводы

Установлено, что высокие концентрации экстрактов (1:10) всех исследуемых видов древесно-кустарниковых растений значительно угнетают всхожесть семян редиса и развитие проростков кресс-салата, содержат большое количество условных кумариновых единиц и имеют высокий показатель индекса аллелопатической активности.

Выявлено, что угнетение ростовых процессов тест-объектов водорастворимыми веществами листового опада инвазионно-активных видов, изменялось в зависимости от их концентрации.

Нашими исследованиями показано, что *A. altissima*, *C. vitalba*, *A. negundo*, *R. pseudoacacia* относятся к группе аллелопатически сильноактивных.

Следовательно, можно считать, что физиологически активные вещества листового опада всех исследуемых видов действуют, в основном, как ингибиторы роста, что может указывать на их важную роль во внутривидовых и межвидовых взаимоотношениях в фитоценозах.

1. Баранецкий Г.Г. Химическое взаимодействие древесных растений / Григорий Григорьевич Баранецкий. – Львов: Світ, 1990. – 160 с.
2. Гродзинский А.М. Аллелопатия в жизни растений и их сообществ / Андрей Михайлович Гродзинский. – Киев: Наук. думка, 1965. – 198 с.
3. Гродзінський А.М. Основи хімічної взаємодії рослин / Андрій Михайлович Гродзінський. – Київ: Наук. думка, 1973. – 206 с.
4. Ерёмченко Ю.А. Инвазионность древесно-кустарниковых растений во флоре юго-востока Украины / Ю.А. Еременко // Актуальні проблеми ботаніки та екології: Матер. міжнар. конф. молодих учених (м. Березне, Рівненська обл., 9–13 серпня 2011 р.). – К., 2011. – С. 60–61.
5. Золотухин А.И. Антропогенная динамика структуры и биоразнообразия пойменных дубрав Среднего Прихоперья / А.И. Золотухин, А.А. Шаповалова, А.А. Овчаренко [и др.]. — Балашов: Николаев, 2010. – 164 с.
6. Матвеев Н.М. Некоторые данные по аллелопатическим взаимоотношениям между древесными и травянистыми растениями в условиях степи / Н.М. Матвеев // Физиолого-биохимические основы взаимного влияния растений в фитоценозах.— М.: Наука, 1966. – С. 215–223.
7. Матвеев Н.М. Аллелопатия как фактор экологической среды / Н.М. Матвеев. – Самара: Самарское кн. изд-во, 1994. – 206 с.
8. Мороз П.А. Аллелопатия в плодовых садах / П.А. Мороз. – Киев: Наук. думка, 1990. – 208 с.
9. Мосякін А.С. Огляд основних гіпотез інвазійності рослин / А.С. Мосякін // Укр. ботан. журн. – 2009. – Т. 66, № 4. – С. 466–476.
10. Новицкая Ю.А. О выделении химических веществ листьями древесных растений / Ю.А. Новицкая // Физиолого-биохимические основы взаимодействия растений в фитоценозах. – М., 1966. – С. 234–239.
11. Протопопова В.В. Види трансформери у флорі південного Криму / В. В. Протопопова, М. В. Шевера, Н.О. Багрікова [та ін.] // Укр. ботан. журн. – 2012. – Т. 69, № 1. – С. 54–68.
12. Райс Э. Аллелопатия / Э. Райс. – М.: Мир, 1978. – 392 с.
13. Симагина Н.О. Взаимодействия между растениями в сообществах галофитной растительности Крыма: аллелопатический аспект / Н.О. Симагина. – Автореф. дис. на соискание науч. степени канд. биол. наук: спец. 03.00.05 «Ботаника». – Ялта, 2006. – 20 с.
14. Симагина Н.О. Динамика аллелопатической активности *Vupleurum fruticosum* L. в течение вегетации и онтогенеза / Н.О. Симагина Н.Ю Лысякова // Уч. зап. Таврического нац. ун-та им. В. И. Вернадского. – Т. 24 (63), № 4., Симферополь, 2011. – С. 273–281.
15. Шмидт В.М. Математические методы в ботанике / Владимир Михайлович Шмидт. – Л.: Изд-во Ленинградск. гос. ун-та, 1984. – 288 с.

16. *Bais H.P.* Allelopathy and exotic plants: from genes to invasion / H.P. Bais, R. Vepachedu, S. Gilroy, R.M. Callaway, J.M. Vivanco // *Science*. – Vol. 301. – 2003. – P. 1377–1380.
17. *Bode H.R.* Allelopathy in some Juglandaceae / H.R. Bode // *Planta*. – 1958, № 3. – P. 440–480.
18. *Callaway R.M.* Novel weapons: invasive success and the evolution of increased competitive ability / R.M. Callaway, W.M. Ridenour // *Front. Ecol. Environ.* 2004. – № 2. – P. 419–426.
19. *Cook M.T.* Wilting caused by walnut trees / M.T. Cook // *Phytopathology* – № 11, 1921. – 346 p.
20. *Csiszar A.* Allelopathic effect of invasive woody plant species in Hungary / A. Csiszar // *Acta Silv. Lign.* – Hung, 2009. – P. 9–17.
21. *Davis, R.F.* The toxic principle of *Juglans nigra* as identified with synthetic juglone and its toxic effects on tomato and alfalfa plants / R.F. Davis // *Amer. J. Bot.* — 1928, № 5. – P. 29–37.
22. *Myrden F.* A toxic principle in the leaves of *Ailanthus* / F. Myrden // *Bot. Gaz.* – Chicago, 1959. – 121 p.
23. *Richardson D.M.* Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions / D.M. Richardson, P. Pyšek, M. Rejmanek [et al.] // *Diversity and distribution*. – 2000. – № 6. – P. 93–107.

Донецкий ботанический сад НАН Украины

Получено 27.07.2012

УДК 581.524.1:634.942(477.60)

АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АДВЕНТИВНЫХ ВИДОВ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВЫХ РАСТЕНИЙ

Ю.А. Ерёменко

Донецкий ботанический сад НАН Украины

В статье приведены результаты изучения аллелопатических свойств различных концентраций водной вытяжки листового опада шести инвазионно-активных видов древесно-кустарниковых растений флоры юго-востока Украины. Во всех исследуемых видах выявлено наличие аллелопатически активных веществ, которые действуют, в основном, как ингибиторы роста. Доказано, что высокие концентрации экстрактов изученных видов значительно тормозят рост тест-объектов, содержат большое количество условных кумариновых единиц и имеют высокий показатель индекса аллелопатической активности. К группе аллелопатически сильноактивных видов отнесены *Ailanthus altissima*, *Clematis vitalba*, *Acer negundo*, *Robinia pseudoacacia*.

UDC 581.524.1:634.942(477.60)

ALLELOPATIC FEATURES OF THE ADVENTITIOUS WOODY AND SHRUB PLANTS

Yu.A. Yeriomenko

Donetsk Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine

The paper gives the results of studying the allelopathic features of various concentrations of leaf fall aqueous extract of six invasively active woody and shrub plants from the flora of the South-Eastern Ukraine. In all studied species we have detected the presence of allelopathically active substances, acting predominantly as growth inhibitors. It has been proved that high concentrations of these extracts significantly inhibit the growth of test-objects, contain a great number of coumaric units and have a high index of allelopathic activity. We have allocated *Ailanthus altissima*, *Clematis vitalba*, *Acer negundo* and *Robinia pseudoacacia* in the group of allelopathically active plant species.