

Список литературы

1. Зонн, С. В. Железо в почвах / С. В. Зонн. – Москва : Наука, 1982. – 207 с.
2. Орлов Д.С., Садовникова Л.К., Суханова Н.И. Химия почв. М.: Высш. шк., 2005. 558 с.
3. Федосеев, А. С. Влияние различного землепользования на химические и физико-химические свойства чернозема типичного Курской области [Электронный ресурс] / А. С. Федосеев, В. Г. Мамонтов, О. Е. Ефимов, С. А. Беляева // АгроЭкоИнфо : электронный научно-производственный журнал. – 2024. – № 3. – DOI: <https://doi.org/10.51419/202143307>.
4. Мамонтов В.Г., Артемьева З.С., Лазарев В.И., Родионова Л.П., Крылов В.А., Ахмедзянова Р.Р. Сравнительная характеристика свойств целинного, пахотного и залежного чернозема типичного Курской области // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2020 (101). С. 182-201. DOI: 10.19047/0136-1694-2020-101-182-201
5. Мамонтов В.Г. Химический анализ почв и использование аналитических данных. Лабораторный практикум. Санкт-Петербург: Лань. 2021. 328 с.

АКТИВНОСТЬ ФОСФАТАЗЫ И ИНВЕРТАЗЫ В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ ПОД БОРЩЕВИКОМ СОСНОВСКОГО (*HERACLEUM SOSNOWSKYI* MANDEN.), КЛЕНОМ ЯСЕНЕЛИСТНЫМ (*ACER NEGUNDO* L.) И КИПРЕЕМ УЗКОЛИСТНЫМ (*CHAMAENERION ANGUSTIFOLIUM* (L.) SCOP.)

Чеглакова Варвара Ивановна, студентка I курса Института агробиотехнологии, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет-МСХА имени К. А. Тимирязева», varyche07@gmail.com (Научный руководитель – **Бородин Кира Сергеевна**, ассистент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения, РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, k.bor@rgau-msha.ru

Аннотация: в статье сравнены данные об активностях инвертазы и фосфатазы в дерново-подзолистой почве под фитоценозами с кленом ясенелистным и борщевиком Сосновского, являющимися инвазионными растениями, а также под фитоценозами с апофитом кипреем узколистным; выяснено, что наибольшая активность фосфатазы в мае наблюдается под борщевиком Сосновского, инвертазы – под кленом ясенелистным.

Ключевые слова: биологическая активность почв, гидролитические ферменты почв, фосфорсодержащие соединения, углеводы, инвазионные виды растений, апофиты.

Почва – самая богатая система по разнообразию ферментов [1]. Эти соединения являются катализаторами многих химических реакций, в том числе

разложения органических и минеральных соединений, что делает возможным образование косного вещества почвы и обеспечение круговорота веществ в природе. Важную роль ферменты играют и в гумусообразовании: они могут катализировать как синтез гумусовых веществ, так и разложение сложных органических соединений до более простых. Кроме того, функция ферментативного пула почвы состоит в поддержании гомеокинеза (динамического равновесия) почв. Действие ферментов оказывает положительное влияние на жизнедеятельность растений, делая осуществимым обмен веществ между ними и почвой. Стоит отметить, что некоторые ферменты лишь незначительно меняют свою активность в условиях повышенной и пониженной влажности, а также при критически высоких и низких температурах, что говорит об устойчивости данных соединений к колебаниям экологических факторов [4]. Почвенные ферменты делятся на группы, наиболее важными являются оксидоредуктазы, осуществляющие окислительно-восстановительные реакции (каталаза, дегидрогеназа и др.) и гидролазы, катализирующие гидролитическое расщепление (инвертаза, фосфатаза, уреаза и др.) [1]. В работе приведены сравнения активностей ферментов из группы гидролаз в дерново-подзолистых почвах: инвертазы и фосфатазы [2, 5].

Приведенные выше данные характерны для культурных фитоценозов. Нами же сравнены несколько исследований, изучающих влияние борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.), клена ясенелистного (*Acer negundo* L.) и кипрея узколистного (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.) на ферментативную активность дерново-подзолистых почв [2, 5]. Первые два растения являются инвазионными, не типичными для нашей местности, но вытесняющими аборигенную флору с ее прежних местообитаний [2]. Кипрей узколистный (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.) является местным растением, однако в последнее время проявляет признаки апофита, также подавляя численность других видов; сырье из него используется в фармацевтике, кулинарии, кормах для животных, помимо этого, данный вид является медоносом. Соответственно, **актуальность** работы заключается в следующем: ферменты являются важным показателем биологической активности почв и гомеостаза экосистем, изучение и сравнение влияния дикорастущих растений на эти соединения позволит оценить состояние почвы под ними.

Цель работы: сравнить активности фосфатазы и инвертазы в дерново-подзолистой почве под борщевиком Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.), кленом ясенелистным (*Acer negundo* L.) и кипреем узколистным (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.).

Задачи исследования: дать сравнительную характеристику на основе полученных ранее данных [2, 5] об активности инвертазы и фосфатазы в дерново-подзолистой почве под борщевиком Сосновского (*Heracleum sosnowskyi*

Manden.), кленом ясенелистным (*Acer negundo L.*) и кипреем узколиственным (*Chamaenerion angustifolium (L.) Scop.*); сделать вывод о влиянии данных растений на активность почвенных ферментов.

Нами сравнивались проводимые ранее исследования, касаемые активности почвенных ферментов под различными фитоценозами [2, 5], в статьях использованы некоторые методы. Образцы почв были взяты в двух различных местностях: у Федоровского городского поселения Ленинградской области в фитоценозе с преобладанием борщевика Сосновского и в фитоценозе с преобладанием кипрея узколистного [2]; в пойме р. Томь между озерами Красное и Длинное в пределах г. Кемерово в фитоценозе с плотной сомкнутостью крон клена ясенелистного [5].

Образцы почвы под борщевиком Сосновского (*Heracleum sosnowskyi Manden.*) и кипреем узколиственным (*Chamaenerion angustifolium (L.) Scop.*) были взяты непосредственно под насаждениями и вне ризосферы, отбирались стерильным инструментом на глубину до 20 см и помещались в сумку-холодильник с охлаждающими элементами. Определение активности ферментов проводилось в течение суток после отбора почвенных образцов [2]. Образцы почвы под насаждениями клена ясенелистного (*Acer negundo L.*) отбирали с каждого исследуемого варианта с глубины 0-10 см. Исследования ферментативной активности почвы проведены на свежесобранном материале в трехкратной повторности из смешанной пробы [5].

Пробы всех почв собраны в течение года несколько раз: в случае с борщевиком Сосновского и кипреем узколиственным – в апреле, мае и июне, с кленом ясенелистным – в мае, июле и сентябре; в работе представлено сравнение майских показателей активностей ферментов. В качестве оценки уровня активности почвенных ферментов использована классификационная шкала Д. Г. Звягинцева [2]. Определение активности фосфатазы осуществлялось методом А. Ш. Галстяна и Э. А. Арутюняна [3], инвертазы – методом В.Ф. Купревича и Т. А. Щербаковой [1].

Результаты исследования

В представленных ниже таблицах 1-3 приведены обобщенные данные на основе проанализированных работ.

Таблица 1

Активность ферментов фосфатазы и инвертазы в почвенных образцах под борщевиком Сосновского (*Heracleum sosnowskyi Manden.*) и кипреем узколиственным (*Chamaenerion angustifolium (L.) Scop.*) [2].

Фермент	Месяц	Борщевик Сосновского	Кипрей узколистный
Фосфатаза, мг P ₂ O ₅ / 10 г почвы/ч	апрель	5,26	2,0
	май	4,26	0,86
	июнь	3,26	2,2

Инвертаза, мг глюкозы/ г почвы/сут	апрель	0,14	0,13
	май	-	0,21
	июнь	0,14	-

Оценка биологической активности почв произведена с помощью балльной шкалы Звягинцева: под кипреем активность фосфатазы в апреле и июне средняя, а в мае – слабая; под борщевиком – в апреле – высокая, а в мае и июне – средняя; активность инвертазы под обоими видами очень слабая или отсутствует [2].

Согласно данным из таблицы 1, активность фосфатазы под борщевиком Сосновского выше ее активности под кипреем узколиственным, что может говорить о повышенной потребности борщевика в фосфорсодержащих соединениях, находившихся в данное время в почве, вероятно, в большом количестве. Активность инвертазы в почвах под всеми растениями очень низка, это свидетельствует о небольшом количестве листовного опада и малой потребности почвы в инвертазе в этот период.

Таблица 2

Активность фосфатазы и инвертазы в почвенных образцах под кленом ясенелистным (*Acer negundo L.*) [5].

Фермент	Месяц	Клен ясенелистный
Фосфатаза, мг P ₂ O ₅ /10 г почвы/ч	май	2,1
	июль	3,1
	сентябрь	2,3
Инвертаза, мг глюкозы/г почвы/сут	май	30
	июль	32
	сентябрь	48

С помощью балльной шкалы Звягинцева определено: активности фосфатазы и инвертазы под кленом ясенелистным средние, но ближе к осени активность инвертазы становится выше. Это говорит об увеличении количества листовного опада с клена и большей потребности почвы в инвертазе. Стоит отметить, что данный фитоценоз находился в пойме реки, что говорит о повышенной влажности почвы, которая также могла увеличить активность фермента.

Сравнить майские показатели активностей инвертазы и фосфатазы под рассматриваемыми видами растений можно с помощью таблицы.

Таблица 3

Сравнение активностей ферментов фосфатазы и инвертазы в мае в почвенных образцах под кленом ясенелистным (*Acer negundo* L.), борщевиком Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) и кипреем узколиственным (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.) [2], [5].

Фермент	Клен ясенелистный	Борщевик Сосновского	Кипрей узколиственный
Фосфатаза, мг P ₂ O ₅ / 10 г почвы/ч	2,1	4,26	0,86
Инвертаза, мг глюкозы/ г почвы/сут	30	-	0,21

Исходя из данных в таблице 3, в мае самая высокая активность фосфатазы наблюдалась под борщевиком Сосновского (*H. sosnowskyi* Manden.), под кипреем узколиственным (*C. angustifolium* (L.) Scop.) и кленом ясенелистным (*A. negundo* L.) она была крайне низка. Самая высокая активность инвертазы выявлена под кленом, когда как в почве под борщевиком инвертаза была неактивна, а под кипреем ее активность была очень низкой.

Выводы

1. Согласно шкале Звягинцева, активность фосфатазы под кипреем в апреле и июне средняя, в мае – слабая; под борщевиком – в апреле – высокая, а в мае и июне – средняя; активность инвертазы под кипреем и борщевиком очень слабая или отсутствует. Активности фосфатазы и инвертазы под кленом ясенелистным средние.

2. Активность фосфатазы под борщевиком составила 4,26 мг P₂O₅/10 г почвы/ч, что в 2 раза больше, чем под кленом, где она составила 2,1 мг P₂O₅/10 г почвы/ч и в 5 раз больше, чем под кипреем (0,86 мг P₂O₅/10 г почвы/ч). Это говорит о высокой потребности борщевика в фосфорсодержащих соединениях, получаемых путем гидролиза с помощью фосфатазы.

3. Активность инвертазы под кипреем (0,21 мг глюкозы/1 г почвы/сут) в сравнении с кленом (30 мг глюкозы/1 г почвы/сут) меньше в 142 раза, а под борщевиком фермент неактивен. Данные свидетельствуют о высокой продуктивности клена ясенелистного в мае за счет большой биомассы и повышенного содержания сахаров в клеточном соке растения, их активного транспорта по флоэмной системе. Такому показателю активности может способствовать повышенная увлажненность, характерная поймам рек, где произрастал клен.

Список литературы

1. Купревич В.Ф., Щербакова Т.А. Почвенная энзимология. Минск: Наука и техника, 1966. 275 с.
 2. Родичева Т. В., Гамзаева Р. С., Ивахнова О. Ф. Активность фосфатазы, уреазы и инвертазы в дерново-слабоподзолистой суглинистой почве под борщевиком Сосновского // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. - 2022. - № 4. - С. 47-56.
 3. Титова В.И., Козлов А.В. Методы оценки функционирования микробоценоза почвы, участвующего в трансформации органического вещества: научно-методическое пособие // Нижегородская сельскохозяйственная академия. Нижний Новгород, 2012. 64 с.
 4. Хазиев, Ф.Х. Функциональная роль ферментов в почвенных процессах // Вестник Академии наук РБ. - 2015.-Т. 20.-№ 2(78) - С.14-24.
- Цандекова О. Л., Уфимцев В. И. Активность гидролитических ферментов почвы в фитогенном поле *Acer negundo* L. в условиях нарушенных пойменных сообществ. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2018.- Т. 20.-№ 5 – С. 92-96.

ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ЕЛИЗОВСКОГО РАЙОНА ПОЛУОСТРОВА КАМЧАТКИ

Швецова Анна Александровна, магистрант 2 курса кафедры прикладной экологии СПбГУ, st133942@student.spbu.ru

Пак Анастасия Леонидовна, студент 4 курса биологического факультета СПбГУ, st091667@student.spbu.ru,

Динкелакер Наталья Владимировна, преподаватель Университета ИТМО, nvdinkelaker@mail.ru

(Научный руководитель - Чебыкина Екатерина Юрьевна, к.б.н, доцент кафедры прикладной экологии СПбГУ, e.chebykina@spbu.ru)

Аннотация. В Камчатском крае была поставлена задача создания регионального центра по поддержке одаренных детей в области науки и спорта на базе ДОЛ «Восход». Были исследованы физико-химические характеристики и проанализировано содержание тяжелых металлов вулканических почв с низкой минерализацией. Исследование направлено на повышение экологической осведомленности и развитие научных подходов в регионе.

Ключевые слова: вулканические почвы, метаболический коэффициент, суммарный показатель загрязнения, коэффициент радиальной дифференциации.

Введение. Почвы Камчатки уникальны для Евразии из-за разнообразия древесной растительности и особенностей почвообразующих пород — слоистых пирокластических отложений разного возраста и состава. В районах