

**АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ МНОГОЛЕТНИХ
ИНТРОДУКЦИОННЫХ НАСАЖДЕНИЙ *HERACLEUM SOSNOWSKYI* И *HERACLEUM
MOELLENDORFFII***Черняк Д.М.¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии» Дальневосточного отделения Российской академии наук, Владивосток, e-mail: darya.che2017@mail.ru

В статье изложены результаты опытов по изучению аллелопатической активности эдификатора *Heracleum sosnowskyi* и *Heracleum moellendorffii*. Показано влияние почвы *H. sosnowskyi* и *H. moellendorffii* на параметры посевных качеств семян тест-объекта. В ходе эксперимента, в условиях почвы под *H. sosnowskyi* и *H. moellendorffii*, выявили снижение энергии прорастания семян тест-объекта на 90,7% и 38,3% соответственно по сравнению с контролем. Всхожесть семян тест-объекта в условиях почвы *H. sosnowskyi* отставала от контроля на 87,3, а в условиях почвы *H. moellendorffii* на 26,7%. Сила роста тест-объекта в почве под *H. sosnowskyi* снизилась на 75,3%, а под *H. moellendorffii* снижение силы роста проявилось слабее - на 12,7% в сравнении с контролем. Аллелопатическую активность оценивали методом биотестирования по ингибированию роста проростка тест-объекта. Отставание общей длины проростка от показателей контроля составило 52,37%, а угнетение тканей стебля – 49,49%. Меньшую чувствительность к воздействию почвы растения-донора проявил рост семядолей тест-объекта, отставание длины которых от контроля составило 17,30%. Подавляющий эффект вторичных метаболитов также был оказан на рост корня, длина которого отставала от контроля на 37,04%. В начале роста тест-объекта в почве под *H. moellendorffii* средняя длина семядоли и стебля превышала контрольные значения на 1% и 22% соответственно. Наблюдения показали, что в условиях, создаваемых *H. moellendorffii*, средняя длина корня и проростка в меньшей степени отставали от контроля по сравнению с условиями, создаваемыми *H. sosnowskyi*, что составило 8,90%, 7,48% соответственно. Провели расчёт индекса аллелопатической активности (фитотоксичности) почвы по основным органам проростка.

Ключевые слова: Дальний Восток, *Heracleum sosnowskyi*, *Heracleum moellendorffii*, аллелопатия, фитотоксичность.

**ALLELOPATHIC PROPERTIES OF SOILS OF LONG-YEAR PLANTATIONS
HERACLEUM SOSNOWSKYI AND *HERACLEUM MOELLENDORFFII***Cherniak D.M.¹

¹Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, e-mail: darya.che2017@mail.ru

The article presents the results of experiments on the allelopathic activity of the *Heracleum sosnowskyi* and *Heracleum moellendorffii* edifiers. The effect of soil *H. sosnowskyi* and *H. moellendorffii* on the parameters of the seed quality of the seeds of the test object is shown. During the experiment, under conditions of soil under *H. sosnowskyi* and *H. moellendorffii*, a decrease in the seed germination energy of the test object was found to be 90.7% and 38.3%, respectively, compared with the control. Timeline: problems associated with control at 87.3, and in soil conditions *H. moellendorffii* by 26.7%. The growth force of the test object in the soil under *H. sosnowskyi* decreased by 75.3%, and under *H. moellendorffii* the decrease in the growth force was manifested weaker - by 12.7% compared to the control. Allelopathic activity was assessed by the method of biotesting to inhibit the growth of the seedlings of the test object. The lag of the total length of the sprout from the control parameters was 52.37%, and the stenosis of the stalk was 49.49%. A lower sensitivity to the soil services of the donor plant showed an increase in the cotyledons of the test object, the lag in the length of which from the control was 17.30%. The suppressive effect of secondary metabolites was also on root growth, the length of which lagged behind the control by 37.04%. , Control values by 1% and 22%, respectively. Observations showed that under the conditions created by *H. moellendorffii*, the average root and sprout length was in accordance with the conditions created by *H. sosnowskyi*, which was 8.90%, 7.48%, respectively. Calculated the index of allelopathic activity (phytotoxicity) of soil on the main organs of the sprout.

Keywords: Far East, *Heracleum sosnowskyi*, *Heracleum moellendorffii*, allelopathy, phytotoxicity.

Интродукция лекарственных растений является одним из направлений ботанико-фармакогностических исследований. Организация и функционирование растительных сообществ при интродукции обусловлены разнообразными типами взаимодействия их компонентов, в частности корневыми выделениями, которые могут оказывать воздействие на другие виды в естественных и агрофитоценозах [8; 9]. Снижение видового разнообразия, прежде всего, связано с влиянием деятельности человека. Однако некоторые растительные виды исчезают вследствие естественного отбора, включая механизмы взаимодействия растений, такие как конкуренция и аллелопатия. В ходе эволюции конкуренция и аллелопатия играют важную роль в регулировании видового разнообразия растительных сообществ [7; 10]. Активные соединения могут выделяться корнями растений, поступать с опадом листьев и побегов в почву. Некоторые из этих соединений способны негативно воздействовать на всхожесть семян, замедлять рост проростков, оказывать повреждающее действие на корни и побеги, обуславливая даже их гибель [4].

Растения в процессе жизнедеятельности выделяют в среду химические соединения. В частности, выявлено, что аллелопатические взаимодействия высших растений в значительной степени определяются физико-химическими свойствами почвенного субстрата и активностью его микрофлоры [8]. Вещества аллелопатической природы при растворении в почве могут оказывать существенное влияние как на само растение, так и на другие соседствующие организмы [1]. При этом отмечен сложный характер взаимодействия, который может быть односторонним или обоюдным, положительным или отрицательным, или изменяться в процессе вегетации [2].

Цель исследования - аллелопатическая активность почвы опытного участка «ГТС» - филиала ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН под многолетними интродукционными насаждениями *Heracleum sosnowskyi* и *Heracleum moellendorffii*.

Материалы и методы. Исследования проводили в течение вегетационных периодов 2015-2017 гг. на опытном участке лаборатории лекарственных растений. Для эксперимента брали почву под растениями *H. sosnowskyi*, произрастающими на одном месте более 20 лет, и *H. moellendorffii*, произрастающими 5 лет (рис. 1, 2). Сроки отбора почвенных образцов приурочили к фазе плодоношения растений *H. sosnowskyi* и *H. moellendorffii* (конец июля). Отбор производили в ясную погоду, влажность почвы была близка к гигроскопической, тип почвы бурая подзолистая. На опытном участке выбирались, в фазе плодоношения генеративные растения-доноры *H. sosnowskyi* и *H. moellendorffii*. В пределах границ участка, в качестве контроля использовали почву под залежью. Пробы почв отбирали из пахотного слоя глубиной 0-20 см на расстоянии 0,5 проекции надземной части растения-донора. Для определения аллелопатической активности применяли метод биотестирования по

ингибированию роста проростка. Для тестирования, в качестве объекта, использовали семена огурца сорт «Восток», предварительно дезинфицируемые стандартным методом. Семена тест-объекта проращивались в чашках Петри на почвенных субстратах *H. sosnowskyi*, *H. moellendorffii* и контроля (слой 1,0-1,5 см толщиной). Основное внимание обращалось на фазу прорастания семян и формирование проростков, поскольку наибольшая чувствительность растений к колинам проявляется на начальных фазах онтогенеза [5]. Брали в расчет следующие параметры посевных качеств семян: длина семядоли проростка, длина стебля проростка, длина корня проростка. В соответствии с ГОСТ 12088-84с на 5-е сутки исследования определяли энергию прорастания, на 7-е сутки – всхожесть семян. На 10-е сутки учитывали силу начального роста методом морфологической оценки проростков. С контрольными и опытными проростками проводили биометрические исследования. Длину корней и проростков выражали в процентах к длине контрольных, которые принимали за 100%.



Рис. 1. Посадки *H. sosnowskyi* на опытном участке



Рис. 2. Посадки H. toellendorffii на опытном участке

По средним данным исследуемых органов проростка (семядоля, стебель, корень) рассчитывали индекс аллелопатической активности (фитотоксичности) почвы (I) [3; 6].

$$I=(Lk - Lo):Lk,$$

где Lk – морфометрический показатель проростка тест-объекта в контроле,

Lo – морфометрический показатель проростка тест-объекта в опыте.

Статистическую обработку полученных данных проводили методом описательной статистики с вычислением средней арифметической и ее средней ошибки.

Результаты исследования и обсуждение

Проращивание семян является одним из самых важных и сложных этапов в онтогенезе растений. Этот период характеризуется особенно интенсивным обменом веществ, в результате которого запасные вещества превращаются в соединения, используемые проростком на новообразование тканей. В нормально прорастающем семени течение биохимических реакций строго координировано [5].

В ходе эксперимента, в условиях почвы под *H. sosnowskyi* и *H. moellendorffii*, прослеживалось снижение энергии прорастания семян тест-объекта на 90,7% и 38,3% соответственно по сравнению с контролем. Всхожесть семян тест-объекта в условиях почвы *H. sosnowskyi* отставала от контроля на 87,3, а в условиях почвы *H. moellendorffii* на 26,7%. Сила роста семян тест-объекта в почве под *H. sosnowskyi* снизилась на 75,3%, а под *H. moellendorffii* снижение силы роста проявилось слабее - на 12,7% в сравнении с контролем (табл. 1).

Таблица 1

Влияние почвы под *H. sosnowskyi* и *H. moellendorffii* на энергию прорастания, всхожесть семян и рост тест-объекта, %

Показатели	Почва, отобранная под		
	залежь (контроль)	<i>H. sosnowskyi</i>	<i>H. moellendorffii</i>
Энергия прорастания (5-е сутки)	100	9,3	61,3
Всхожесть семян (7-е сутки)	100	12,7	73,3
Сила роста (10-е сутки)	100	24,7	87,3

Полученные данные эксперимента свидетельствуют о наличии специфической формы биотических связей в почве под генеративными растениями-донорами *H. sosnowskyi* и *H. moellendorffii*, которые выражаются в воздействии физиологически активных фитолинов. Это подтверждается выраженным фитотоксическим эффектом почв из-под *H. sosnowskyi*, который значительно снизил посевные качества семян тест-объекта. Та же тенденция отмечена при изучении влияния почвы под *H. sosnowskyi* на ранние ростовые показатели тест-объекта, а именно на длину корешков и проростков.

Посевные качества семян тест-объекта в условиях почвы *H. moellendorffii* по сравнению с *H. sosnowskyi* имели незначительное ингибирующее действие к контролю.

В большей степени восприимчивы к воздействию фитолинов, находящихся в образце почвы *H. sosnowskyi*, оказались стебель и проросток тест-объекта. Общая длина проростка отставала от показателей контроля на 52,37%, а стеблевой рост на 49,49% соответственно. При росте семядолей тестируемого объекта наблюдалась меньшая сенсбилизация к воздействию почвы из-под *H. sosnowskyi*, длина которых отставала от контроля на 17,30%. Ростовые процессы корня тест-объекта, в результате подавляющего влияния фитолинов, снижались и составляли 37,04% от общей длины контрольного варианта.

Исходя из показателей индекса фитотоксичности, изменение которого колебалось в широких пределах, в условиях почвы интродукционного вида *H. sosnowskyi* можно утверждать о наличии выраженной аллелопатической активности.

В эксперименте определили присутствие в почве из-под *H. sosnowskyi* аллелопатически агрессивных веществ, что подтверждается угнетающим действием на тест-объект при проращении семян и в процессе дальнейшего развития проростков (табл. 2, рис. 3).

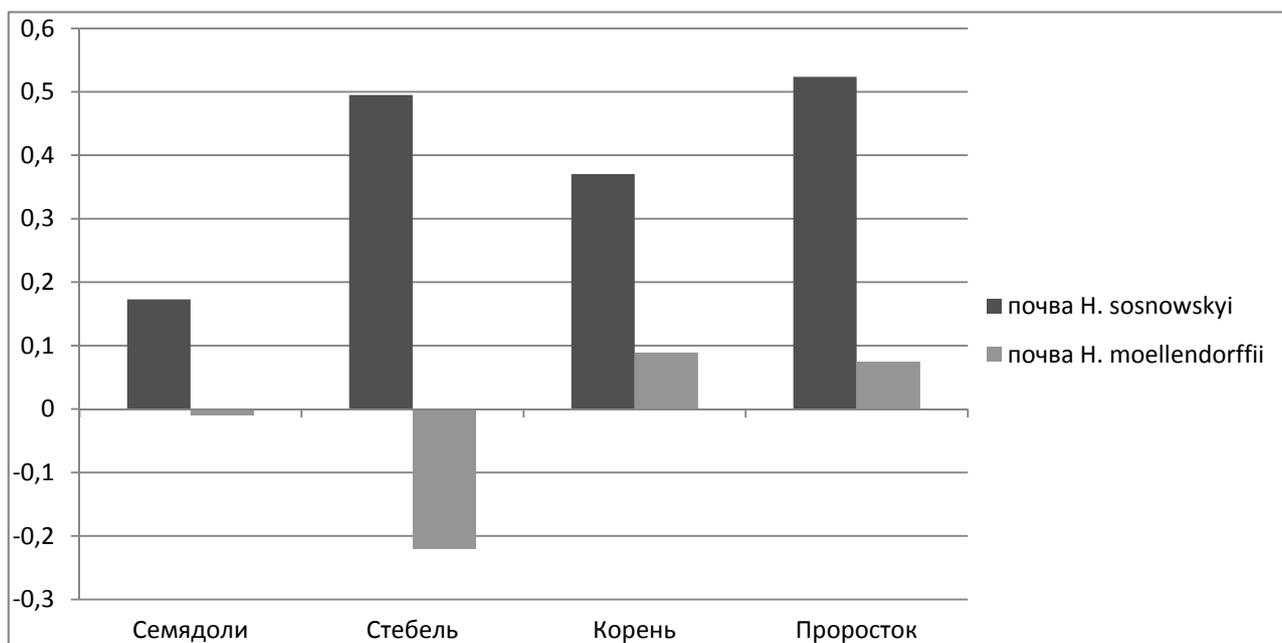


Рис. 3. Индекс аллелопатической активности почв *H. sosnowskyi* и *H. moellendorffii* для органов проростков тест-культуры

Таблица 2

Морфометрические показатели проростков тест-объекта ($M \pm m$)

Почва	Длина, мм			
	Семядоли	Стебель	Корень	Проросток
Контроль	10,00±0,80	120,37±1,09	33,69±0,80	162,43±1,37
<i>H. sosnowskyi</i>	8,27±0,76*	60,80±1,04*	21,21±1,10*	77,37±1,06*
<i>H. moellendorffii</i>	10,10±0,82	146,93±0,99*	30,69±1,37	150,28±0,91*

*Разница с контролем статистически значима.

При анализе индекса фитотоксичности для проростка тест-объекта в условиях почвенных образцов из-под *H. moellendorffii* эффект угнетения был менее выражен, чем у почвенных образцов *H. sosnowskyi* (рис. 3).

В почвах из-под *H. moellendorffii* характер воздействия фитолинов, выделяемых растениями-донорами, имел разнонаправленный характер на тест-объект. В начале роста тест-объекта в почве под *H. moellendorffii* средняя длина семядоли и стебля превышала контрольные значения на 1% и 22% соответственно (табл. 2, рис. 3). Дальнейшие наблюдения показали, что в условиях, создаваемых *H. moellendorffii*, средняя длина корня и проростка в меньшей степени отставали от контроля по сравнению с условиями, создаваемыми *H. sosnowskyi*, что составило 8,90%, 7,48% соответственно. Таким образом, тест-объект проявил относительную толерантность к фитолинам *H. moellendorffii*.

Исследование влияния почвенных условий *H. sosnowskyi* на ранних этапах онтогенеза семян тест-объекта показало, что происходит торможение и угнетение ростового развития тест-объекта. Эффект действия фитолинов на растения очень динамичен и зависит от многих биологических и экологических факторов, в частности, аллелопатическое взаимодействие высших растений в значительной степени определяется физико-химическими свойствами почвенного субстрата и активностью его микрофлоры. По этим причинам выявить биохимическую связь растений в полевых условиях весьма затруднительно.

Следовательно, аллелопатически активные вещества *H. sosnowskyi* оказывают выраженное токсическое действие на все органы тест-объекта, тогда как фитолины, выделяемые в почву *H. moellendorffii*, стимулируют развитие стебля тест-объекта.

Выводы

Почвенные образцы из-под *H. sosnowskyi* проявляли выраженную аллелопатическую активность.

Содержащиеся в почве *H. sosnowskyi* физиологически активные фитолины оказывают выраженный фитотоксический эффект, снижая посевные качества семян и начальный рост корешков и проростков тест-объекта.

Фитолины в почве из-под *H. moellendorffii* по сравнению с *H. sosnowskyi* проявляли относительную толерантность и не оказали выраженного влияния на семена тест-объекта, а при росте стебля наблюдалось его стимулирование.

Список литературы

1. Гродзинский А.М. Аллелопатия растений и почвоутомление. - Киев: Наукова думка, 1991. - 430 с.
2. Зорикова О.Г., Раилко С.П., Янов А.В. Аллелопатические свойства почв многолетних популяций *Patrinia scabiosifolia* и *Patrinia rupestris* // Тихоокеанский медицинский журнал. - 2015. - № 2. - С. 58-60.

3. Кондратьев М.Н., Ларикова Ю.С., Бударин С.Н. и др. Роль инвазивности растительных видов при внедрении в естественные и агрофитоценозы // Тезисы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Тобольск научный – 2013». – Тобольск, 2013. - С. 128-132.
4. Кондратьев М.Н., Ларикова Ю.С. Экофизиология семян. Формирование фитоценозов. - М.: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2011. - 278 с.
5. Ларикова Ю.С., Бахитова А.Р., Кондратьев М.Н. Эффект корневых выделений козлятника восточного (*Galega orientalis* L.) на проростки культурных растений // Тезисы докладов VII Съезда физиологов растений России («Физиология растений – фундаментальная основа экологии и инновационных биотехнологий»). - Н. Новгород, 2011. - Ч. 1. - С. 413-414.
6. Симагина Н.О., Лысякова Н.Ю. Динамика аллелопатической активности *Vulpurum fruticosum* L. в течение вегетации и онтогенеза // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. - 2011. - Т. 24 (63). - № 4. - С. 273–281.
7. Федоров А.А., Малогулова И.Ш. Экологическое состояние почв как одно из направлений аллелопатических исследований // Успехи современного естествознания. – 2013. - № 8. – С. 32-33.
8. Юрин П.В. Изучение роли свободных радикалов при физиологобиохимическом взаимодействии растений в агрофитоценозах // Материалы II Всесоюзного симпозиума «Летучие биологически активные вещества биогенного происхождения». – М., 1971. – С. 125-130.
9. Inderjit N., Weiner J. Plant allelochemical interference or soil chemicals ecology // Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics. - 2001. - Vol. 4. - № 1. - P. 3–12.
10. Namkeleja H.S., Tarimo M.N.C., Ndakidemi P.A. Allelopathic effects of *Argemone mexicana* to growth of native plant species // American journal of plant sciences. - 2014. - 5. - P. 1336-1344.