

АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ИНВАЗИОННЫХ ДРЕВЕСНЫХ ВИДОВ

© 2014 Ерёменко Ю.А.

Донецкий ботанический сад НАН Украины
Украина, 83059, г. Донецк; er_yu_al@mail.ru

Поступила в редакцию 15.09.2013

В статье приведены результаты изучения аллелопатической активности инвазионных на юго-востоке Украины видов *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle и *Acer negundo* L. Полученные данные показывают, что физиологически активные вещества, содержащиеся в почве под кронами исследуемых древесных растений, действуют, в основном, как ингибиторы роста. Незначительное количество видов под их кронами можно объяснить не только недостатком освещённости, но и аллелопатическим влиянием.

Ключевые слова: аллелопатическая активность, инвазионные виды, юго-восток Украины, древесно-кустарниковые растения.

Введение

Изучение механизмов, посредством которых инвазионные виды влияют на природные сообщества, занимает значительное место в научных исследованиях, так как эти растения способны к успешной конкуренции с местными видами и внедряются в природные сообщества. Это создаёт реальную угрозу биологическому разнообразию и генетической целостности природной флоры, обостряет экологические проблемы региона [Бурда, 1991; Остапко и др., 2009].

Существует всё больше доказательств связи высокой конкурентной способности дичающих древесных интродуцентов с их аллелопатическими свойствами [Bais et al., 2003; Csiszar, 2009]. Так, одна из гипотез успешности инвазионных видов – «нового оружия» (Novel Weapon Hypothesis) основывается на аллелопатических и других биохимических взаимодействиях растений [Callaway, 2004].

Используя общепринятый метод биологических проб А.М. Гродзинского [Гродзинський, 1973], мы проводили изучение аллелопатических свойств различных концентраций водной

вытяжки листового опада *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 [Ерёменко, 2012]. Во всех исследуемых видах выявлено наличие аллелопатически активных веществ, которые действуют, в основном, как ингибиторы роста. К группе аллелопатически сильноактивных видов отнесены *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle и *Acer negundo* L. [Ерёменко, 2012], которые были выбраны для более детальных исследований. Вполне возможно, что активное распространение и успешное проникновение в природные сообщества инвазионных видов предопределено также и аллелопатическими свойствами этих растений.

По данным ряда исследователей [Гродзинський, 1973; Райс, 1978; Матвеев, 1994], почва является основным посредником аллелопатии. Водорастворимые колины, которые выщелачиваются из листьев, корневые выделения, физиологически-активные

вещества подстилки сначала попадают в грунт и только после этого в семена и корни других растений. Поэтому для более точной оценки фитоценотического значения аллелопатических свойств инвазионных видов необходимо непосредственное изучение этих параметров в среде природной жизнедеятельности растений.

Материал и методика

Нами обследовались древостои *A. altissima*, *A. negundo*, имеющие сходную сомкнутость крон и представленные особями, средний возраст которых составлял 30–50 лет. В пределах проекции крон исследуемых видов определялось общее проективное покрытие и видовой состав травостоя.

Аллелопатическую активность видов изучали по общепринятой методике биопроб [Гродзінський, 1973] с некоторыми модификациями: время проращивания семян редиса было увеличено на 5 часов, 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 1:100, как наиболее близкие концентрации колинов, существующие в естественных условиях [Мороз, 1990]. Для определения аллелопатических свойств мы использовали почву, взятую с верхнего слоя непосредственно под исследуемыми растениями, а контролем служила почва за пределами кроны, то есть за пределами аллелопатического поля этого растения.

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) [Гродзинский, 1965].

Для использования биопроб на кронах кресс-салата семена предвари-

тельно проращивали до образования корней длиной 3–5 мм. Проростки увлажняли 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 [Симагина, 2006].

Повторность опыта была трёхкратной. Анализ результатов проводили методами математической статистики [Шмидт, 1984].

Полученные результаты и их обсуждение

В результате проведённых исследований отмечено, что вытяжки из почвы, взятой под кронами исследованных древесных растений, обладают высокой аллелопатической активностью и содержат ингибиторы роста (рис 1.).

Высокие концентрации экстрактов изученных видов значительно тормозят рост тест-объектов, характеризуются большим значением условных кумариновых единиц и имеют высокий показатель индекса аллелопатической активности по отношению к контролю. Так, вытяжки из почвы под кроной *A. altissima* в концентрации 1:10 обладали наиболее сильным ингибирующим действием. Экстракты инвазионного вида практически полностью подавляли развитие тест-объектов по сравнению с контролем, имели высокие показатели содержания тормозителей роста (355 УКЕ) и индекса аллелопатической активности (0.89). Довольно высокой активностью обладают колины *A. negundo*, которые при высоких концентрациях вытяжки тормозили развитие проростков кресс-салата на 66.5%, всхожесть семян редиса на 58.8%. Вытяжки этого вида содержали 112 УКЕ и имели высокий показатель индекса аллелопатической активности (0.67).

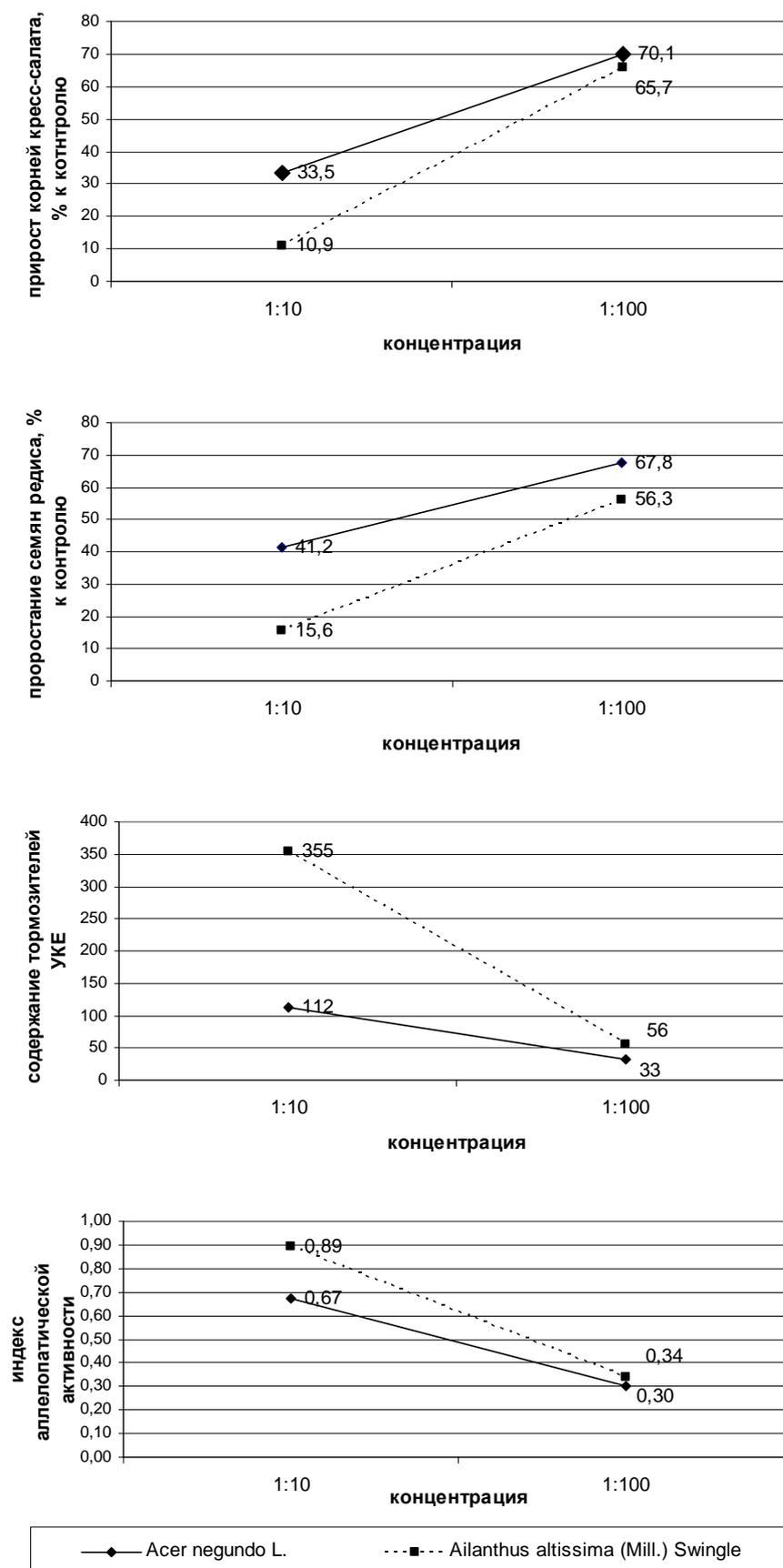


Рис. 1. Аллелопатическая активность водных вытяжек из почвы под кронами *Acer negundo L.* и *Ailanthus altissima (Mill.) Swingle* в зависимости от их концентрации.

Таблица 1. Изменение аллелопатической активности *Acer negundo* L. и *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle в зависимости от типа вытяжки: I – исследование водной вытяжки из листового опада (контроль – вода); II – исследование водной вытяжки из почвы под кроной растений (контроль – почва за пределами кроны)

Показатель активности	Концентрация	Тип вытяжки	Вид	
			<i>A. altissima</i>	<i>A. negundo</i>
прирост корней кресс-салата, % к контролю	1:10	I	4.8	6.1
		II	10.9	33.5
	1:100	I	36.5	44.7
		II	65.7	70.1
проращение семян редиса, % к контролю	1:10	I	0	4.7
		II	15.6	41.2
	1:100	I	36.1	58.2
		II	56.3	67.8
содержание тормозителей УКЕ	1:10	I	1360	840
		II	355	112
	1:100	I	140	51
		II	56	33
индекс аллелопатической активности	1:10	I	0.95	0.94
		II	0.89	0.67
	1:100	I	0.63	0.55
		II	0.34	0.3

Из рисунка видно, что при снижении концентраций аллелопатически активных веществ в растворе вытяжки почвы отмечено усиление ростовых процессов тест-объектов, но при этом также значительное ингибирующее действие. Так, экстракты почвы *A. negundo* снижали в среднем на 30% энергию прорастания семян редиса и развитие проростков кресс-салата. Аллелопатическая активность *A. altissima* также изменялись в зависимости от концентрации, но даже в соотношении 1:100 содержали 56 УЕК, имели высокий показатель индекса аллелопатической активности (0.34) и угнетали ростовые процессы тест-объектов в среднем на 40%. Следовательно, снижение концентрации раствора существенно не уменьшало его токсичности для этих тест-культур.

Следует отметить, что аллелопатическая активность вытяжек из почвы, взятой с верхнего слоя под исследуемыми растениями, уступает активности водной вытяжки листового опада этих же видов (табл. 1.). Вытяжки из листового опада *A. negundo* и

A. altissima в концентрации 1:10 практически полностью подавляли рост и развитие тест-объектов по сравнению с контролем и содержали более 800 УКЕ [Ерёмко, 2012]. Более низкие концентрации вытяжки листового опада также значительно сильнее угнетали тест-объекты по сравнению с исследованными вытяжками почв. Ослабление ингибирующего действия кобинов изученных видов на тест-объекты может свидетельствовать о снижении доли химически-активных веществ в почвенных вытяжках по сравнению с вытяжками из листового опада. Это может быть связано с поглощающими свойствами почвы, наличием микроорганизмов, особенностями биоценоза и другими факторами.

Подобное явление было отмечено А.М. Гродзинским при исследовании роли почв в химическом взаимодействии растений. Автор утверждал, что на почву без подстилки приходится от 66 до 99% суммарной активности кобинов, что совпадает с нашими исследованиями.



Рис. 2. Подкروновое пространство *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle в летний (слева) и в осенний период (справа).

При исследовании видового состава травостоя под кронами деревьев отмечено незначительное проективное покрытие растительности (до 20%), что значительно меньше, чем в проекции крон насаждений других древесных видов.

Так, под кронами *A. altissima* наблюдались участки с полным отсутствием травостоя. Видовой состав обеднён, представлен, в среднем, 10 синантропными видами. Под материнскими особями отмечено интенсивное возобновление этого вида (рис. 2). *A. altissima* размножается обильными корневыми отпрысками, создавая плотные колонии и заросли. Поэтому пространство под кронами этого вида на всех участках практически полностью было занято его порослью.

При изучении травостоя в пределах крон *A. negundo* было выявлено незначительное количество видов. Отдельные растения находились на большом расстоянии друг от друга и обладали низкой жизнеспособностью. Отмечено значительное количество разновозрастного самосева этого же вида. Под кронами *A. negundo* общее

проективное покрытие достигало в среднем 20% (рис. 3).

Таким образом, незначительное количество видов и низкое проективное покрытие под кронами *A. altissima*, *A. negundo* можно объяснить не только недостатком освещённости, но и их аллелопатическим влиянием.

Выводы

Выявлено, что вытяжки из почвы, взятой под кронами *A. altissima*, *A. negundo*, обладают высокой аллелопатической активностью и содержат ингибиторы роста во всех изученных концентрациях растворов.

Установлено, вытяжки из почвы под кроной *A. altissima* в концентрации 1:10 обладали наиболее сильным ингибирующим действием и практически полностью подавляли развитие тест-объектов по сравнению с контролем, имели высокие показатели содержания тормозителей роста и индекса аллелопатической активности.

Отмечено, что аллелопатическая активность вытяжек из почвы, взятой с верхнего слоя под исследуемыми растениями, уступает активности водной вытяжки листового опада этих же видов.



Рис. 3. Подкروновое пространство *Acer negundo* L.: единичное растение (слева), разновозрастные заросли (справа).

Следовательно, физиологически активные вещества, содержащиеся в почве под кронами исследуемых инвазионных видов, действуют, в основном, как ингибиторы роста, что может выступать одним из факторов, влияющих на формирование растительного покрова в подкroновом пространстве *A. altissima* и *A. negundo*.

Литература

Бурда Р.И. Антропогенная трансформация флоры. Киев: Наук. думка, 1991. 168 с.

Гродзинский А.М. Аллелопатия в жизни растений и их сообществ. Киев: Наук. думка, 1965. 198 с.

Гродзінський А.М. Основи хімічної взаємодії рослин. Київ: Наук. думка, 1973. 206 с.

Ерёменко Ю.А. Аллелопатические свойства адвентивных видов древесно-кустарниковых растений // Промышленная ботаника. 2012. Вып. 12. С. 121–126.

Матвеев Н.М. Аллелопатия как фактор экологической среды. Самара: Самарское кн. изд-во, 1994. 206 с.

Мороз П.А. Аллелопатия в плодовых садах. Киев: Наук. думка, 1990. 208 с.

Остапко В.М. Бойко А.В., Муленкова Е.Г. Адвентивная фракция флоры юго-востока Украины // Промышленная ботаника. 2009. Вып. 9. С. 32–47.

Райс Э. Аллелопатия. М.: Мир, 1978. 392 с.

Симагина Н.О. Взаимодействия между растениями в сообществах галофитной растительности Крыма: аллелопатический аспект: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Ялта, 2006. 20 с.

Шмидт В.М. Математические методы в ботанике. Л.: Изд-во Ленинградск. гос. ун-та, 1984. 288 с.

Bais H.P. Vepachedu R., Callaway R.M. Allelopathy and exotic plants: from genes to invasion // Science. 2003. Vol. 301. P. 1377–1380.

Callaway R.M. Novel weapons: invasive success and the evolution of increased competitive ability // Front. Ecol. Environ. 2004. № 2. P. 419–426.

Csiszar A. Allelopathic effect of invasive woody plant species in Hungary // Acta Silv. Lign. Hung. 2009. P. 9–17.

ALLELOPATHIC ACTIVITY OF INVASIVE ARBOREAL SPECIES

© 2014 Yeryomenko Yu.A.

Donetsk Botanical Gardens of the NAS of Ukraine
Ukraine, 83059, Donetsk, e-mail: er_yu_al@mail.ru

The paper shows the study results of allelopathic activity of invasive in the south-east of Ukraine species *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle and *Acer negundo* L. The data obtained evidence that physiologically active substances, contained in the soil under the canopy of arboreal plants under study, act mainly as growth inhibitors. Insignificant amount of species under their crowns can be explained not only by the lack of light, but also the allelopathic influence.

Key words: allelopathic activity, invasive species, the south-east of Ukraine, arboreal-shrubby plants.