





## АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ҒЫЛЫМДАРЫ

Еуразиялық агротехникалық журнал = Евразийский агротехнический журнал. – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2026. -№ 1 (129). - Р.-5-14. - ISSN 3135-243X, 3135-2448

doi.org/10.51452/eaj.2026.1(129).2054  
УДК 632.4.01/08

Исследовательская статья

### Изучение распространённых болезней сосны, ели и клёна и проверка эффективности фунгицидных препаратов

Джумагулова И. , Джумагулов А. , Әжімахан М.Ә. , Байбусенов К.С. , Макишев Т.К. 

Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина  
Астана, Казахстан

**Автор-корреспондент:** Әжімахан М.Ә.: moldir\_kazatu@mail.ru

**Соавторы:** (1: ИД) issentemirova21@bk.ru; (2: АД) dzhumagulov.arsen@mail.ru  
(3: КБ) kurmet\_1987@bk.ru (4: ТМ) talgat-0412@mail.ru

**Получено:** 08.10.2025 **Принято:** 24.02.2026 **Опубликовано:** 30.03.2026

#### Аннотация

Предпосылки и цель. Благоустройство и озеленение парков декоративными деревьями в настоящее время представляет собой важную задачу, связанную с необходимостью в создании комфортной городской среды, улучшения экологической ситуации и повышения эстетической привлекательности зелёных территорий. Цель данного исследования - выявить наиболее распространённые заболевания декоративных культур и подобрать наиболее эффективные фунгициды для борьбы с ними.

Материалы и методы. Отбор образцов осуществляли со случайно выбранных деревьев, при этом пробы брали как с нижнего, так и с верхнего ярусов. Выделение ДНК выполняли с использованием коммерческого набора GeneJET PCR Purification Kit. Амплификацию фрагментов ДНК проводили по методу Сэнгера с применением набора BigDye Terminator. Полученные продукты секвенирования анализировали на генетическом анализаторе ABI 3130XL (Applied Biosystems, США). Обработку и редактирование хроматограмм осуществляли в программе Sequencing Analysis 5.2, Patch 2 (Applied Biosystems, США). Полученные данные интерпретировали с применением базы данных на сайте www.ncbi.com.

Опыты по определению эффективности фунгицидов проводили методом «ядовитого агара» для оценки роста мицелия. Статистическую достоверность результатов оценивали с использованием программы СНЕДЕКОР.

Результаты. На основании микроскопического исследования и молекулярно-генетического анализа методом секвенирования установлено, что ель обыкновенная поражается *Fusarium tricinctum*, тогда как на сосне обыкновенной и клёне татарском выявлен *Alternaria infectoria*. Испытания биологической эффективности фунгицидов показали, что препараты на основе пропиконазола и пиракlostробина обладают выраженной ингибирующей активностью по отношению к выявленным патогенам, снижая рост мицелия на 74-87%. Максимальный эффект отмечен при использовании препарата «Кластро» на ели обыкновенной, где уровень подавления роста мицелия достигал 87,4%.

Закключение. Сочетание традиционных методов микроскопии и современных молекулярно-генетических подходов позволяет более точно идентифицировать фитопатогенные грибы и подбирать наиболее эффективные средства защиты растений. Полученные результаты могут быть использованы при разработке систем интегрированной защиты древесных пород в лесных и городских насаждениях, что будет способствовать сохранению их декоративной и экологической ценности.

**Ключевые слова:** декоративные культуры; патогены; ПЦР; секвенирование; фунгицид; биологическая эффективность.

## Введение

Глобальные климатические изменения и ухудшение экологической ситуации обусловили необходимость повышения эффективности лесовыращивания [1]. Процесс получения высококачественной древесины – материала, сохраняющего свою актуальность и в современном мире, зависит от множества факторов на всех этапах выращивания леса и заготовки древесной продукции. Важно с самого начала способствовать формированию ствола дерева без пороков и, соответственно, высококачественной древесины [2].

В последние годы предпринимаются меры по увеличению лесистости страны. За последние 5 лет площадь лесных территорий увеличена на 267 тыс. га, что соответствует росту на 5%. Кроме того, планируется увеличить лесопокрытую площадь с 13,7 млн га до 14,5 млн га к 2030 году [3].

Благоустройство и озеленение парков декоративными деревьями в настоящее время является актуальной задачей, обусловленной необходимостью создания комфортной городской среды, улучшения экологического состояния и повышения эстетической ценности зелёных пространств. Однако, для достижения устойчивого эффекта важно обеспечивать здоровье растений, предотвращая поражение их болезнями и вредителями, что способствует сохранению их декоративных и экологических функций.

По мнению большинства фитопатологов, основной причиной многих заболеваний растений чаще всего являются грибные патогены [4].

Многие инфекционные болезни, связанные с поражением корней и корневой шейки приводят растения к увяданию. Однако, особенно выделяется группа болезней «сосудистые увядания», при которых поражается проводящая сосудистая система, трахеи. Основными возбудителями трахеомикозных заболеваний являются грибы родов *Fusarium*, *Verticillium*. Фузариозы широко распространены среди декоративных растений. Этот тип болезни характеризуется следующими симптомами: полегание всходов; отмирание корней и других подземных частей растений; поражение надземных органов растений. Многочисленные представители рода *Fusarium* обладают рядом биологических и других особенностей: обитают в основном в пахотном слое почв, где питаются на остатках дикорастущих и культурных растений (ботва, опавшие листья, отмершие корни и т.д.), а также могут переходить на живые растения и вызывать у них болезни. Заражение надземных органов происходит посредством конидий, которые разносятся воздушными течениями или дождевыми каплями. Конидии, попадая на растения, прорастают инфекционной гифой, которая проникает внутрь растения. Этот процесс значительно облегчается при наличии на растении механических повреждений и некротизированных тканей. Поражаются все органы растения: корни, стебли, листья, бутоны. Общие симптомы поражения, следующие: для всходов – пожелтение и увядание листьев; образование перетяжки в области корневой шейки; полегание всходов; загнивание корней; для взрослых растений – пожелтение нижних листьев, которое со временем распространяется по всему растению [5].

Альтернариоз – это заболевание грибной этиологии, которое может поражать широкий спектр хвойных и декоративно-лиственных культур в питомнике. Заболевание вызывают анаморфные грибы рода *Alternaria*, чаще *A. tenuis*. Оно характеризуется появлением темных пятен на листьях, стеблях и плодах растений разного возраста, на подвоях, корнесобственных и привитых.

Симптомы альтернариоза могут варьировать в зависимости от вида растения, но, как правило, инфицированная растительная ткань на некрозе будет выглядеть темно-коричневой или черной, сухой с концентрическими кольцами. Поражения могут начинаться с небольших округлых пятен, постепенно увеличиваться в размерах и охватывать большие площади надземных органов растения [6].

На данный момент в перечне разрешённых к применению пестицидов отсутствуют зарегистрированные препараты для защиты декоративных древесных пород в городских условиях, а также лесном хозяйстве. Проведённые нами исследования могут стать основой для дальнейших рекомендаций по использованию эффективных фунгицидов против основных патогенов декоративных культур. Цель данного исследования – выявить наиболее распространённые заболевания декоративных культур и подобрать наиболее эффективные фунгициды для борьбы с ними.

Таким образом, своевременное выявление заболеваний и подбор эффективных препаратов позволит предотвратить их распространение и сохранить декоративные растения.

## Материалы и методы

В качестве объектов исследования были использованы образцы ели обыкновенной, сосны обыкновенной и клёна татарского.

Листовые образцы клёна татарского отобраны в сквере Акжайык, а сосны обыкновенной и ели обыкновенной в Центральном парке города Астана. Отбор производился со случайно выбранных деревьев, образцы отбирались с нижнего и верхнего ярусов по 20 листьев с клена татарского и 3 пучка хвои с ели обыкновенной и сосны обыкновенной. Далее составлялись средние образцы для анализов. Отбор производился в сухую погоду, в течение одного дня, каждый образец подписывался и доставлялся в лабораторию в течение 24 часов после отбора [7].

Лабораторные исследования проводились на базе Института сельского и лесного хозяйства в лаборатории молекулярно-генетических исследований и защиты растений Казахского агротехнического исследовательского университета имени С.Сейфуллина.

Выделение ДНК проводили готовым набором GeneJET PCR Purification Kit (Thermo Fisher Scientific, USA) использовался протокол для выделения ДНК. Концентрация ДНК варьировалась от 6,7-74,8134,5 нг/мкл. Продукт гена Alt a1 длиной 568 п.н. амплифицировали с использованием следующих пар праймеров Alt-for/Alt-rev (Hong et al. 2005) [8].

Для амплификации маркерного участка в общем объеме 25 мкл готовится смесь, содержащая 25 нг ДНК, 1U ДНК полимеразы (Thermo Scientific, США), 0,2 mM каждого дНТФ, 1× ПЦР буфер, 2,5 mM MgCl<sub>2</sub>, 10 пмоль каждого праймера. Программа ПЦР выполняется на амплификаторе SimpliAmp, (Thermo Fisher Scientific, США). Электрофорез проводили в 1,5% агарозном геле в камере для горизонтального электрофореза Max NU10, и источником тока «Consort EV 243». В качестве электродного буфера используется 1×ТАЕ-буфер. Амплифицированные фрагменты ДНК секвенировали с помощью метода Сэнгера [9] с использованием набора для определения последовательности терминатора BigDye в соответствии с расчетом на общий объем 25 мкл для каждой пробы – дН<sub>2</sub>O – 18 мкл, 5× буфера – 5 мкл, BigDye – 0,5 мкл, праймер – 0,5 мкл, ПЦР-продукт – 1 мкл. Последовательности праймеров использовали такие же, как и для ПЦР. Для обеспечения точности секвенирования амплифицированные фрагменты секвенировали с двумя праймерами: прямым и обратным. Продукты секвенирования изучали на генетическом анализаторе ABI 3130XL (Applied Biosystems, США). Анализ и редактирование хроматограммы проводили с использованием Sequencing Analysis 5.2, Patch 2 (Applied Biosystems, США). Полученные результаты обрабатывали в базе данных на сайте [www.ncbi.com](http://www.ncbi.com).

Закладка опытов по эффективности фунгицидов проводилась по методике [10].

Метод «ядовитого агара» (poisoned food technique) – для мицелия. Ход выполнения работы:

1. Приготовление питательной среды Агар-агар.
2. Стерильное охлаждение расплавленного агара до 45-50 °С.
3. Введение препаратов в нужных концентрациях с аккуратным постепенным перемешиванием.
4. Разливка готовых растворов в чашки Петри (20 мл/чашку).
5. Вырезание из активной культуры диска мицелия диаметром 6 мм и размещение по центру каждой чашки мицелием вниз.
6. Инкубирование при температуре 25 °С в темноте.
7. Измерение диаметра колонии (среднее двух перпендикуляров) каждые 24 часов до тех пор, пока контроль не достигнет края чашки (в течении 5 суток).

Показатель биологической эффективности (ингибирование роста, %) рассчитывался по формуле (1):

$$x = \frac{D_c - D_t}{D_c} \times 100, \quad (1)$$

где, D<sub>c</sub> – средний диаметр колонии в контроле;

D<sub>t</sub> – в варианте.

Маточный раствор пестицидов готовился исходя из зарегистрированных норм расхода, разводился в дистиллированной воде, а затем добавлялся в питательную среду. На норму расхода делалось три повторности, варианты опыта отображены в таблице 1.










Таблица 1 – Варианты опытов по изучению эффективности фунгицидов, против болезней клёна, ели и сосны

Культура	Препарат	Действующее вещество	Норма расхода
Ель	Пропикон, к.э.	Пропиконазол, 250 г/л	0,5 л
	Кластро, к.э.	Пиракlostробин, 200 г/л	0,6 л
Сосна	Пропикон, к.э.	Пропиконазол, 250 г/л	0,5 л
	Кластро, к.э.	Пиракlostробин, 200 г/л	0,6 л
Клён	Пропикон, к.э.	Пропиконазол, 250 г/л	0,5 л
		Пиракlostробин, 200 г/л	0,6 л

### Результаты и обсуждение

На первом этапе нами была проведена микроскопия с целью установления родовой принадлежности грибной культуры. Ниже в таблице представлены результаты микроскопии:

Таблица 2 – Культуры грибов, выделенные с различных древесных пород

Образцы	Поражённые листья	Чистая культура патогена	Результаты микроскопия
<i>Picea abies</i>			
<i>Acer tataricum</i>			
<i>Pinus sylvestris</i>			

Микроскопическое исследование выявило наличие грибов рода *Fusarium* spp. на ели обыкновенной, в то время как на сосне обыкновенной и клене татарском были обнаружены представители рода *Alternaria* spp.

В результате амплификации ITS-регионов во всех четырех образцах были получены четкие полосы, соответствующие ожидаемому размеру (приблизительно 600-700 п.н.) (рисунок 1). Это подтверждает успешное выделение ДНК и эффективность выбранных праймеров.

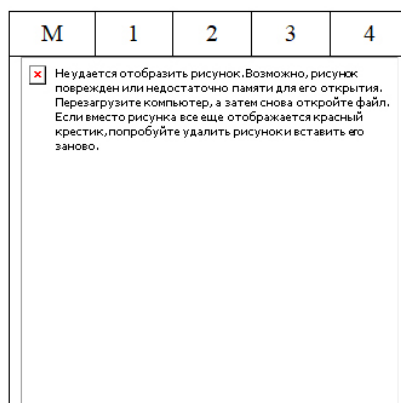


Рисунок 1 – Результаты амплификации ITS-регионов в 1% агарозном геле  
 (M – маркер молекулярных масс, 1 – образец №1, 2 – образец №2,  
 3 – образец №3, 4 – образец №4)

Секвенирование всех ампликонов прошло успешно. Результаты молекулярно-генетического анализа методом секвенирования *alt* участка генома представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты секвенирования изучаемых штаммов

Образец	Патоген	Идентичность	Номер доступа <i>GenBank</i>
<i>Picea abies</i>	<i>Fusarium tricinctum</i>	100%	PP766697.1
<i>Acer tataricum</i>	<i>Alternaria infectoria</i>	100%	PP157219.1
<i>Acer tataricum</i>	<i>Alternaria infectoria</i>	100%	OR752276.1
<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Alternaria alternata</i>	100%	ON248286.1

В ходе молекулярной идентификации фитопатогенных грибов, выделенных с различных древесных пород, были получены последовательности, полностью совпадающие (100% идентичность) с референтными данными GenBank. Полное соответствие с базой данных свидетельствует о высокой точности идентификации и надёжности выбранного метода амплификации региона ITS, который широко используется для определения видов грибов [11, 12].

У образца ели обыкновенной был выявлен *Fusarium tricinctum*, что подтверждается совпадением с последовательностью PP766697.1. Вид *F. tricinctum* известен как агрессивный фитопатоген, поражающий древесные и травянистые растения, вызывая некрозы и некротические пятнистости [13, 14]. Его присутствие на ели может указывать на развитие латентной инфекции или ассоциацию с повреждёнными тканями, особенно в условиях стрессовых воздействий.

Оба образца с клёна татарского были определены как *Alternaria infectoria*. Грибы комплекса *A. infectoria* распространены на древесных растениях и могут вызывать пятнистость листьев, некрозы и ослабление тканей, особенно при высокой влажности [15]. Сходство результатов по двум независимым изолятам подтверждает устойчивое присутствие данного патогена в микобиоте клёна.

На образце сосны обыкновенной обнаружен *Alternaria alternata*, что соответствует последовательности ON248286.1. *A. alternata* – один из наиболее распространённых сапротрофных и оппортунистических патогенов, ассоциируемых с хвойными растениями, где он часто развивается на ослабленных или повреждённых тканях [16]. Его присутствие на сосне может указывать как на вторичное инфицирование, так и на участие в формировании комплексов грибных поражений. Результаты исследования отражают значительное разнообразие патогенных грибов, поражающих древесные растения, что обуславливает потребность в тщательном выборе эффективных фунгицидов.

Далее было проведено исследование по изучению биологической эффективности фунгицидов на основе действующих веществ пропиконазол и пиракlostробин против выявленных болезней на всех изучаемых культурах (сосна и ель обыкновенные, клен татарский).

Таблица 4 – Биологическая эффективность применения препаратов Пропикон и Кластро против болезней на сосне обыкновенной, клёне татарском и ели обыкновенной

Вариант опыта	Повторность	Диаметр колонии в контроле, мм	Средний диаметр колонии в опыте, мм	Биологическая эффективность, %
Клён татарский ( <i>Acer tataricum</i> ) (пропикон)	1	90	23,2	74,0
	2		16,6	81,4
	3		18,5	79,3
	Средняя		19,4	78,3
Клён татарский ( <i>Acer tataricum</i> ) (кластро)	1	90	22,8	74,5
	2		16,3	81,8
	3		28,7	67,9
	Средняя		22,6	74,7
Ель обыкновенная ( <i>Picea abies</i> ) (кластро)	1	90	14,6	83,7
	2		12,1	86,5
	3		13,0	85,5
	Средняя		13,2	85,2
Ель обыкновенная ( <i>Picea abies</i> ) (кластро)	1	90	11,9	86,7
	2		10,7	88,0
	3		11,3	87,4
	Средняя		11,3	87,4
Сосна обыкновенная ( <i>Pinus sylvestris</i> ) (пропикон)	1	90	18,9	78,9
	2		14,3	84,0
	3		15,7	82,4
	Средняя		16,3	81,8
Сосна обыкновенная ( <i>Pinus sylvestris</i> ) (пропикон)	1	90	22,5	74,8
	2		17,0	81,0
	3		23,5	73,7
	Средняя		21,0	76,5

Из таблицы видно, что против болезней сосны обыкновенной и клена татарского более эффективен препарат Пропикон (81,8 и 78,3% соответственно), а против болезней ели обыкновенной препарат Кластро (87,4%). В целом, по различной повторности наименьшую эффективность показал препарат Кластро против болезни клёна татарского – 67,9%, а наивысшую также препарат Кластро, но уже против болезни ели обыкновенной – 88,0%.

Проверка достоверности опыта была проведена через программу СНЕДЕКОР.

Дисперсионный анализ экспериментальных данных представлен в таблицах 5 и 6.

Таблица 5 – Разложения дисперсии ANOVA. Рендомизация в блоках

Дисперсия	Сумма квадратов	Доля вариации	Степень свободы	Средний квадрат	F- критерий
Общая	439,178	1,0000	17	25,834	8,864
Фактор	299,604	0,6822	5	59,921	
Повторения	71,974	0,1639	2	5,987	
Сл. факторы	67,599	0,1539	10	6,760	

Таблица 6 – Анализ различия факторных средних

Варианты	Повторности			Средние	Разница	Значительна
	1	2	3			
1	23,20	16,60	18,50	19,43	Контроль	
2	22,80	16,30	28,70	22,60	3,167	Нет
3	14,60	12,10	13,00	13,23	-6,200	Да
4	11,90	10,70	11,30	11,30	-8,133	Да
5	18,90	14,30	15,70	16,30	-3,133	Нет
6	22,50	17,00	23,50	21,00	1,567	Нет
Средние	18,98	14,50	18,45	17,311	-2,122	Нет

Анализ средних по НСР (5%)

F-критерий=8,8642, ст.св. = 5, 10, Q=0,0019

Степень влияния по Снедекору=0,7239

Стандартная ошибка=1,5011 (8,67% от общего среднего)

НСР (1%) =6,7278 НСР (5%) = 4,7300 НСР (10%) =3,8476.

Важно отметить, что проведенный дисперсионный анализ подтвердил статистическую значимость влияния изучаемого фактора – препарата. Доля вариации, обусловленная примененными препаратами, составила 72,4%, что свидетельствует о высокой воспроизводимости и достоверности результатов.

Таким образом, исследование демонстрирует необходимость комплексного подхода к диагностике и контролю болезней декоративных культур. Сочетание микроскопии, молекулярно-генетических методов и моделирования эффективности фунгицидов позволяет:

- точно выявлять возбудителей;
- подбирать фунгициды по механизмам действия;
- разрабатывать конкретные рекомендации для городской зелёной инфраструктуры.

Учитывая отсутствие зарегистрированных фунгицидов для защиты декоративных древесных пород в действующем перечне пестицидов РК, полученные данные могут служить научным обоснованием для иницирования полевых испытаний пропиконазола и пиракlostробина в рамках государственной регистрации.

Это особенно актуально в условиях роста площади городских зелёных насаждений и необходимости поддержания их фитосанитарной устойчивости.

### Заключение

Проведенные исследования позволили подтвердить видовую принадлежность грибных патогенов, поражающих древесные породы в условиях города Астана. На основе микроскопии и молекулярно-генетического анализа методом секвенирования установлено, что на ели обыкновенной присутствует *Fusarium tricinctum*, на сосне обыкновенной *Alternaria alternata* и на клёне татарском – *Alternaria infectoria*. Полученные данные имеют важное значение для диагностики болезней древесных пород и разработки целевых мер защиты.

Испытания биологической эффективности фунгицидов показали, что препараты на основе пропиконазола и пиракlostробина обладают высокой ингибирующей активностью в отношении выявленных патогенов, снижая рост мицелия на 74-87%. При этом наибольшая эффективность была отмечена у варианта с применением препарата Кластро на ели обыкновенной, где ингибирование роста достигало 87,4%.

Таким образом, сочетание традиционных методов микроскопии и современных молекулярно-генетических подходов позволяет более точно идентифицировать фитопатогенные грибы и подбирать наиболее эффективные средства защиты растений. Полученные результаты могут быть использованы при разработке систем интегрированной защиты древесных пород в лесных и городских насаждениях, что будет способствовать сохранению их декоративной и экологической ценности.

### Вклад авторов

МЭ: разработала концепцию и структуру работы. МЭ, ИД, АД, КБ и ТМ: спланировали и разработали эксперименты. ИД: собрала и подготовила образцы. МЭ, ИД, АД: провели эксперименты и собрали данные. АД: выполнил расчёты и способствовал интерпретации результатов.

Все авторы внесли вклад в обсуждение и редактирование рукописи.

### Список литературы

- 1 Высоккий, А.А., Корчагин, О.М. (2018). Корневая губка в насаждениях сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.). *Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии*, 224, 176-192. DOI: 10.21266/2079-4304.2018.224.176-192.
- 2 Уголев, Б.Н. (2001). *Древесиноведение с основами лесного товароведения: учебник для лесотехнических вузов*. 3-е изд., перераб. и доп. Москва: МГУЛ, 340.
- 3 Интернет-источник. (2025). 52 млрд тенге выделено на противопожарную технику для лесных хозяйств в Казахстане. <https://www.inform.kz/ru/52mlrd-tenge-videleno-naprotivopozharnuyu-tehniku-dlya-lesnih-hozyaystv-vkazahstane-3d95b3>.
- 4 Чураков, Б.П., Чураков, Д.Б. (2025). *Лесная фитопатология: учебник для СПО* (4-е изд.). СПб.: Лань, 448.
- 5 Шутко, А.П., Тутуржанс, Л.В., Михно, Л.А. (2019). *Болезни и вредители декоративных культур: учебное пособие*. Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, 120.
- 6 Интернет-источник. (2025). *Альтернариоз в питомниках хвойных и декоративно-лиственных культур*. <https://bioprotection.ru/disease/alternarioz-v-pitomnikah-hvoynyh-i-dekorativno-listvennyh-kultur>
- 7 Hong, S.G., et al. (2005). Alt a1 allergen homologs from *Alternaria* and related taxa: Analysis of phylogenetic content and secondary structure. *Fungal Genetics and Biology*, 42(2), 119-129. DOI: 10.1016/j.fgb.2004.10.009.
- 8 Sanger, F., Coulson, A.R. (1975). A rapid method for determining sequences in DNA by primed synthesis with DNA polymerase. *Journal of Molecular Biology*, 94, 444-448.
- 9 Nene, Y.L., Thapliyal, P.N. (1979). *Fungicides in Plant Disease Control*. Oxford & IBH Publishing, 186-212.
- 10 White, T.J., Bruns, T., Lee, S., Taylor, J. (1990). *Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics*. In M.A. Innis, D.H. Gelfand, J.J. Sninsky, T.J. White (Eds.), *PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications*. Academic Press, 315-322.
- 11 Schoch, C.L., Seifert, K.A., Huhndorf, S., Robert, V., Spouge, J.L., Levesque, C.A., Chen, W., et al. (2012). The nuclear ribosomal ITS region as a universal DNA barcode marker for fungi. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(16), 6241-6246. DOI: 10.1073/pnas.1117018109.
- 12 Leslie, J.F., Summerell, B.A. (2006). *The Fusarium Laboratory Manual*. Blackwell Publishing.
- 13 O'Donnell, K., Rooney, A.P., Proctor, R.H., Brown, D.W., McCormick, S.P., Ward, T.J., Frandsen, R., Lysoe, E., Rehner, S.A. (2013). *Fusarium* phylogeny and species recognition. *Studies in Mycology*, 76, 1-20. DOI: 10.3114/sim0024.
- 14 Woudenberg, JHC., Groenewald, J.Z., Binder, M., Crous, P.W. (2015). Systematics and phylogeny of *Alternarias* species. *Studies in Mycology*, 82, 1-21. DOI: 10.1016/j.simyco.2015.07.001.
- 15 Thomma, BPHJ. (2003). *Alternaria* spp. as plant pathogens. *Molecular Plant Pathology*, 4(4), 225-236. DOI: 10.1046/j.1364-3703.2003.00173.x.

### References

- 1 Vysockii, A.A., Korchagin, O.M. (2018). Kornevaya gubka v nasazhdeniyah sosny obyknovennoi (*Pinus sylvestris* L.). *Izvestiya Sankt-Peterburgskoi lesotekhnicheskoi akademii*, 224, 176-192. DOI: 10.21266/2079-4304.2018.224.176-192. [in Russ].

- 2 Ugolev, B.N. (2001). Drevesinovedenie s osnovami lesnogo tovarovedeniya: uchebnik dlya lesotekhnicheskikh vuzov. 3-e izd., pererab. i dop. Moskva: MGUL, 340. [in Russ].
- 3 Internet-istochnik. (2025). 52 mlrd tenge vydeleno na protivopozharnuyu tekhniku dlya lesnykh hozyajstv v Kazahstane. <https://www.inform.kz/ru/52mlrd-tenge-videleno-naprotivopozharnuyu-tehniku-dlya-lesnih-hozyaystv-vkazahstane-3d95b3> [in Russ].
- 4 Churakov, B.P., Churakov, D.B. (2025). *Lesnaya fitopatologiya: uchebnik dlya SPO* (4-e izd.). SPb.: Lan', 448. [in Russ].
- 5 Shutko, A.P., Tuturzhans, L.V., Mihno, L.A. (2019). *Bolezni i vrediteli dekorativnykh kul'tur: uchebnoe posobie*. Stavropol': Stavropol'skii gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 120. [in Russ].
- 6 Internet-istochnik. (2025). *Al'ternarioz v pitomnikah hvoynyh i dekorativno-listvennykh kul'tur*. Bioprotection.ru. <https://bioprotection.ru/disease/alternarioz-v-pitomnikah-hvoynyh-i-dekorativno-listvennykh-kul'tur> [in Russ].
- 7 Hong, S.G., et al. (2005). Alt a1 allergen homologs from *Alternaria* and related taxa: Analysis of phylogenetic content and secondary structure. *Fungal Genetics and Biology*, 42(2), 119-129. DOI: 10.1016/j.fgb.2004.10.009.
- 8 Sanger, F., Coulson, A.R. (1975). A rapid method for determining sequences in DNA by primed synthesis with DNA polymerase. *Journal of Molecular Biology*, 94, 444-448.
- 9 Nene, Y.L., Thapliyal, P.N. (1979). *Fungicides in Plant Disease Control*. Oxford & IBH Publishing, 186-212.
- 10 White, T.J., Bruns, T., Lee, S., Taylor, J. (1990). *Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics*. In M.A. Innis, D.H. Gelfand, J.J. Sninsky, T.J. White (Eds.), *PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications*. Academic Press, 315-322.
- 11 Schoch, C.L., Seifert, K.A., Huhndorf, S., Robert, V., Spouge, J.L., Levesque, C.A., Chen, W., et al. (2012). The nuclear ribosomal ITS region as a universal DNA barcode marker for fungi. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(16), 6241-6246. DOI: 10.1073/pnas.1117018109.
- 12 Leslie, J.F., Summerell, B.A. (2006). *The Fusarium Laboratory Manual*. Blackwell Publishing.
- 13 O'Donnell, K., Rooney, A.P., Proctor, R.H., Brown, D.W., McCormick, S.P., Ward, T.J., Frandsen, R.J., Lysoe, E., Rehner, S.A. (2013). *Fusarium* phylogeny and species recognition. *Studies in Mycology*, 76, 1-20. DOI: 10.3114/sim0024.
- 14 Woudenberg, J.H.C., Groenewald, J.Z., Binder, M., Crous, P.W. (2015). Systematics and phylogeny of *Alternaria* species. *Studies in Mycology*, 82, 1-21. DOI: 10.1016/j.simyco.2015.07.001.
- 15 Thomma, BPHJ. (2003). *Alternaria* spp. as plant pathogens. *Molecular Plant Pathology*, 4(4), 225-236. DOI: 10.1046/j.1364-3703.2003.00173.xm.

## **Қарағайдың, шыршаның және үйеңкінің жиі кездесетін ауруларын зерттеу және фунгицидтік препараттардың тиімділігін тексеру**

Джумагулова И., Джумагулов А., Әжімахан М.Ә., Байбусенов К.С., Макишев Т.К.

### **Түйін**

Алғышарттар мен мақсат. Саябақтарды сәндік ағаштармен абаттандыру мен көгалдандыру бүгінде жайлы қалалық орта құруға, экологиялық жағдайды жақсартуға және жасыл аумақтардың эстетикалық тартымдылығын арттыруға байланысты маңызды міндет болып табылады. Бұл зерттеудің мақсаты – сәндік дақылдардың ең көп таралған ауруларын анықтау және олармен күресу үшін ең тиімді фунгицидтерді таңдау.

Материалдар мен әдістер. Үлгілерді іріктеу кездейсоқ таңдалған ағаштардан жүзеге асырылды, бұл ретте сынамалар төменгі қабаттардан да, жоғарғы қабаттардан да алынды. ДНК бөліп алу GeneJET PCR Purification Kit коммерциялық жиынтығын пайдалана отырып жүргізілді. ДНК фрагменттерін амплификациялау BigDye Terminator жиынтығын қолдана отырып, Сэнгер әдісімен жүргізілді. Алынған секвенирлеу өнімдері ABI 3130XL генетикалық анализаторында (Applied Biosystems, АҚШ) талданды. Хроматограммаларды өңдеу және редакциялау Sequencing Analysis 5.2, Patch 2 (Applied Biosystems, АҚШ) бағдарламасында жүзеге асырылды. Алынған деректер [www.ncbi.com](http://www.ncbi.com) сайтындағы дерекқорды қолдана отырып түсіндірілді.

Фунгицидтердің тиімділігін анықтау бойынша тәжірибелерді салу мицелийдің өсуін зерттеуге арналған «улы агар» әдісімен жүргізілді. Тәжірибенің дұрыстығын тексеру СНЕДЕКОР бағдарламасы арқылы жүргізілді.

Нәтижелер. Микроскопиялық зерттеу және молекулярлық-генетикалық талдау негізінде секвенирлеу әдісімен шыршаның *Fusarium tricinctum* зақымданатыны анықталды, ал қарағай мен түйнекте *Alternaria infectoria* анықталды. Фунгицидтердің биологиялық тиімділігін сынау пропиконазол мен пираклостробин негізіндегі препараттардың мицелийдің өсуін 74-87% -ға төмендете отырып, анықталған патогендерге қатысты айқын ингибиторлық белсенділігі бар екенін көрсетті. Ең жоғары әсер Кластро препаратын шыршаларға пайдалану кезінде байқалды, онда мицелий өсуін басу деңгейі 87,4% -ға жетті.

Қорытынды. Микроскопияның дәстүрлі әдістер мен заманауи молекулярлық-генетикалық тәсілдердің үйлесімі фитопатогенді саңырауқұлақтарды неғұрлым дәл сәйкестендіруге және өсімдіктерді қорғаудың неғұрлым тиімді құралдарын таңдауға мүмкіндік береді. Алынған нәтижелер орман және қалалық екпелердегі ағаш тұқымдарын біріктірілген қорғау жүйесін әзірлеу кезінде пайдаланылуы мүмкін, бұл олардың декоративтік және экологиялық құндылығын сақтауға ықпал ететін болады.

**Кілт сөздер:** сәндік дақылдар; патогендер; ПТР; реттілік; фунгицид; биологиялық тиімділік.

### Study of common diseases of pine, spruce and maple and testing the effectiveness of fungicidal preparations

Il'mira Dzhumagulova, Arsen Dzhumagulov, Moldir A. Azhimakhan, Kurmet S. Baibusenov  
Talgat K. Makishev

#### Abstract

Background and Aim. Landscaping parks with ornamental trees today is an important task related to the need to create a comfortable urban environment, improve the environmental situation and increase the aesthetic attractiveness of green areas. The purpose of this study is to identify the most common diseases of ornamental crops and select the most effective fungicides to combat them.

Materials and Methods. Samples were collected from randomly selected trees, including both lower and upper tiers. DNA isolation was performed using a commercial GeneJET PCR Purification Kit. Amplification of DNA fragments was performed by Sanger's method using BigDye Terminator kit. The resulting sequencing products were analyzed on an ABI 3130XL genetic analyzer (Applied Biosystems, USA). Chromatograms were processed and edited in Sequencing Analysis 5.2, Patch 2 (Applied Biosystems, USA). The data obtained were interpreted using a database on the site [www.ncbi.com](http://www.ncbi.com).

Experiments to determine the effectiveness of fungicides were conducted using the “poisoned agar” method, designed to study the growth of mycelium. Validation of the experiment was carried out through the SNEDECOR program.

Results. Based on microscopic examination and molecular genetic analysis by sequencing, it was found that spruce is affected by *Fusarium tricinctum*, while *Alternaria infectoria* was detected on pine and maple. Tests of the biological efficacy of fungicides showed that propiconazole and pyraclostrobin preparations have a pronounced inhibitory activity against the identified pathogens, reducing mycelial growth by 74-87%. The maximum effect was noted when using Clastro on spruce, where the level of inhibition of mycelial growth reached 87.4%.

Conclusion. The combination of traditional microscopy methods and modern molecular genetic approaches allows for more accurate identification of phytopathogenic fungi and selection of the most effective plant protection products. The results obtained can be used in the development of integrated protection systems for tree species in forest and urban plantations, which will help preserve their decorative and environmental value.

**Keywords:** ornamental crops; pathogens; PCR; sequencing; fungicide; biological efficacy.