

Таблица 2 – Корреляционная матрица индексов и содержания нитратного азота, полученным стандартными лабораторными методами

Вариант	Параметр	контроль			удобрение		
		Nsoil	NI	NBI	Nsoil-Y	NI-Y	NBI-Y
контроль	Nsoil	1					
	NI	0,811591	1				
	NBI	0,515146	0,610228	1			
опыт	Nsoil-Y	0,79973	0,750275	0,60747	1		
	NI-Y	0,586968	0,730793	0,747225	0,614196	1	
	NBI-Y	-0,20328	-0,06209	0,592754	0,000682	0,362464	1
*лист	N-NO ₃	0,815303	0,881229	0,642846	0,780356	0,775348	0,00303
*почва		0,815227	0,881289	0,643262	0,780193	0,775412	0,00257
**лист-У		0,815259	0,881328	0,642874	0,780581	0,775004	0,00319
**почва-У		0,815252	0,881296	0,643043	0,780375	0,775237	0,00289

Примечание: определение стандартными лабораторными методами для вариант контроль* и опыт-У**

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ (тема № FGGU-2025-0007) с использованием оборудования ЦКП «Физико-химических и биологических исследований» ФГБНУ ВНИИФ.

Литература

Трубников Ю.Н., Шпедт А.А., Соломенникова Ю.Н. Фотометрическая экспресс-диагностика азотного питания растений // Вестник КрасГАУ, 2023. № 11. С. 165–172. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-11-165-172.

Осипов Ю.Ф., Иваницкий Я.В., Ширинян М.Х., Афанасьев Р.А., Галицкий В.В. Использование прибора «п - тестер «Яра» для диагностики азотного питания озимой пшеницы // Плодородие. 2011. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-pribora-n-tester-yara-dlya-dagnostiki-azotnogo-pitaniya-ozimoy-pshenitsy> (дата обращения: 28.06.2025)

Родионова О.Е. Хемометрический подход к исследованию больших массивов химических данных // Российский химический журнал. 2006. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/hemometricheskiy-podhod-k-issledovaniyu-bolshih-massivov-himicheskikh-dannyh> (дата обращения: 01.06.2025).

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ СЕМЯН СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ЭКСТРАКТОМ ЛЮТИКА ЕДКОГО НА ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ И БИОМЕТРИЮ ПРОРОСТКОВ В УСЛОВИЯХ ЗАРАЖЕНИЯ HETEROBASIDION ANNOSUM (FR.) BREF

Лыков И.В.¹, Попова А.А.¹, Федорова О.А.¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова»,
likovigorw@yandex.ru, logachevaaaa@rambler.ru, fed-olga78@mail.ru

THE EFFECT OF TREATING SCOTS PINE SEEDS WITH ACRID BUTTERCUP EXTRACT ON THE VIABILITY AND BIOMETRICS OF SEEDLINGS UNDER CONDITIONS OF INFECTION WITH HETEROBASIDION ANNOSUM (FR.) BREF

Lykov I.V.¹, Popova A.A.¹, Fedorova O.A.¹

In recent years, the issue of finding effective ways to combat the root fungus, which has become a real problem for forestry in many countries, has become acute. The use of a biological approach will allow the development of new effective methods of combating infestation and increasing the sustainability of forest plantations. The use of buttercup extract will significantly reduce the negative impact on seed viability and sprout size.

Введение. Поиск эффективных мер борьбы с возбудителем заболевания хвойных корневой губкой, которая вызывает значимые экономические потери в лесном хозяйстве многих стран, в настоящее время сохраняет свою актуальность. Являясь дереворазрушающим грибом, вызывающим гниль корней многих хвойных и некоторых лиственных пород (в том числе березы, ольхи, дуба), считается самым опасным и практически не поддающимся лечению заболеванием лесных насаждений. Возникновению и активному развитию корневой губки предшествует ослабление древостоя: массовые заболевания и медленнотекущие усыхания деревьев. У больных деревьев наблюдается снижение прироста, образуются укороченные побеги с тусклой светло-зеленой хвоей (Адамович И.Ю., 2017). Пораженные деревья, как правило, располагаются рассеянно, а очаги имеют диффузный характер. Поражение патогеном вызывает значительные потери деловой древесины. В очагах корневой губки также образуются очаги стволовых вредителей, которые ускоряют и завершают процесс усыхания деревьев. Распад насаждений происходит медленно, в основном под воздействием ветровала. На территории России корневая губка встречается практически повсеместно, что свидетельствует о низкой эффективности лесоводственных методов борьбы с корневой губкой. Фунгицидными свойствами обладает лютик едкий, который способен замедлять рост корневой губки (Василяускас А.П., 1989). Использование биологического подхода позволит разработать новые методы борьбы с заражением и повысить устойчивость лесных насаждений (Анкудинов, А. М. и др., 1951).

Цель – определить степень воздействия заражения корневой губки на жизнеспособность семян сосны обыкновенной и оценить эффективность предварительной обработки семян экстрактом лютика едкого на снижение тяжести заражения.

Материалы и методы. Для проведения эксперимента по заражению семян сосны обыкновенной возбудителем заболевания корневой губки и оценке эффективности предварительной обработки семян экстрактом лютика едкого в лабораторных условиях проведены три варианта эксперимента:

Вариант 1. Контрольный вариант – семена замочены в дистиллированной воде и внесены в чашки Петри с мальт-пептонной средой без внесения возбудителя корневой губки;

Вариант 2. Семена замочены в дистиллированной воде и внесены в чашки Петри с мальт-пептонной средой, с внесением мицелия *Heterobasidion annosum* F-471;

Вариант 3. Семена замочены в экстракте лютика едкого и внесены в чашки Петри с мальт-пептонной средой, с внесением мицелия *Heterobasidion annosum* F-471.

Для заражения использован штамм корневой губки *Heterobasidion annosum* F-471. В качестве среды для культивирования использована мальт-пептонная питательная среда. Для обработки семян применяли водный экстракт лютика едкого (экстракция проведена в лаборатории ВГЛТУ). Каждый вариант включал четырёхкратную повторности по 25 семян сосны обыкновенной.

Результаты исследований. По результатам опытов проведена оценка показателей жизнеспособности семян, длины корня и надземной части проростков, а также процента некрозов (таблица 1).

Таблица 1 – Жизнеспособность, длина надземной и подземной частей сеянцев сосны обыкновенной и степень их повреждения в вариантах опыта

Вариант опыта	Жизнеспособность семян, %	Длина корня, мм	Длина надземной части, мм	Некроз, %
1	97±1,9	20,3±0,90	31,3±1,30	-
2	63±1,9	12,0±1,00	14,0±1,60	50-70
3	78±2,3	18,0±1,10	26,0±0,70	10-20

После трёхнедельного срока наблюдения установлено, что у семян, зараженных возбудителем корневой губки жизнеспособность снизилась на 34% и составляет 63% (в контроле – 97%), кроме того, относительно контроля, наблюдается замедление развития корневой системы в 1,7 раза (12,0 мм. – опыт и 20,3 мм – контроль) и длины надземной части 2,3 раза (14,0 мм. – опыт и 31,3 – контроль). При предварительной обработке семян экстрактом негативное воздействие корневой губки проявляется менее интенсивно: относительно контроля (97%) жизнеспособность обработанных семян выше в 1,8 раза, чем у необработанных – 78% при обработке экстрактом и 63% без обработки. Наблюдаются изменения в размерах корней и надземных частей – длина корня относительно контроля (20,3 мм.) при обработке экстрактом снижена в 1,1 раза (18,0 мм.) и в 1,7 раза без обработки (12,0 мм.); длина надземной части относительно контроля (31,3 мм.) при обработке экстрактом снижена в 1,2 раза (26,0 мм.) и в 2,3 раза без использования экстракта (14,0 мм.). У обработанных экстрактом семян при заражении патогеном проявление некрозов заметно ниже, чем у необработанных – 10-20% некрозов при обработке и 50-70% некрозов без обработки.

Предварительная обработка семян экстрактом лютика едкого при заражении корневой губкой показала наличие положительной динамики по всем анализируемым показателям –семена, обработанные экстрактом, имеют лучшие показатели жизнеспособности, размеров корня и надземной части проростков по сравнению с необработанными.

Заключение. Таким образом, предварительная обработка семян экстрактом лютика едкого при заражении корневой губкой показала эффективность – использование экстракта способно в значительной степени снизить негативные эффекты, оказываемые на жизнеспособность семян и размеры проростков, а процент некрозов при предварительной обработке экстрактом у зараженных патогеном семян заметно ниже, чем у необработанных. Для оценки эффективности предварительной обработки семян экстрактом лютика едкого и разработки практических рекомендаций его применения в ходе лесовосстановительных мероприятий необходимы дополнительные опыты по

оценке роста сеянцев в очагах заболевания, а также в лабораторных условиях для оценки продолжительности эффекта от применения экстракта.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-26-20120, <https://rscf.ru/project/24-26-20120/>.

Литература

Belov O. 2010 Parasitism and symbiosis. Phytopathogenic and entomopathogenic fungi Immunopatol. Allergol. Infektol. 1 86

Fedorova O. Grodetzkaya T., Evtushenko N., Evlakov P., Gusev A., Zakharova O. The impact of copper oxide and silver nanoparticles on woody plants obtained by in vitro method // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing, 2021. – V. 875. – №. 1. – P. 012048

Адамович И.Ю. Особенности микотрофности сеянцев *Pinus sylvestris* L. В насаждениях, поврежденных *Heterobasidion annosum* (fr.) Bref / И.Ю. Адамович // Успехи современной науки. – Белгород, 2017 – С. 227-229

Анкудинов, А. М. Болезни сосны и дуба и борьба с ними в питомниках и культурах. Сборник работ / А. М. Анкудинов, А. А. Власов, В. Н. Шафранская // М-во лесного хозяйства СССР, ВНИИ лесного хоз-ва. - Москва; Ленинград: Гослесбумиздат, 1951 - 131 с.

Василяускас А.П. Корневая губка и устойчивость экосистем хвойных лесов // Вильнюс.: «Мокслас», 1989 – 175 с.

Высоцкий А.А., Корчагин О.М. Корневая губка в насаждениях сосны обыкновенной (*pinus sylvestris* L.). Проблемы и пути решения // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. № 224 - 2018 С. 176-192.

Кобец Е.В. Рекомендации по защите лесов от корневой губки в лесах Европейской части России. МПР РФ, ВНИИЛМ. Пушкино, 2001. 9 с.

Литовка Ю.А., Павлов И.Н. Фитопатогенность и морфолого-культуральные особенности грибов *Heterobasidion annosum* s.l., выделенные из очагов массового усыхания хвойных лесов Сибири. // В кн. Грибные сообщества лесных экосистем. Т. 5. отв.ред.: Стороженко В.Г., Руоколайнен А.В., Кикеева А.В., Москва; Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2018. с. 68-76.

Романовская Т.В., Арашкова А.А., Тригубович А.М., Коломиец Э.И., Звягинцев В.Б., Волченкова Г.А., Савицкий А.В. Скрининг изолятов *Phlebiopsis gigantea*, перспективных для создания биопрепарата против корневой губки // Сборник: Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты. Сборник научных трудов - Минск, 2017 С. 92-103.

Стороженко В.Г., Научные основы устойчивости лесов к дереворазрушающим грибам / В.Г. Стороженко, М.А. Бондарцева, В.А. Соловьев, В.И. Крутов // М.: изд-во «Наука», 1992. - 221 с.

К ИЗУЧЕНИЮ ИНВАЗИВНЫХ БОЛЕЗНЕЙ И ВРЕДИТЕЛЕЙ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД КОРЕЛИИ

Лябзина С.Н.^{1,2}, Синкевич О.В.¹

¹ ФГБУ «ВНИИКР», Североморский филиал,
ovbio@mail.ru;

² Петрозаводский государственный университет,
slyabzina@petrsu.ru