



**ЛЕСОВЕДЕНИЕ, ЛЕСОВОДСТВО,
ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ,
АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ, ОЗЕЛЕНЕНИЕ,
ЛЕСНАЯ ПИРОЛОГИЯ И ТАКСАЦИЯ**

DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2023.3.1>

UDC 632.4.01/.08

LBC 44.7



**POWDERY MILDEW OF OAK IN PROTECTIVE FOREST PLANTATIONS
OF THE VOLGOGRAD REGION**

Svetlana V. Kolmukidi

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Abstract. In the conditions of the Volgograd region, the source of infection of oak with powdery mildew (the causative agent is *Erysiphe alphitoides* (Griffon et Maubl.) U. Braun et S. Takam.) is the conidial and marsupial stages of the fungus – ascospores, which overwinter in fruit bodies (cleistothecium) almost within the entire range of the host. The development of the disease on the leaves of the shoots of the first growth depends on the phenological features of the oak and the weather conditions of the first growing season. When studying the regularities of oak phenology and the manifestations of the disease, systematic observations were carried out during the growing season in stands of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) with a periodicity of 10 days. The phenology of oak was studied on 100 specimens of plants in protective forest stands on the territory adjacent to the city of Volgograd. At the same time, the development of powdery mildew of leaves was recorded, and conidium was captured using slides, with the help of agar-strips applied to them. The intensity of spore formation during the growth of the fungus was determined using the Goryaev counting chamber by the number of spores in a certain volume of suspension. Weather conditions for phenological observations were recorded using meteorological data for the period of studying the dynamics of the summer of powdery mildew-conidia and taken from the site “Pogoda i klimat”. It has been established that the seasonal development of conidia *Erysiphe alphitoides* is determined by a combination of the thermal regime and the conditions of humidification of the growing season. With the help of regression analysis for oak plantations in the arid zone of the Volgograd region, a prognostic model of a short-term meteorological and biological forecast of powdery mildew was developed, which made it possible to establish the dates of the disease and the terms of plant treatment through the dynamics of the spread of conidia.

Key words: *Erysiphe alphitoides*, oak powdery mildew, forecast, phenology, protective forest plantations.

Citation. Kolmukidi S. V. Powdery Mildew of Oak in Protective Forest Plantations of the Volgograd Region. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2023, vol. 13, no. 3, pp. 5-14. (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2023.3.1>

УДК 632.4.01/.08

ББК 44.7

**МУЧНИСТАЯ РОСА ДУБА В ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ
ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Светлана Валерьевна Колмукиди

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. В условиях Волгоградской области источником заражения дуба мучнистой росой (возбудитель – *Erysiphe alphitoides* (Griffon et Maubl.) U. Braun et S. Takam.) служит конидиальная и сумчатая стадии гриба – аскоспоры, которые перезимовывают в плодовых телах (клейстотециях) практически в пределах всего ареала хозяина. Развитие болезни на листьях побегов первого прироста зависит от фенологических особенностей дуба и погодных условий первого периода вегетации. При изучении закономерностей фенологии дуба и проявления болезни проводили систематические наблюдения в течение вегетационного сезона в насаждениях дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) с периодичностью 10 суток. Фенологию дуба изучали на 100 экземплярах растений в защитных лесных насаждениях на территории, прилегающей к г. Волгограду. Одновременно фиксировали развитие мучнистой росы листьев, а конидий улавливали с помощью предметных стекол, с помощью нанесенных на них агаровых полосок. Интенсивность спорообразования при росте гриба определяли с помощью счетной камеры Горяева по количеству спор в определенном объеме взвеси. Погодные условия для фенологических наблюдений фиксировались по метеоданным на период изучения динамики лета конидий мучнистой росы и были взяты с сайта «Погода и климат». Установлено, что сезонное развитие конидий *Erysiphe alphitoides* определяется сочетанием термического режима и условия увлажнения вегетационного периода. С помощью регрессионного анализа для насаждений дуба засушливой зоны Волгоградской области разработана прогностическая модель краткосрочного метеобиологического прогноза мучнистой росы, что позволило через динамику разлета конидий установить даты проявления болезни и сроки обработки растений.

Ключевые слова: *Erysiphe alphitoides*, мучнистая роса дуба, прогноз, фенология, защитные лесные насаждения.

Цитирование. Колмукиди С. В. Мучнистая роса дуба в защитных лесных насаждениях Волгоградской области // Природные системы и ресурсы. – 2023. – Т. 13, № 3. – С. 5–14. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2023.3.1>

Погодные факторы оказывают большое влияние на развитие болезней растений, особенно поражающих вегетирующие органы [2; 8]. Влияние погоды сказывается комплексно на фенологии хозяина и инфекционном процессе, а в конечном итоге – на развитии болезни в течение вегетации. Комплексная оценка фенологии хозяина и развития болезни может быть использована в целях предсказания интенсивности поражения растений в течение вегетации.

Фитосанитарный прогноз – это обоснованное предвидение сроков появления, уровня распространения и развития болезни и возможных явлений, и процессов в фитосанитарном состоянии лесных полос в будущем [10]. Для реализации задач, связанных с прогнозом развития фитопатогенов и наносимого ими вреда, важно изучить особенности патогена: циклы развития, особенности размножения и сохранения его инфекционного начала и т. д., устойчивость растения к возбудителю.

Краткосрочный прогноз необходимо формировать на небольшой период (от календарной недели до месяца), для защиты растений он составляется для определенного заболевания. Основная цель такого мероприятия – прогнозирование конкретных сроков и последующих заражений растений. Получен-

ные данные помогают принять своевременные меры для проведения оздоровительных мероприятий в насаждениях, пораженных болезнью [11].

Объект исследования – пораженные мучнистой росой растения дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) в защитных лесных насаждениях в условиях Волгоградской области. Возраст насаждений различный (40–60 лет), состав представлен монокультурой и полосами смешенного состава, отличающиеся по конструкционным особенностям.

Цель работы – с помощью регрессионного анализа для насаждений дуба засушливой зоны Волгоградской области разработать прогностическую модель краткосрочного метеобиологического прогноза мучнистой росы для определения и срока проведения первой обработки растений.

Материал и методы исследования

Для изучения лета и динамики распространения спор нами было применено улавливание конидий с помощью предметных стекол. На стекла наносили агаровые полоски (на которых прорастание конидий было лучше, чем на масле) [10] или вазелиновое мас-

ло. Стекла закрепляли в кроне деревьев на ветках на высоте 1–2 м с помощью обычного проволочного каркаса. Интенсивность спорообразования при росте гриба определяли с помощью счетной камеры Горяева по количеству спор в определенном объеме взвеси.

Развитие дуба изучали по непрерывному фенологическому календарю, начальной датой установили 1 марта и далее наблюдения вели по порядковому номеру суток на 100 экземплярах деревьев в лесных полосах на территории, прилегающей к Волгограду [9; 12]. При учетах фенологическое состояние крон деревьев оценивали по следующей балльной шкале: 0 – состояние покоя; 1 – появление зеленых полос между чешуйками почек; 2 – набухание почек; 3 – раскрытие почек, появление верхушек листьев; 4 – появление мелких листьев в свернутом состоянии; 5 – мелкие листья в развернутом состоянии; 6 – листья среднего размера; 7 – нормальные по размеру листья светло-зеленого цвета; 8 – полное развитие листы [3; 4].

Краткосрочный прогноз сопровождался каждодневными наблюдениями за погодными условиями [6]. На основании полученных данных рассчитали формулы фенологического развития с использованием метода регрессионного анализа, которые в общем виде представляют уравнением линейной регрессии.

Результаты исследования

Для краткосрочного прогноза вредоносного заболевания мучнистой росы, вызываемого грибом *Erysiphe alphitoides* (Griffon et Maubl.) U. Braun et S. Takam. (син. *Microsphaera alphitoides* Griff. et Maubl.), конидиальная стадия *Oidium dubium* Jacz.) была проведена комплексная оценка фенологии растения-хозяина *Q. robur* L. и развития болезни.

Этот гриб относится к классу Леоциомикеты (*Leotiomycetes*) порядку Эризифовые, или Настоящие Мучнисторосые (*Erysiphales*). Является облигатным паразитом, то есть поражает только виды дуба. Он широко распространен на всей территории России в местах произрастания дуба, а также в искусственных насаждениях и городских посадках. Все жизненные процессы у этого гриба проходят под влиянием погодных условий [12].

Конидиальная стадия *Oidium dubium* Jacz. может существовать в широком температурном диапазоне [12]. Нами отмечено, что в условиях Волгограда развитие гриба в природных условиях начинается при повышении среднесуточной температуры до 16 °С. Конидии гриба хорошо развиваются как при влажной погоде, так и при сухой, что позволяет патогену паразитировать на растениях рода *Quercus* в различных экологических условиях. Для их созревания необходима влажная теплая погода в мае – начале июня. Температурный оптимум для прорастания конидий – 20...22 °С, однако конидии образуются и при температуре окружающей среды 25 °С. Хорошая освещенность способствует активизации прорастания конидий. Сухая погода способствует активному формированию клейстотециев.

Мучнистая роса в первую очередь поражает листья и побеги молодых деревьев, однако когда растения ослаблены неблагоприятными условиями произрастания или экстремальными погодными условиями, патоген поражает и взрослые растения, у которых образуются поздние побеги со свежей листвой, восприимчивой к поражению болезнью [7]. Исследователями отмечается, что некоторые виды дуба, произрастающие на пониженных участках, активно поражаются мучнистой росой [10; 13]. Эти растения страдают весной от заморозков, что провоцирует появление вторичных побегов, неустойчивых к поражению патогеном. Участвуя в патоконплексе, паразитирующем на дубе в разные периоды его развития, мучнистая роса ослабляет растения, тем самым способствуя поражению другими опасными инфекционными болезнями [1; 11].

Нами ранее было установлено, что в защитных лесных насаждениях смешанного состава, а также плотных лесных полосах наблюдается в меньшей степени развитие мучнистой росы [5]. Она чаще встречается по опушкам лесных полос на порослевом возобновлении дуба (см. рис. 1).

Наблюдение биологии возбудителя было начато в августе 2021 г. в защитных лесных полосах с участием дуба, когда необходимо было установить наличие формы и места сохранения возбудителя в зимний период.



Рис. 1. Поражение дуба черешчатого мучнистой росой, 2021 г.

Клейстотеции, сумчатая стадия развития гриба, начали образовываться на мицелии в конце лета (рис. 2,1). Это коричневатые мелкие и многочисленные шарики, располагающиеся на мицелии вдоль жилки пораженного листа, в процессе созревания они становятся темнее, до черного цвета (рис. 2,2). При микроско-

пировании у клейстотеция хорошо видны дихотомически разветвленные на концах придатки.

В клейстотеции образуются сумки булавовидной формы, имеющие размер от 43–85 × 26–50 мкм [10]. На рисунке 3 показаны сделанные нами микрофотографии выхода аскоспор из сумок и проросшие конидии.

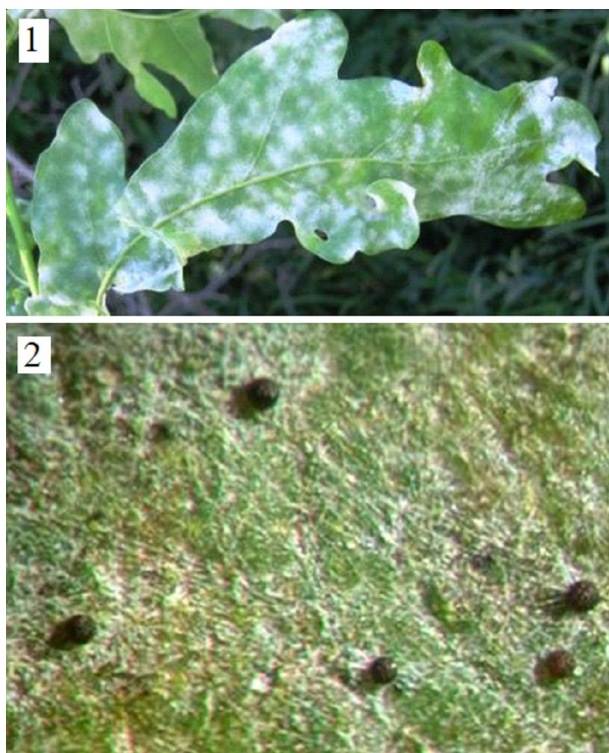


Рис. 2. Плодоношение гриба, вызывающего мучнистую росу дуба:
1 – пораженный лист; 2 – плодоношение гриба – клейстотеции

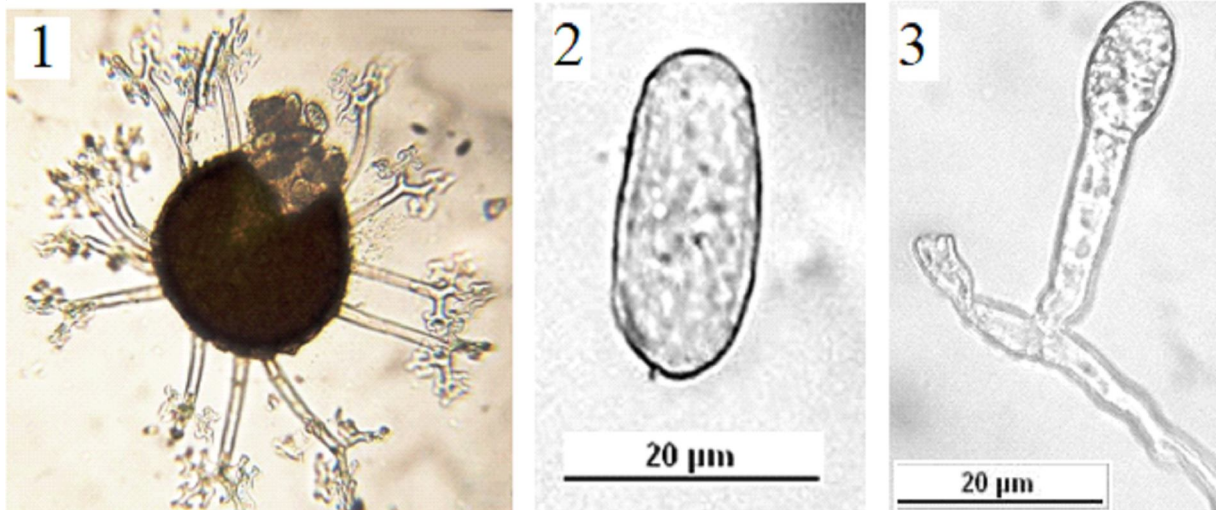


Рис. 3. Клейстотеций с аскоспорами (1), конидии (2, 3)

Ранее исследователями было установлено, что аскоспоры выходя из аскосомок, образовавшиеся в клейстотециях, заражают в основном нижние листья на высоте 30–90 см [11; 15]. Дальность рассеивания конидий от 40 до 100 м, также известно, что при рассеивании конидий наблюдается уменьшение их количества на удалении от источника рассеивания в 2–3 раза.

Конидии мучнистой росы способны прорасти немедленно и сохранять жизнеспособность в среднем до 7–8 суток, которая может ограничиваться действием высоких или низких температур. Конидии первой генерации оказываются наиболее жизнеспособными, они, как правило, высоковирулентны [7].

Метеоданные (рис. 4) на период изучения динамики лета конидий мучнистой росы

были взяты с сайта «Погода и климат» [8]. Географические координаты метеостанции «Волгоград» – широта: 48°40′25″; долгота: 44°26′18″.

Наблюдения показали, что 12–13 мая нами было впервые зафиксировано массовое раскрытие клейстотециев, начало лета аскоспор и первичное заражение молодых листьев дуба. После обработки полученных данных были составлены графики динамики рассеивания спор и пропагул. Для определения совмещения двух периодов: первого – начало распространения конидий и второго – фаз восприимчивости дуба к заражению, совместили кривые рассеивания конидий и фенологическую карту дуба черешчатого. Эти данные необходимы для установления благоприятных периодов для заражения растений мучнистой

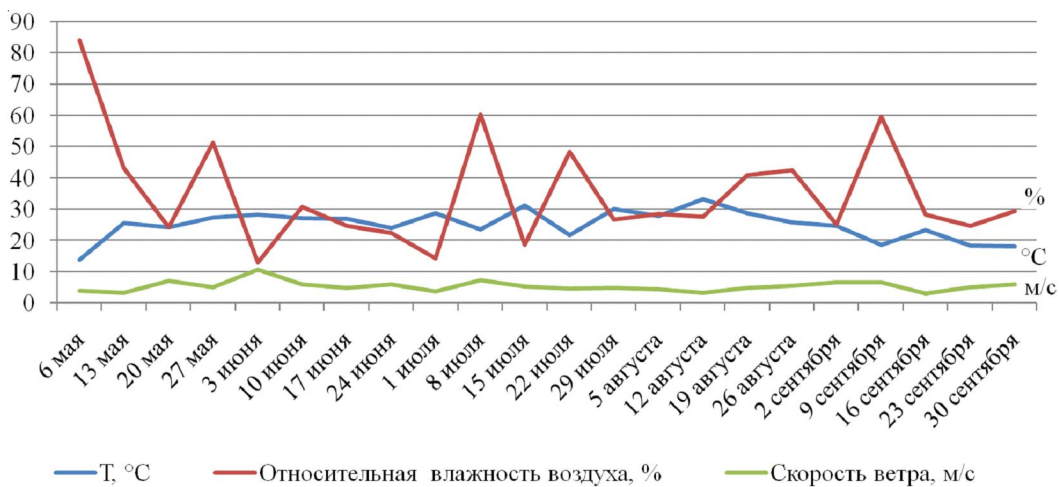


Рис. 4. Метеоданные за период (май – сентябрь 2022 г.) изучения динамики лета конидий мучнистой росы

росой, их используют для проведения защитных мероприятий.

Для изучаемой местности лет конидий возбудителя *Erysiphe alphitoides* проявил свои особенности, которые были установлены в течение дня, месяца и сезона вегетации. Как видно из рисунка 5 в июне в течение дня наблюдалось два периода максимального лета конидий (средняя температура +24,3 °С, относительная влажность – 51 %, скорость ветра – 3,5 м/с). С 10 до 12 ч. концентрация конидий в воздухе постепенно нарастала и достигла максимума к 13 ч., второй пик пришелся на 15 часов. Однако в августе при невысоком развитии болезни наблюдалось повышение количества конидий на 1 см², а пик рассеивания максимальным был с 11 до 12 часов.

В течение вегетационного периода лет конидий был неравномерным. Массовое раз-

витие мучнистой росы на большинстве растений было отмечено 4 июля. Количество конидий в этот день находилось в прямой зависимости от степени развития инфекции, что объясняется совпадением сроков образования конидий. Процесс лета конидий в конце июня нарастал равномерно и достиг самых высоких показателей в первой декаде августа, он наблюдался со 2 по 5 августа, в этот период фиксировался максимальный рост температуры, в связи с чем развитие конидий было невысоким, и процесс развития болезни ослабился (рис. 6).

Как следует из рисунка 6, резкое снижение скорости распространения конидий объясняется следующей стадией развития гриба и образованию телеморфы. Это событие происходило в условиях понижения относительной влажности воздуха и возрастания сред-

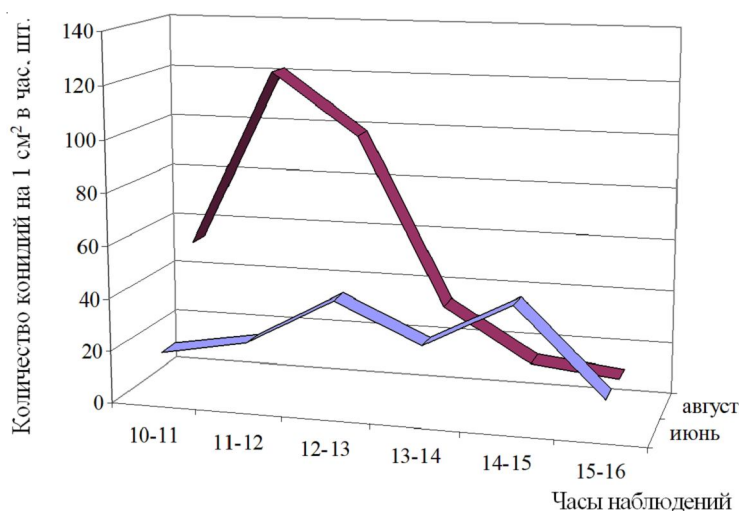


Рис. 5. Динамика лета конидий мучнистой росы дуба в течение дня

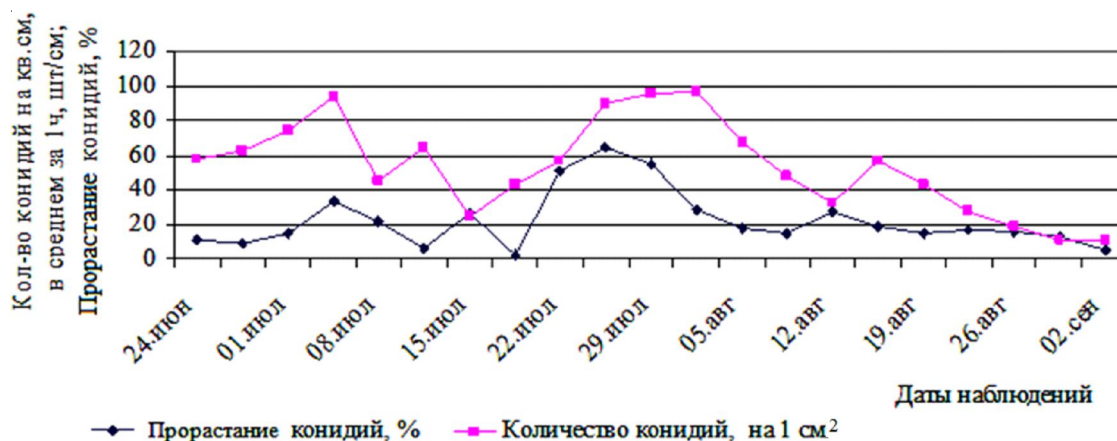


Рис. 6. Сезонная динамика лета конидий *Erysiphe alphitoides* и их прорастания

несуточной температуры. В графике рассеивания и лета конидий на протяжении сезона вегетации дуба проявилось несколько пиков, которые, сменяя друг друга, наблюдались с интервалом в 6–10 суток, что четко совпадает с образованием новых генераций конидий.

Наши наблюдения показали, что жизнеспособность конидий в течение сезона изменяется и проявляется в трех пиках. Первый пик наблюдается в начале лета спор, причем конидии из этой генерации имели наиболее высокую жизнеспособность и активно прорастали, по сравнению со следующими генерациями. Второй пик наблюдался в середине сезона и последний пришелся на середину августа. Таким образом, сезонное развитие конидий *Erysiphe alphitoides* определяется сочетанием термического режима и условия увлажнения вегетационного периода.

Для насаждений дуба засушливой зоны Волгоградской области была разработана прогностическая модель краткосрочного метеобиологического прогноза (табл. 1). С помощью регрессионного анализа были составлены две прогностические модели, с помощью которых можно определить дату появления мучнистой росы на втором приросте дуба (табл. 2).

С помощью первой модели (1) можно выявить дату первичной обработки деревьев за пятьдесят пять суток, заблаговременно, которую можно откорректировать срок за десять дней. Проверка адекватности моделей посредством их верификации показала высо-

кую степень сходимости расчетных и практических данных. Доверительные границы уравнений позволяют дать прогноз удовлетворительной точности. Проверка адекватности формул сделана посредством критерия Фишера. Формула считается адекватной, если рассчитанный критерий Фишера превышает значение табличного критерия при данном количестве наблюдений.

Заключение

С помощью регрессионного анализа для насаждений дуба засушливой зоны Волгоградской области разработана прогностическая модель краткосрочного метеобиологического прогноза мучнистой росы, что позволило через динамику разлета конидий (спор) установить даты проявления болезни и сроки обработки растений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гниненко, Ю. И. Мучнистая роса дуба – важный фактор в процессе естественного возобновления дубрав / Ю. И. Гниненко, А. Д. Шакирова // Материалы Междунар. науч. конф. молодых ученых и специалистов, посвящ. 135-летию со дня рождения А.Н. Костякова : сб. ст., г. Москва, 6–8 июня 2022 года. Т. 1. – М. : Изд-во РГАУ – МСХА, 2022. – С. 26–30.
2. Гречкин, В. П. Лесопатологическая характеристика лесов СССР по отдельным природно-гео-

Таблица 1

Основные фазы развития дуба и появления мучнистой росы и интервалы между ними

Фенодаты (2021 г.)				Интервалы		
начало развития приростов дуба		появление мучнистой росы на 2-м приросте		1–3	2–3	3–4
весенний (0)	летний (2)	первые признаки (3)	на большинстве деревьев (4)			
49	86	98	112	49	12	14

Таблица 2

Проверка моделей прогноза развития *Erysiphe alphitoides*

Уравнения прогноза	Критерий Фишера		Средняя ошибка аппроксимации	Фенодаты появления мучнистой росы		
	расчетный	табличный		доверительный интервал	ожидаемая	фактическая
1) $y = 56,64 + 0,86 \times 49$	13,09	4,96	1,62	94–105	99	98
2) $y = 14,68 + 0,99 \times 86$	34,4	4,2	1,96	100–114	100	112

графическим зонам. В 3 т. Т. 2 / В. П. Гречкин. – Пушкино : Всерос. науч.-исслед. ин-т лесоводства и механизации лес. хоз-ва, 2020. – 156 с.

3. Емельянова, О. Ю. Фенологические наблюдения как основа формирования базы данных феноспектров древесных растений / О. Ю. Емельянова, М. Ф. Цой, Л. И. Масалова // Овощи России. – 2020. – № 6. – С. 77–84. – DOI: 10.18619/2072-9146-2020-6-77-84

4. Зайцев, Г. Н. Фенология древесных растений / Г. Н. Зайцев. – М. : Наука, 1981. – 120 с.

5. Колмукиди, С. В. Комплексная оценка патологической устойчивости древесных видов на основе мониторинга их состояния в защитных лесных насаждениях / С. В. Колмукиди // Антропогенная трансформация геопространства: природа, хозяйство, общество : материалы V Междунар. науч.-практ. конф., г. Волгоград, 1–4 октября 2019 г. – Волгоград : Изд-во ВолГУ, 2019. – С. 62–67.

6. Погода и климат : справ.-информ. портал. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://www.pogodaiklimat.ru/archive.php/>. – Загл. с экрана.

7. Полякова, Л. В. Значение вторичных метаболитов в формировании устойчивости к мучнистой росе деревьев 16-летних культур дуба черешчатого / Л. В. Полякова, В. И. Литвиненко // Лесоведение. – 2019. – № 2. – С. 128–137. – DOI: 10.1134/S0024114819010108

8. Попова, А. А. Распространение мучнистой росы в городских и пригородных насаждениях дуба черешчатого *Quercus robur* L. (*Fagaceae*) в Воронеже / А. А. Попова, В. Т. Попова // Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль в лесных экосистемах (XI Чтения памяти О.А. Катаева) : материалы Всерос. конф. с междунар. участием, г. Санкт-Петербург, 24–27 ноября 2020 года. – СПб.: Санкт-Петерб. гос. лесотехн. ун-т им. С.М. Кирова, 2020. – С. 265–266.

9. Уткина, И. А. Исследования фенологических форм дуба черешчатого / И. А. Уткина, В. В. Рубцов // Лесоведение. – 2016. – № 6. – С. 466–475.

10. Ширнина, Л. В. Мучнистая роса дуба и способы борьбы с ней : обзор / Л. В. Ширнина. – М. : ВНИИЦлесресурс. – 1997. – 32 с.

11. Ширнина, Л. В. Вредоносность возбудителя мучнистой росы дуба черешчатого и возможности ее ограничения / Л. В. Ширнина // Проблемы лесной фитопатологии и микологии : материалы XI Междунар. конф., Петрозаводск, 10–14 октября 2022 года. – Петрозаводск : Карел. науч. центр РАН, 2022. – С. 114–115.

12. González-Rodríguez, H. Phenology of Woody Species: a Review / H. González-Rodríguez, R. Maiti, N. C. Sarkar // International Journal of Bio-Resource and Stress Management. – 2014. – Vol. 5. – P. 436. – DOI: 10.5958/0976-4038.2014.00595.8

13. Effect of Irrigation Dose on Powdery Mildew Incidence and Root Biomass of Sessile Oaks (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) / W. Kasprzyk [et al.] // Plants. – 2022. – №11. – Art. 1248. – DOI: <https://doi.org/10.3390/plants11091248>

14. Rethinking the Natural Regeneration Failure of Pedunculate Oak: The Pathogen Mildew Hypothesis / L. Demeter [et al.] // Biological Conservation. – 2021. – Vol. 253. – Art. 108928. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108928>

15. Tsaralunga, V. The Impact of the Intensity of Selective Sanitary Cutting in Oak Forests on the Defeat of the Pedunculated Oak (*Quercus Robur* L.) Trees by Powdery Mildew / V. Tsaralunga [et al.] // Forestry-2021. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – Vol. 875. – Art. 012050. – DOI: 10.1088/1755-1315/875/1/012050

REFERENCES

1. Gninenko Yu.I., Shakirova A.D. Muchnistaya rosa duba – vazhnyy faktor v processe estestvennogo vobnovleniya dubrav [Powdery Mildew of Oak as an Important Factor in the Process of Natural Renewal of Oak Forests]. *Materialy Mezhdunar. nauch. konf. molodyh uchyonyh i specialistov, posvyashch. 135-letiyu so dnya rozhdeniya A.N. Kostyakova: sb. st., g. Moskva, 6–8 iyunya 2022 goda. T. 1* [Proceedings of the International Scientific Conference of Young Scientists and Specialists, Dedicated to the 135th Anniversary of the Birth of A.N. Kostyakova. Collection of Articles, Moscow, June 6–8, 2022. Vol. 1]. Moscow, Izd-vo RGTU – MSKha, 2022, pp. 26-30.

2. Grechkin V.P. *Lesopatologicheskaya harakteristika lesov SSSR po otdelnym prirodno-geograficheskim zonam. v 3 t. T. 2* [Forest Pathological Characteristics of the Forests of the USSR for Individual Natural-Geographical Zones. In 3 Vols. Vol. 2]. Pushkino, Vseros. nauch.-issled. in-t lesovodstva i mekhanizatsii lesnogo khozyaystva, 2020. 156 p.

3. Emelyanova O.Yu., Tsoi M.F., Masalova L.I. Fenologicheskie nablyudeniya kak osnova formirovaniya bazy dannyh fenospektrov drevesnyh rastenij [Phenological Observations as the Basis for the Formation of a Database of Phenospectra of Woody Plants]. *Ovoshchi Rossii* [Vegetables of Russia], 2020, no. 6, pp. 77-84. DOI: 10.18619/2072-9146-2020-6-77-84

4. Zaitsev G.N. *Fenologiya drevesnyh rastenij* [Phenology of Woody Plants]. Moscow, Nauka Publ., 1981. 120 p.

5. Kolmukidi S.V. Kompleksnaya ocnka patologicheskoy ustojchivosti drevesnyh vidov na

osnove monitoringa ih sostoyaniya v zashchitnyh lesnyh nasazhdeniyah [Comprehensive Assessment of the Pathological Resistance of Tree Species Based on Monitoring Their Condition in Protective Forest Plantations]. *Antropogennaya transformaciya geoprostranstva: priroda, hozyajstvo, obshchestvo: materialy V Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., g. Volgograd, 1–4 oktyabrya 2019 g.* [Anthropogenic Transformation of Geospace: Nature, Economy, Society. Proceedings of the 5th International Scientific and Practical Conference, Volgograd, October 1–4, 2019]. Volgograd, Izd-vo VolGU, 2019, pp. 62–67.

6. *Pogoda i klimat: sprav.-inform. portal* [Weather and Climate: Reference and Information Portal. Website]. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/archive.php/>

7. Polyakova L.V., Litvinenko V.I. Znachenie vtorichnyh metabolitov v formirovanii ustojchivosti k muchnistoj rose derevyev 16-letnih kultur duba chereshchatogo [Significance of Secondary Metabolites in the Formation of Resistance to Powdery Mildew of 16-Year-Old Oak Crops]. *Lesovedenie* [Forest Science], 2019, no. 2, pp. 128–137. DOI: 10.1134/S0024114819010108

8. Popova A.A., Popova V.T. Rasprostranenie muchnistoj rosy v gorodskih i prigorodnyh nasazhdeniyah duba chereshchatogo *Quercus robur* L. (Fagaceae) v Voronezhe [Distribution of Powdery Mildew in Urban and Suburban Plantations of English Oak *Quercus robur* L. (Fagaceae) in Voronezh]. *Dendrobiontnye bespozvonochnye zhivotnye i griby i ih rol v lesnyh ekosistemah (XI Chteniya pamyati O.A. Kataeva): materialy Vseros. konf. s mezhdunar. uchastiem, g. Sankt-Peterburg, 24–27 noyabrya 2020 g.* [Dendrobiont Invertebrate Animals and Fungi and Their Role in Forest Ecosystems (11th Readings in Memory of O.A. Kataev). Proceedings of the All-Russian Conference with International Participation, Saint Petersburg, November 24–27, 2020]. Saint Petersburg, Sankt-Peterb. gos. lesotekhn. un-t im. S.M. Kirova, 2020, pp. 265–266.

9. Utkina I.A., Rubtsov V.V. Issledovaniya fenologicheskikh form duba chereshchatogo [Studies of Phenological Forms of English Oak]. *Lesovedenie* [Forest Science], 2016, no. 6, pp. 466–475.

10. Shirnina L.V. *Muchnistaya rosa duba i sposoby borby s nej: Obzor* [Powdery Mildew of Oak and How to Deal with It. Overview]. Moscow, VNIITSlesresurs, 1997. 32 p.

11. Shirnina L.V. Vredonosnost vzbuditelya muchnistoj rosy duba chereshchatogo i vozmozhnosti eyo ogranicheniya [Harmfulness of the Powdery Mildew Pathogen of English Oak and the Possibility of Its Control]. *Problemy lesnoj fitopatologii i mikologii: materialy XI Mezhdunar. konf., Petrozavodsk, 10–14 oktyabrya 2022 g.* [Problems of Forest Phytopathology and Mycology. Proceedings of the 11th International Conference, Petrozavodsk, October 10–14, 2022]. Petrozavodsk, Karel. nauch. tsentr Rossiyskoy acad. nauk, 2022, pp. 114–115.

12. González-Rodríguez H., Maiti R., Sarkar N.C. Phenology of Woody Species: A Review. *International Journal of Bio-Resource and Stress Management*, 2014, vol. 5, p. 436. DOI: 10.5958/0976-4038.2014.00595.8

13. Kasprzyk W., Baranowska M., Korzeniewicz R., Behnke-Borowczyk J., Kowalkowski W. Effect of Irrigation Dose on Powdery Mildew Incidence and Root Biomass of Sessile Oaks (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.). *Plants*, 2022, no. 11, art. 1248. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants11091248>

14. Demeter L., Molnár Á.P., Öllerer K., Csóka G., Kiš A., Vadász C., Horváth F., Molnár Z. Rethinking the Natural Regeneration Failure of Pedunculate Oak: The Pathogen Mildew Hypothesis. *Biological Conservation*, 2021, vol. 253, art. 108928. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108928>

15. Tsaralunga V., Tsaralunga A., Yakovenko N., Gridnev Yu. The Impact of the Intensity of Selective Sanitary Cutting in Oak Forests on the Defeat of the Pedunculated Oak (*Quercus Robur* L.) Trees by Powdery Mildew. *Forestry – 2021. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 2021, vol. 875, art. 012050. DOI: 10.1088/1755-1315/875/1/012050

Information About the Author

Svetlana V. Kolmukidi, Candidate of Sciences (Agriculture), Associate Professor, Department of Biology and Bioengineering, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, kolmukidi@volsu.ru

Информация об авторе

Светлана Валерьевна Колмукиди, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биологии и биоинженерии, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, kolmukidi@volsu.ru