

ПОИСК СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ДУБА ОТ МУЧНИСТОЙ РОСЫ

Ю.И. Гниненко^{1, 2✉}, А.Д. Шакирова^{1, 2}

¹ФБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства» (ВНИИЛМ), Россия, 141202, Московская обл., г. Пушкино, ул. Институтская, д. 15

²ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» (РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева), 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49

yuiivgnin-2021@mail.ru

Рассмотрены вопросы подбора наиболее приемлемых фунгицидов для дальнейшего их испытания в целях защиты дуба в лесных питомниках. Изложены различные подходы к оценке биологической эффективности на примере испытаний двух фунгицидов. Предложены формулы для вычисления этого показателя.

Ключевые слова: дуб, мучнистая роса, биологическая эффективность, состояние дубрав, меры защиты

Ссылка для цитирования: Гниненко Ю.И., Шакирова А.Д. Поиск средств защиты дуба от мучнистой росы // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2025. Т. 29. № 6. С. 54–66.

DOI: 10.18698/2542-1468-2025-6-54-66

Дуб черешчатый *Quercus robur* Linneaus, 1753 является одной из важных лесообразующих пород в Европейской части России. Общая площадь дубрав здесь в настоящее время составляет порядка 3,5 млн га, что превосходит почти в 1,7 раза их площадь во Франции, являющейся второй страной Европы по распространению дубрав. Дуб в течение длительного времени имел большое значение для людей. К тому же появление в России лесного хозяйства как отрасли экономики, по указу Императора Петра I от 27 марта 1702 года, связано с необходимостью регулярного и гарантированного получения дубовой древесины для нужд строившегося в то время военно-морского флота.

Площадь, занятая дубравами в России, всегда была динамичной. На ее размер влияли многие аспекты жизнедеятельности. Так, начиная с XIX в., площади дубрав стали сокращаться, что не прекратилось и в настоящее время [1–3].

В течение XX в. на Восточно-Европейской равнине происходили процессы массового усыхания дубрав [4, 5], что стало предметом изучения многих исследователей [6–8]. Однако несмотря на это, так и не были выявлены причины, которые бы полностью объяснили происходившие процессы. Так, в 1966 г. площадь дубрав на территории Европейской части России составляла 4,4 млн га, а к концу XX в. она сократилась до 3,5 млн га, или в 1,3 раза [9].

Изучение состояния дубрав и поиск причин их ослабления продолжают в настоящее время [10, 11], поскольку ухудшение их состояния продолжается [12].

Анализ обширной литературы, посвященной состоянию дубрав и динамике происходящих изменений, не позволил установить общую причину их усыхания. Однако были определены факторы, обуславливающие этот процесс, в том числе повреждение растений листогрызущими насекомыми, изменение уровня грунтовых вод, случаи засухи и т. п.

Среди причин усыхания не было обращено должное внимание на поражение листвы дуба мучнистой росой — один из возможных факторов ослабления древостоев.

Возбудитель мучнистой росы дуба — это инвазивный микромицет *Erysiphe alphitoides* (Griffon & Maubl.) U. Braun & S. Takam. (ранее *Microsphaera alphitoides*) который давно проник на территорию России. Впервые его заметили в нескольких странах Западной Европы еще в 1907 г. [13–15], а в 1909 г. болезнь была обнаружена и в России [16–19]. Первоначально возбудитель не проявлял себя как опасный патоген. Так, в Польше впервые было обращено внимание на сильное поражение дуба мучнистой росой только в конце 1920-х годов [20].

Происхождение вида до сих пор не имеет полной ясности, однако по недавним исследованиям [21], вид *E. alphitoides*, вероятно, появился в тропиках и, попав в Европу, перешел на дуб, освоив к настоящему времени все территории, где произрастают дубравы.

Долгое время считалось, что мучнистую росу дуба вызывает один возбудитель, но в дальнейшем было установлено, что кроме микромицета *E. alphitoides* эту болезнь вызывает также вид *E. hypophylla* [22, 23]. В Польше этот вид впервые был обнаружен в 1952 г. [24]. В России он известен с 1970-х годов [25]. При этом его видовой статус не был до конца ясен, и многие ученые не считали его самостоятельным видом. Только генетические исследования показали, что *E. alphitoides* и *E. Hypophylla* — это два самостоятельных вида [26]. Во Франции был обнаружен еще один возбудитель мучнистой росы дуба из этого же рода — *E. quercicola* [27].

Значение этой болезни в жизни дубрав в настоящее время не имеет полноценной оценки [28–30]. Ранее мы высказали предположение, что она может быть одной из причин не только ослабления древостоев, но и гибели деревьев [31]. Существенное влияние поражение листовой мучнистой росой оказывает на интенсивность фотосинтеза [32–34]. Исследования состояния самосева дуба в некоторых древостоях [35] показали, что мучнистая роса оказывает сильное влияние на выживаемость самосева под пологом леса. Многие исследователи, изучавшие естественное возобновление дуба, отмечают неблагоприятное состояние самосева и подроста [10, 11, 35–38], однако обычно при этом не указывают причины, которые вызывают гибель молодого поколения дуба.

Примечательно, что все волны усыхания дуба, которые наблюдались с начала XX в., по непонятным причинам не связывали с поражением листовой мучнистой росой, хотя оно приобрело характер хронической эпифитотии еще в первой четверти XX в., и вызвало обострение накопленных к тому времени проблем. Как указано выше, некоторые исследователи [2, 10] высказывали мнение о том, что на состояние дубрав существенно влияли длительное порослевое возобновление, частые повреждения листогрызущими фитофагами, экстремальные погодные условия и др. Правда, в историческом прошлом дуб неоднократно сталкивался с этими проблемами в пределах своего ареала. В прошлом его также неоднократно объедали листогрызущие насекомые, он подвергался засухам, частым вырубкам, и возобновлялся порослью. При этом упоминания о массовом усыхании дубрав появились только в XX в. Нет оснований считать, что массовые усыхания, если бы они происходили в прошлом, не были бы замечены. Например, массовое уничтожение ельников в Тверском княжестве в результате объедания гусеницами монашенки упоминается в летописи начала XV в. [39], а массовые

повреждения хрущом неоднократно отмечались в Европе, начиная с XIV в. [40].

На упомянутый комплекс ослабляющих факторов в начале XX в. наложилось и хроническое воздействие последствий развития мучнистой росы [41, 42]. Нам представляются важными как минимум два пути воздействия гриба на деревья: ежегодное уменьшение фотосинтезирующей функции листовой и хроническое воздействие метаболитов гриба на деревья. По-видимому, оба эти фактора сами по себе не смертельны для деревьев, но их хроническое воздействие накладывается на перечисленные выше факторы: многолетнее порослевое возобновление, повреждение фитофагами, поражение стволовыми гнилями и т. п. Обнаружение других видов рода *Erysiphe* в разных частях Европы и в России ставит несколько важных экологических проблем.

Важно, что возбудитель мучнистой росы — это инвазивный организм, к сосуществованию с которым дуб в Европе и на Восточно-Европейской равнине не был приспособлен. Преобладание разных возбудителей в конкретных питомниках или молодняках потребует корректировки сроков, кратности и концентрации применяемых пестицидов, поэтому в дальнейшем необходимо в каждом случае устанавливать видовой состав возбудителей этой болезни. Однако в любом случае препараты, применяемые для защиты дуба от мучнистой росы, будут одинаковыми для всех видов-возбудителей.

Недооценка значения мучнистой росы как опасного фитопатогена дуба привела к тому, что в настоящее время нет ни одного фунгицида, разрешенного для применения в целях защиты как посадочного материала в лесных питомниках, так и молодых деревьев в искусственных посадках. Не разработаны также и технологии защиты дубрав от этой болезни. Это обусловлено невозможностью проведения мер защиты и, что не менее важно, отсутствием действующего инструктивно-методического документа по проведению мер защиты дуба от мучнистой росы в естественных древостоях, культурах и лесных питомниках.

Кроме того, одним из препятствий для применения фунгицидов в лесных питомниках является недостаточно проработанная система учета результатов применения пестицидов. Это связано с отсутствием требований по определению биологической эффективности фунгицида. Суждение об уровне эффективности применения того или иного препарата основывалось на показателе биологической эффективности, а не на распространенности и развитии болезни [43, 44].

Цель работы

Цель работы — испытание фунгицидов для защиты дуба от мучнистой росы с перспективой дальнейшей их регистрации в качестве разрешенных к применению средств, а также обсуждение возможных подходов к оценке последствий применения фунгицидов для защиты от мучнистой росы.

Материалы и методы

Проведение поисковых испытаний новых фунгицидов в лесных питомниках затруднено тем, что производственное выращивание стандартного посадочного материала требует проведения мер защиты в любом посевном отделении. Исключить какую бы то ни было обработку фунгицидами хотя бы части посевов в питомнике либо трудно, либо невозможно, поскольку выращивание стандартного посадочного материала обычно включает в себя тотальную обработку всего посевного отделения. В связи с этим зачастую нельзя предотвратить обработку части поля для того, чтобы на этой части провести испытания пестицида, поэтому испытания проводились на всходах текущего года в древостое с преобладанием дуба черешчатого в 14 квартале лесной опытной дачи РГАУ — МСХА имени К.А. Тимирязева, где всходы дуба были весьма многочисленны, но ни один препарат не применялся. В качестве средств защиты были испытаны фунгициды «Меделя» и «Азорро», производимые АО «Щелково Агрохим».

Препарат «Меделя, МЭ» — это микроэмульсия, содержащая 50 г/л дифеноконазола + 30 г/л флутриафола, разрешена для применения на лесных объектах (при болезни типа шютте) с нормой расхода 1 л/га.

Препарат «Азорро, КС» — это концентрат суспензии, содержащий 300 г/л карбендазима + 100 г/л азоксистробина.

Ранее для защиты от мучнистой росы эти препараты на лесных объектах не испытывали. Для испытания были выбраны следующие варианты концентрации: 1, 2, 3 мл на 1 л воды. На пункте учета под каждую концентрацию препаратов заложили по три учетных площадки площадью 1 м² в ряд и три контрольные учетные площадки (рис. 1). На каждой площадке перед опрыскиванием был проведен учет состояния всходов на текущий момент. Опрыскивание проводили ручным опрыскивателем до появления на листе первой капли.

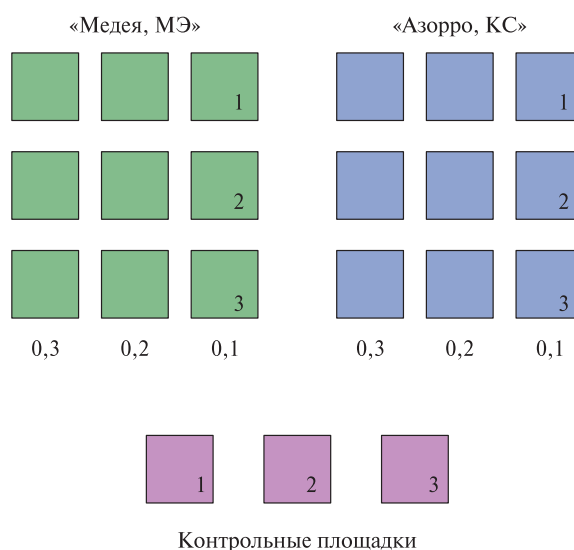


Рис. 1. Схема расположения учетных площадок под испытание препаратов

Fig. 1. Layout of the study sites for product testing

Одной из сложностей оценки результатов проведенных мер защиты была недостаточно детально проработанная методология учета результатов проведенного применения фунгицидов. Как указано выше, ранее при оценке влияния фунгицидов традиционно определяли развитие и распространение болезни [41]. Н.М. Ведерников и Н.С. Федорова [42], следуя этой традиции, также предлагали определять не биологическую эффективность выполненных защитных обработок, а распространенность болезни по формуле

$$P = \left(\frac{100 \cdot n}{N} \right), \quad (1)$$

где P — распространенность болезни, %;
 N — число всех учетных растений, шт.;
 n — число пораженных растений, шт.

Эти же авторы предлагали оценивать также пораженность растений патогенными грибами, проводя учеты семян по следующим категориям:

- 0 — здоровые;
- 1 — растения с поражением до 25 % фотосинтезирующего аппарата;
- 2 — растения с поражением до 50 %;
- 3 — растения с поражением более 50 %;
- 4 — погибшие.

Затем на основании проведенных учетов предлагалось определить развитие болезни, используя формулу

$$C = \left(\frac{\Sigma(ab) \cdot 100}{N \cdot K} \right), \quad (2)$$

где C — развитие болезни;

$\Sigma(ab)$ — сумма произведений числа растений (a) каждой категории на номер категории (b);

N — общее число учтенных растений на учетной площадке, шт.;

K — высший балл категорий состояния.

Разделение всходов по пяти категориям поражения листы мучнистой росой нами признано необъективным. Опыт показывает, что любой учетчик индивидуально оценивает развитие болезни, а такие оценки сильно различаются. Кроме того, интенсивность белого налета на листьях во многом зависит от погодных условий: после дождей она менее заметна, тогда как после засушливых периодов — более. В своей работе мы выделили только три категории развития болезни: 1) признаки развития болезни отсутствуют; 2) растение поражено болезнью (рис. 2); 3) растение погибло от болезни (рис. 3).

Кроме того, очевидно, что данные о развитии или распространении болезни не могут сами по себе быть основанием для оценки эффективности проведенных мер защиты. Однако в рекомендациях Н.М. Ведерникова и Н.С. Федоровой [42] нет упоминаний о способах определения биологической эффективности мер защиты.

Фактически такие же приемы при определении результатов проведенных обработок позднее использовали С.С. Санин и Н.П. Неклеса [45], и в настоящее время они широко применяются [46–48].

В работе [49] для определения биологической эффективности проведенных мер предложено использовать формулу

$$\mathcal{E} = \left(\frac{C_k - C_o}{C_k} \right) \cdot 100, \quad (3)$$

где \mathcal{E} — биологическая эффективность, %;

C_k — интенсивность развития болезни на контрольных участках, %;

C_o — интенсивность развития болезни на опытных участках, %.

Также возможно попытаться рассчитать величину биологической эффективности, используя не показатель развития болезни, а показатель распространенности болезни. Тогда формула примет вид



Рис. 2. Сильное поражение самосева дуба мучнистой росой

Fig. 2. Severe powdery mildew infestation of self-seeded oak



Рис. 3. Погибшее в результате развития мучнистой росы растение

Fig. 3. Plant killed by powdery mildew

$$\Theta = \left(\frac{\Pi_k - \Pi_o}{\Pi_k} \right) \cdot 100, \quad (4)$$

где Π_k — показатель распространенности болезни на контрольных участках, %;

Π_o — показатель распространенности болезни на опытных участках, %

Подразумевается, что учет развития болезни проводится через некоторое время после применения средств защиты. Предлагаем определять биологическую эффективность проведенных мер защиты, используя показатель увеличения доли погибших растений в эксперименте и на контрольных участках по формуле

$$\Theta = \left(\frac{K_{ук} - K_{yo}}{K_{ук}} \right) \cdot 100, \quad (5)$$

где Θ — биологическая эффективность примененного фунгицида, %;

$K_{ук}$ — показатель увеличения доли погибших растений на контрольных участках, %;

K_{yo} — показатель увеличения доли погибших растений в опыте. %.

Формулы (3) — (5) фактически идентичны, но для вычисления биологической эффективности в них применяются разные показатели.

В формуле (3) используется показатель интенсивности развития болезни, в формуле (4) — показатель распространенности болезни, в формуле (5) — показатель увеличения доли погибших растений.

Оба препарата были испытаны в соответствии с приведенной выше схемой (см. рис. 1). Основным фенологическим сроком для начала обработки стало завершение формирования первых листьев на всходах (5 июля), а для учета результатов однократной обработки — 25 июля 2023 г.

Результаты и обсуждение

Результаты применения препарата «Медя, МЭ» (табл. 1) показали его положительное влияние на состояние всходов дуба.

Полученные данные показывают, что препарат «Медя, МЭ» позволяет снизить гибель всходов и молодых растений дуба в 1,8...2,6 раза в сравнении с контрольными участками. Наилучший результат получен при обработке всходов 0,2%-м раствором рабочей жидкости. Однако при этом к концу вегетационного периода не остается растений, у которых не были бы обнаружены признаки поражения мучнистой росой, поскольку время защитного действия препарата составляет 2–2,5 недели, а после этого патоген вновь постепенно инфицирует растение.

Далее, используя формулы (1) и (2), определяли показатели состояния растений, распространенность и развитие болезни (табл. 2). Результаты показали, что препарат «Медя, МЭ» способствует снижению показателей развития и распространенности болезни.

На основе данных, приведенных в табл. 2, рассчитали биологическую эффективность препарата по формулам (3) — (5) (табл. 3).

Т а б л и ц а 1

Результаты испытаний фунгицида «Медя, МЭ» в 2023 г.

Test results of «Medea, ME» fungicide in 2003

| Дата учета | Всего учтено всходов | Состояние всходов | | | Доля погибших всходов, % | Изменение доли погибших всходов |
|-------------------------------|----------------------------|-------------------|------------|----------|--------------------------------|---------------------------------------|
| | | здоровые | пораженные | погибшие | | |
| Концентрация препарата 1 мл/л | | | | | | |
| 5 июля | 182 | 13 | 127 | 42 | 23,1 | Взросла в 1,3 раза |
| 25 июля | 179 | 40 | 84 | 55 | 30,7 | |
| Концентрация препарата 2 мл/л | | | | | | |
| 5 июля | 185 | 11 | 106 | 68 | 36,8 | Взросла в 1,1 раза |
| 25 июля | 162 | 34 | 58 | 63 | 38,9 | |
| Концентрация препарата 3 мл/л | | | | | | |
| 5 июля | 109 | 18 | 74 | 17 | 15,6 | Взросла в 1,6 раза |
| 25 июля | 127 | 29 | 66 | 32 | 25,2 | |
| Контрольные участки | | | | | | |
| 5 июля | 225 | 14 | 175 | 36 | 16,0 | Взросла в 2,9 раза |
| 25 июля | 300 | 16 | 144 | 140 | 46,7 | |

Т а б л и ц а 2

**Распространенность и развитие мучнистой росы у дуба
при его защите препаратом «Медая, МЭ» разной концентрации**

**Prevalence and development of powdery mildew on oak trees protected
with different concentrations of «Medea, ME»**

| Концентрация препарата, мл/л | Распространенность болезни (P), % | | Изменение распростра- ненности болезни | Развитие болезни (R), % | | Изменение развития болезни |
|------------------------------------|--------------------------------------|--------------------|---|-------------------------|--------------------|----------------------------------|
| | до обработки | после обработки | | до обработки | после обработки | |
| 1 | 92,9 | 77,7 | Снизилась в 1,2 раза | 58,0 | 54,2 | Снизилось в 1,1 раза |
| 2 | 94,1 | 74,1 | Снизилась в 1,3 раза | 65,4 | 56,8 | Снизилось в 1,2 раза |
| 3 | 83,5 | 77,2 | Снизилась в 1,1 раза | 49,5 | 51,2 | Возросло в 1,0 раза |
| Контрольный вариант | 93,8 | 94,7 | Возросла в 0,01 раза | 54,9 | 70,7 | Возросло в 1,3 раза |

Наиболее объективную оценку полученных результатов дает формула (5), в основе которой лежит использование показателя превышения доли погибших от болезни растений в экспериментальном и контрольном вариантах.

Испытания препарата «Азорро, КС» также показали возможность получения положительных результатов от его применения (табл. 4). Подсчеты показателя биологической эффективности выполнены также по формулам (3) — (5).

Полученные результаты показывают, что препарат «Азорро, КС» позволяет снизить гибель всходов и молодых растений дуба в 1,1...2,6 раза. Однако при этом к концу вегетационного периода не остается растений, у которых не были бы обнаружены признаки поражения мучнистой росой, как это отмечено в вариантах с применением препарата «Медая, МС».

Далее определяли показатели состояния растений с использованием формул (1) и (2), распространенность и развитие болезни (табл. 5). Результаты показали, что препарат «Азорро, КС» оказал большее влияние на распространение болезни при использовании наибольшей концентрации рабочей жидкости.

Полученные данные показали, что с увеличением концентрации происходит снижение распространенности и развития болезни. Развитие и распространенность болезни оказались наибольшими не в контрольном варианте, а при применении препарата «Азорро, КС» в концентрации 0,1 мл.

Данные значения показателей не отражают биологическую эффективность выполненных защитных обработок, поэтому по приведенным формулам (3) — (5) была определена биологи-

Т а б л и ц а 3

**Показатели биологической эффективности
препарата «Медая, МЭ»,
рассчитанные различными способами**

**Biological efficiency indicators for «Medea, ME»
calculated using various methods**

| Формула | Биологическая эффективность в зависимости от концентрации, мл/л | | |
|--|---|------|------|
| | 1 | 2 | 3 |
| $\Theta = \left(\frac{C_k - C_o}{C_k} \right) \cdot 100$ (3) | 23,3 | 19,6 | 27,6 |
| $\Theta = \left(\frac{П_k - П_o}{П_k} \right) \cdot 100$ (4) | 18,0 | 21,8 | 18,3 |
| $\Theta = \left(\frac{K_{ук} - K_{yo}}{K_{ук}} \right) \cdot 100$ (5) | 54,3 | 63,7 | 44,6 |

ческая эффективность испытанного препарата на основе данных табл. 5 (табл. 6).

Выполненные расчеты показали, что препарат «Азорро, КС» обеспечивает более высокий уровень защиты самосева дуба от поражения мучнистой росой при использовании наибольшей концентрации.

Таким образом, однократное опрыскивание всходов дуба под пологом леса в 2023 г. продемонстрировало, что фунгициды «Медая, МЭ» и «Азорро, КС» оказывают влияние на уменьшение отпада всходов, что дает основания рекомендовать проведение испытаний обоих препаратов в лесных питомниках в целях государственной регистрации.

Т а б л и ц а 4

Результаты испытаний фунгицида «Азорро, КС» в 2023 г.**Test results for the fungicide «Azorro, KS» in 2023**

| Дата учета | Всего учтено всходов | Состояние всходов | | | Доля погибших всходов, % | Изменение доли погибших всходов |
|-------------------------------|----------------------|-------------------|------------|----------|--------------------------|---------------------------------|
| | | здоровые | пораженные | погибшие | | |
| Концентрация препарата 1 мл/л | | | | | | |
| 5 июля | 97 | 9 | 77 | 11 | 11,3 | Возросла в 2,5 раза |
| 25 июля | 118 | 4 | 81 | 33 | 28,0 | |
| Концентрация препарата 2 мл/л | | | | | | |
| 5 июля | 98 | 0 | 81 | 17 | 17,3 | Возросла в 2,1 раза |
| 25 июля | 102 | 2 | 63 | 37 | 36,3 | |
| Концентрация препарата 3 мл/л | | | | | | |
| 5 июля | 124 | 6 | 98 | 20 | 16,1 | Возросла в 1,1 раза |
| 25 июля | 95 | 6 | 69 | 17 | 17,9 | |
| Контрольные участки | | | | | | |
| 5 июля | 225 | 14 | 175 | 36 | 16,0 | Возросла в 2,9 раза |
| 25 июля | 300 | 16 | 144 | 140 | 46,7 | |

Т а б л и ц а 5

Распространенность и развитие мучнистой росы у дуба при его защите препаратом «Азорро, КС» разной концентрации**Prevalence and development of powdery mildew in oak trees treated with «Azorro, KS» at various concentrations**

| Концентрация препарата, мл/л | Распространенность болезни (Р), % | | Изменение распространенности болезни | Развитие болезни (R), % | | Изменение развития болезни |
|------------------------------|-----------------------------------|-----------------|--------------------------------------|-------------------------|-----------------|----------------------------|
| | до обработки | после обработки | | до обработки | после обработки | |
| 1 | 90,7 | 96,6 | Возросла в 1,1 раза | 40,7 | 62,3 | Возросло в 1,5 раза |
| 2 | 100 | 98,0 | Снизилась в 1,0 раза | 58,7 | 67,2 | Возросло в 1,1 раза |
| 3 | 95,2 | 90,5 | Снизилась в 1,1 раза | 55,7 | 54,2 | Снизилось в 1,0 раза |
| Контрольный вариант | 93,8 | 94,7 | Возросла в 0,01 раза | 54,9 | 70,7 | Возросло в 1,3 раза |

Кроме того, препарат «Азорро, КС», позволяет получить здоровые сеянцы в конце вегетации даже при однократном применении, тогда как препарат «Медя, МЭ» не дает такого результата, поскольку препарат «Азорро, КС» отличается более продолжительным действием. Продолжение испытаний позволит получить дополнительные данные, на основе которых возможна последующая разработка технологии применения исследуемых препаратов в лесных питомниках.

Выводы

Оба испытанных препарата позволяют снизить гибель однолетних растений дуба от муч-

нистой росы в условиях естественного инфекционного фона.

Полученные результаты дают возможность провести испытания рассматриваемых препаратов в лесных питомниках в целях защиты сеянцев дуба от мучнистой росы в условиях искусственного выращивания посадочного материала.

В результате выполненных исследовательских работ в Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешенных для применения на территории Российской Федерации, могут появиться первые фунгициды, официально разрешенные для защиты дуба в лесных питомниках.

Т а б л и ц а 6

**Показатели биологической эффективности
препарата «Азорро, КС»,
рассчитанные различными способами**
**Biological efficiency indicators of «Azorro, KS»
calculated using various methods**

| Формула | Биологическая эффективность в зависимости от концентрации, мл/л | | |
|--|---|------|------|
| | 1 | 2 | 3 |
| $\Theta = \left(\frac{C_k - C_o}{C_k} \right) \cdot 100$ (3) | 11,9 | 5 | 23,3 |
| $\Theta = \left(\frac{\Pi_k - \Pi_o}{\Pi_k} \right) \cdot 100$ (4) | 0 | 0 | 4,4 |
| $\Theta = \left(\frac{K_{ук} - K_{yo}}{K_{ук}} \right) \cdot 100$ (5) | 18,3 | 28,3 | 62 |

Работа выполнена в рамках государственного задания на проведение прикладных научных исследований ФБУ ВНИИЛМ по теме «Совершенствование мероприятий по защите от болезней посадочного материала хвойных и лиственных пород для успешного лесовосстановления» государственного задания «Проведение прикладных научных исследований» на 2022–2024 гг.

Список литературы

- Царалунга В.В., Царалунга А.В., Фурменкова Е.С. Специфика диагностики состояния дерева дуба на основе визуальной оценки внешних признаков патологии // Лесотехнический журнал, 2016. Т. 6. № 4 (24). С. 120–126.
- Царалунга В.В. Трагедия российских дубрав // ИзВУЗ Лесной журнал, 2005. № 6. С. 23–30.
- Михно В.Б. Ландшафтный аспект произрастания, дифференциации и структурной организации дубрав Среднерусской лесостепи // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология, 2014. № 1. С. 9–17.
- Селочник Н.Н. Состояние дубрав Среднерусской лесостепи и их грибные сообщества. М.: Изд-во Института лесоведения РАН, 2015. 216 с.
- Тузov В.К. Анализ основных факторов, определяющих неудовлетворительное состояние дуба черешчатого // Повышение устойчивости и продуктивности дубрав, опыт и перспективы выращивания насаждений лиственных в Европейской части России: материалы совещания-семинара, г. Чебоксары, 30 августа – 1 сентября 2005 г. Казань: Издательство Казанского государственного университета, 2005. С. 37–40.
- Воронцов А.И. Новая волна усыхания дуба (в ряде областей Юго-Востока РСФСР) // Научные труды Московского лесотехнического института, 1971. Вып. 38. С. 197–198.
- Кузьмичев Е.П. Некоторые вопросы учета и диагностики сосудистого микоза дуба // Экология и защита леса: межвузовский сборник научных трудов, 1982. Вып. 7. С. 117–122.
- Газизулин А.Х., Зарипов И.Н., Хаффафов И.Х. Деградация дубрав Республики Татарстан и перспективы их восстановления // Дуб — порода третьего тысячелетия. Гомель: Изд-во Института леса Национальной академии наук Беларуси, 1998. С. 148–150.
- Лесной фонд России. Справочник. М.: ВНИИЦЛесресурс, 1999. 649 с.
- Калугина С.В. Экология грибных болезней дуба и их роль в деградации порослевых дубрав Белгородской области: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Воронеж: ВГЛУ, 2006. 24 с.
- Матвеева Т.Б. Исследование естественного возобновления дубовых лесов Пригородного лесничества Самарского лесхоза // Самарская Лука, 2008. Т. 17. № 4(26). С. 893–901.
- Приказ Министерства природных ресурсов РФ от 31 марта 2004 года № 309 «Об итогах государственного учета лесного фонда Российской Федерации и лесов, не входящих в лесной фонд, по состоянию на 1 января 2003 года». М.: Изд-во МПР, 2004. 5 с.
- Харченко Н.А., Харченко Н.Н. К вопросу о естественном возобновлении дуба черешчатого под пологом материнского древостоя // Лесотехнический журнал, 2013. № 4(12). С. 42–53.
- Горленко М.В. Мучнисторосные грибы Московской области (семейство *Erysiphaceae*). М.: Изд-во МГУ им. М. В. Ломоносова, 1983. 70 с.
- Hewitt H.G. The effect of infection by *Microsphaera alphitoides* (Griffon et Maublanc) upon for physiology and growth of *Quercus robur* L. Doct. // Thesis, Univ. of Lancaster, 1976.
- Власов А.А. Мучнистая роса дуба // Болезни сосны и дуба и борьба с ними в питомниках и культурах. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1955. С. 43–100.
- Воронин Л.В. Мучнисторосные грибы Ярославской области // Ярославский педагогический вестник, 2011. № 3. Т. 31. С. 67–70.
- Чураков Б.Г., Алеева Л.Р. Структура дубовых насаждений и возможности порослевого возобновления в дубравах Среднего Поволжья // ИзВУЗ Лесной журнал, 2002, № 1. С. 24–31.
- Glavas M. Hrastovi sastojima od pepelnice (*Microsphaera alphitoides* Griffon et Maubl.) // Croatian Journal Forest Engineering, 2011, no. 32 (1), pp. 205–210.
- Mańka K. Fitopatologia leśna. Państwowe wydawnictwo rolnicze i leśne, Warszawa, 1960, 330 p.
- Mougou A., Dutech C., Desprez-Loustau M.-L. New insights into the identity and origin of the causal agent of oak powdery mildew in Europe // Forest Pathology, 2008, v. 38 (4), pp. 275–287. DOI:10.1111/j.1439-0329.2008.00544.x
- Takamatsu S., Bolay A., Limkaisang S., Komu-un S., To-Anun Ch. Identity of a powdery mildew fungus occurring on *Paeonia* and its relationship with *Erysiphe hypophylla* on oak // Mycoscience, 2006, v. 47, pp. 367–373.
- Sucharzewska E. The development of *Erysiphe alphitoides* and *E. hypophylla* in the urban environment // Acta Mycol., 2009, v. 44 (1), pp. 109–123.

- [24] Sałata B., Romaszewska-Sałata J., Mułenko W. Mikroskopowe grzyby fitopatogeniczne. Przyroda Kottliny Zakopiańskiej // *Poznanie, przemiany, zagrożenia i ochrona*, 1993, v. 2, pp. 183–207.
- [25] Благовещенская Е.Ю. Изменение видового состава мучнисторосяных грибов Звенигородской биологической станции имени С.И. Скадовского: Труды Мордовского государственного природного заповедника имени П.Г. Смидовича. Саранск: Пушта, 2015. Вып. 14. С. 408–412.
- [26] Braun U., Cunnington J.H., Brielmaier-Liebetanz U., Ale-Agha N., Heluta V. Miscellaneous notes on some powdery mildew fungi // *Schlechtendalia*, 2003, v. 10, pp. 91–95.
- [27] Mougou-Hamdane A., Giresse X., Dutech C., Desprez-Loustau M.-L. Spatial distribution of lineages of oak powdery mildew fungi in France, using quick molecular detection methods // *Ann. For. Sci.*, 2010, v. 67, p. 212.
- [28] Власенко А.А. Рост, состояние, долговечность и возобновление дуба черешчатого в условиях сухой степи: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Пушкино, ВНИИЛМ, 2012. 22 с.
- [29] Кузьмичев Е.П., Соколова Э.С., Мозолевская Е.Г. Болезни древесных растений. Справочник, т. 1. М.: ВНИИЛМ, 2004. 120 с.
- [30] Demeter L., Molnar A.P., Ollerer K., Csoka G., Ki A., Vadasz C., Horvath F., Molnar Z. Rethinking the natural regeneration failure of pedunculate oak: The pathogen mildew hypothesis // *Biological Conservation*, 2021, 253, pp. 1–9.
- [31] Гниненко Ю.И. Перспективы изменения состояния дубрав под воздействием новых ослабляющих факторов // *Повышение устойчивости и продуктивности дубрав, опыт и перспективы выращивания насаждений лиственницы в Европейской части России: сб. трудов конференции, г. Чебоксары, 30 августа – 1 сентября 2005 г. Казань: Изд-во Казанского государственного университета, 2005. С. 154–155.*
- [32] Кириленко Т.С. Мучнистая роса дуба и физиологические исследования больного растения: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.11. Киев, 1955. 11 с.
- [33] Кузнецова И.С. Влияние мучнистой росы на содержание хлорофилла и отражательную способность листьев дуба черешчатого // *Лесоведение*, 1988. № 5. С. 63–67.
- [34] Hajji Mostafa, Dreyer Erwin, Marçais Benoit. Impact of *Erysiphe alphitoides* on transpiration and photosynthesis in *Quercus robur* leaves // *European Journal of Plant Pathology*, 2009, v. 125 (1), pp. 63–72. 10.1007/s10658-009-9458-7
- [35] Ятченко П.П., Борисова А.А. Мучнистая роса на самосеве дуба в древостоях Лесной опытной дачи // *Лесохозяйственная информация*, 2015. № 1. С. 57–61.
- [36] Ерусалимский В.И., Власенко А.А. Естественное семенное возобновление под пологом степных лесных насаждений // *Лесное хозяйство*, 2011. № 5. С. 309–311.
- [37] Тазиев И.Р., Мухаметшина А.Р., Петрова Г.А., Тазмеев Н.М. Эффективность применения фунгицида «Азорро, КС» при выращивании семян дуба черешчатого в условиях открытого и закрытого грунта // *Лесной вестник / Forestry Bulletin*, 2023. Т. 27. № 1. С. 53–59. DOI: 10.18698/2542-1468-2023-1-53-59
- [38] Ерусалимский В.И., Власенко А.А. Долговечность семенного (материнского) поколения степных дубрав // *Лесное хозяйство*, 2012. № 4. С. 32–33.
- [39] Семенов В.П. Россия. Полное географическое описание нашего отечества. Настольная и дорожная книга для русских людей. Т. 1. Московская промышленная область и Верхнее Поволжье. СПб.: Изд. А.Ф. Девриена, 1899. 456 с.
- [40] Гниненко Ю.И., Цуканов Я.В., Алпацкая Ю.И. Майский хрущ — вредитель леса как явление в европейской культуре // *Фундаментальная и прикладная наука: состояние и тенденции развития: сборник статей XXXII Междунар. науч.-практ. конф., 12 июля 2023 г. Петрозаводск: Новая наука, 2023. С. 271–285. DOI 10.46916/14072023-1-978-5-00215-056-4*
- [41] Тарр С. Основы патологии растений. М.: Мир, 1975. 587 с.
- [42] Ведерников Н.М., Федорова Н.С. Рекомендации по технологии интегрированной борьбы с болезнями хвойных пород в питомниках. М.: Госкомлес, 1981. 29 с.
- [43] Ведерников Н.М., Яковлев В.Г. Защита хвойных семян от болезней. М.: Лесная пром-сть, 1972. 89 с.
- [44] Рекомендации по зональным системам защитных мероприятий в питомниках. Пушкино: ВНИИЛМ, 1976. 542 с.
- [45] Санин С.С., Неклеса Н.П. Методические указания по проведению производственных демонстрационных испытаний средств и методов защиты зерновых культур от болезней. М.: Защита и карантин растений, 2004. 23 с.
- [46] Квитко В.Е., Щуклина О.А., Аленичева А.Д., Клименкова И.Н., Ворончихина И.Н., Лангаева Н.Н., Ворончихин В.В. Влияние фунгицидных протравителей на выход товарной продукции и морфобиометрические показатели тюльпанов при ранневсенней выгонке // *АгроЭкоИнфо*, 2022. № 6. DOI: <https://doi.org/10.51419/202126602>
- [47] Мехдиев И.Т. Изучение биологической эффективности фунгицидов против корневой гнили // *Национальная ассоциация ученых (НАУ)*, 2016. № 4–2 (20). С. 38–39.
- [48] Кекало А.Ю., Заргарян Н.Ю., Филиппов А.С., Немченко В.В. Эффективность применения фунгицидов для защиты яровой пшеницы от корневых гнилей // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*, 2019. № 49 (3). С. 24–30. doi.org/10.26898/0370-8799-2019-3-3
- [49] Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / под ред. В.И. Долженко. СПб.: ВИЗР, 2009. 379 с.

Сведения об авторах

Гниненко Юрий Иванович — канд. биол. наук, ст. науч. сотр., зав. лабораторией защиты леса от инвазивных и карантинных организмов, ФБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства» (ВНИИЛМ); доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева» (РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева), yuivgnin-2021@mail.ru

Шакирова Адель Дамировна — аспирант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева» (РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева); вед. инженер ФБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства» (ВНИИЛМ), adella-ela@yandex.ru

Поступила в редакцию 16.10.2024.

Одобрено после рецензирования 26.02.2025.

Принята к публикации 07.10.2025.

MEANS TO PROTECT OAK FROM POWDERY MILDEW

Yu.I. Gninenko^{1,2}, A.D. Shakirova^{1,2}

¹All-Russian Scientific Research Institute of Forestry and Mechanization of Forestry, 15, Institutskaya st., Pushkino, Moscow reg., Russia

²Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 49, Timiryazevskaya st., 127550, Moscow, Russia

yuivgnin-2021@mail.ru

The article discusses the selection of the most acceptable fungicides for further testing in order to protect oak in forest nurseries. Currently, among the fungicides allowed for use, there is not a single drug that could be officially used to protect oak seedlings and seedlings in forest nurseries, or oak seedlings in forest crops from powdery mildew. One of the reasons for this situation is the undeveloped assessment of the biological efficiency of fungicides when they are used at forest sites. Various approaches to the assessment of biological efficiency are considered using the probation of two fungicides. Formulas for calculating this indicator are proposed.

Keywords: oak, powdery mildew, biological efficiency, condition of oak forests, protection measures

Suggested citation: Gninenko Yu.I., Shakirova A.D. *Poisk sredstv zashchity duba ot muchnistoy rosy* [Means to protect oak from powdery mildew]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2025, vol. 29, no. 6, pp. 54–66. DOI: 10.18698/2542-1468-2025-6-54-66

References

- [1] Tsaralunga V.V., Tsaralunga A.V., Furmenkova E.S. *Spetsifika diagnostiki sostoyaniya dereva duba na osnove vizual'noy otsenki vneshnikh priznakov patologii* [Specifics of diagnostics of oak tree condition based on visual assessment of external signs of pathology]. *Lesotekhnicheskii zhurnal* [Forest Engineering J.], 2016, v. 6, no. 4 (24), pp. 120–126.
- [2] Tsaralunga V.V. *Tragediya rossiyskikh dubrav* [Tragedy of Russian oak groves]. *Russian Forest J.*, 2005, no. 6, pp. 23–30.
- [3] Mikhno V.B. *Landshaftnyy aspekt proizrastaniya, differentsiatsii i strukturnoy organizatsii dubrav Srednerusskoy lesostepi* [Landscape aspect of growth, differentiation and structural organization of oak groves of the Central Russian forest-steppe]. *Vestnik VGU. Ser. geografiya, geologiya* [VSU Bulletin. Series: geography, geology], 2014, no. 1, pp. 9–17.
- [4] Selochnik N.N. *Sostoyanie dubrav Srednerusskoy lesostepi i ikh gribnye soobshchestva* [Condition of oak groves of the Central Russian forest-steppe and their fungal communities]. Moscow: In-t lesovedeniya RAN [Institute of Forest Science, Russian Academy of Sciences], 2015, 216 p.
- [5] Tuzov V.K. *Analiz osnovnykh faktorov, opredelyayushchikh neudovletvoritel'noe sostoyanie duba chereschatogo* [Analysis of the Main Factors Determining the Unsatisfactory Condition of Common Oak]. *Povyshenie ustoychivosti i produktivnosti dubrav. Opyt i perspektivy vyrashchivaniya nasazhdeniy listvennitsy v evropeyskoy chasti Rossii* [Increasing the Stability and Productivity of Oak Groves. Experience and Prospects of Growing Larch Plantations in the European Part of Russia]. Cheboksary–Kazan, 2005, pp. 37–40.
- [6] Vorontsov A.I. *Novaya volna usykhaniya duba (v ryade oblastey Yugo-Vostoka RSFSR)* [New Wave of Oak Dipping (in Some Regions of the South-East of the RSFSR)]. *Nauch. tr. MLTI* [Scientific Transactions of MLTI], 1971, iss. 38, pp. 197–198.

- [7] Kuz'michev E.P. *Nekotorye voprosy ucheta i diagnostiki sosudistogo mikoza duba* [Some Issues of Accounting and Diagnostics of Vascular Mycosis of Oak]. *Ekologiya i zashchita lesa. Mezhd. Sb. nauchn. tr.* [Forest Ecology and Protection. Interuniversity. Collection of Scientific Transactions], 1982, iss. 7, pp. 117–122.
- [8] Gazizulin A.Kh., Zaripov I.N., Khaffazov I.Kh. *Degradatsiya dubrav Respubliki Tatarstan i perspektivy ikh vosstanovleniya* [Degradation of oak groves in the Republic of Tatarstan and prospects for their restoration]. *Dub — poroda tret'ego tysyacheletiya. Gomel'*: Institut lesa Natsional'noy akademii nauk Belarusi [Oak — a species of the third millennium]. Gomel: Institute of Forestry of the National Academy of Sciences of Belarus, 1998, pp. 148–150.
- [9] *Lesnoy fond Rossii. Spravochnik* [Forest Fund of Russia. Handbook]. Moscow: VNIITsLesresurs, 1999, 649 p.
- [10] Kalugina S.V. *Ekologiya gribnykh bolezney duba i ikh rol' v degradatsii poroslevykh dubrav Belgorodskoy oblasti* [Ecology of fungal diseases of oak and their role in the degradation of coppice oak groves in the Belgorod region]. *Dis. Cand. Sci. (Biol.)*. Voronezh: VGLU, 2006, 24 p.
- [11] Matveeva T.B. *Issledovanie estestvennogo vozobnovleniya dubovykh lesov Prigorodnogo lesnichestva Samarskogo leskhoza* [Study of natural regeneration of oak forests of the Suburban forestry of the Samara forestry enterprise]. *Samarskaya Luka*, 2008, v. 17, no. 4(26), pp. 893–901.
- [12] *Prikaz ot 31 marta 2004 goda № 309 «Ob itogakh gosudarstvennogo ucheta lesnogo fonda Rossiyskoy Federatsii i lesov, ne vkhodyashchikh v lesnoy fond, po sostoyaniyu na 1 yanvarya 2003 goda»* [Order of March 31, 2004 No. 309 «On the results of the state accounting of the forest fund of the Russian Federation and forests not included in the forest fund, as of January 1, 2003»]. Moscow: MPR, 2004, 5 p.
- [13] Kharchenko N.A., Kharchenko N.N. *K voprosu o estestvennom vozobnovlenii duba chereschatogo pod pologom materinskogo drevostoya* [On the issue of natural regeneration of common oak under the canopy of the parent tree stand]. *Lesotekhnicheskii zhurnal* [Forestry J.], 2013, no. 4(12), pp. 42–53.
- [14] Gorlenko M.V. *Muchnistorosyanye griby Moskovskoy oblasti (semeystvo Erysiphaceae)* [Powdery mildew fungi of the Moscow region (family Erysiphaceae)]. Moscow: Lomonosov Moscow State University, 1983, 70 p.
- [15] Hewitt H.G. The effect of infection by *Microsphaera alphitoides* (Griffon et Maublanc) upon physiology and growth of *Quercus robur* L. *Doct. Thesis*, Univ. of Lancaster, 1976.
- [16] Vlasov A.A. *Muchnistaya rosa duba* [Powdery mildew of oak]. *Bolezni sosny i duba i bor'ba s nimi v pitomnikakh i kul'turakh* [Diseases of pine and oak and their control in nurseries and crops]. Moscow–Leningrad: Goslesbumizdat, 1955, pp. 43–100.
- [17] Voronin L.V. *Muchnistorosyanye griby Yaroslavskoy oblasti* [Powdery mildew fungi of the Yaroslavl region]. *Yaroslavskiy pedagogicheskii vestnik* [Yaroslavl pedagogical bulletin], 2011, no. 3, v. 31, pp. 67–70.
- [18] Churakov B.G., Aleeva L.R. *Struktura dubovykh nasazhdeniy i vozmozhnosti poroslevogo vozobnovleniya v dubravakh Srednego Povolzh'ya* [Structure of oak stands and possibilities of coppice renewal in oak groves of the Middle Volga region]. *Russian Forestry J.*, 2002, no. 1, pp. 24–31.
- [19] Glavas M. Hrastovi sastojima od pepelnice (*Microsphaera alphitoides* Griffon et Maubl.). *Croat. Jor. Forest/ Eng.*, 2011, no. 32, pp. 205–210.
- [20] Mańka K., *Fitopatologia leśna. Państwowe wydawnictwo rolnicze i leśne*, Warszawa, 1960, 330 p.
- [21] Mougou A., Dutech C., Desprez-Loustau M.-L. New insights into the identity and origin of the causal agent of oak powdery mildew in Europe. *Forest Pathology*, 2008, v. 38 (4), pp. 275–287. DOI:10.1111/j.1439-0329.2008.00544.x
- [22] Takamatsu S., Bolay A., Limkaisang S., Komu-un S., To-Anun Ch. Identity of a powdery mildew fungus occurring on *Paonia* and its relationship with *Erysiphe hypophylla* on oak. *Mycoscience*, 2006, v. 47, pp. 367–373.
- [23] Sucharzewska E. The development of *Erysiphe alphitoides* and *E. hypophylla* in the urban environment. *Acta Mycol.*, 2009, v. 44 (1), pp. 109–123.
- [24] Sałata B., Romaszewska-Sałata J., Mułenko W. Mikroskopowe grzyby fitopatogeniczne. *Przyroda Kotliny Zakopiańskiej. Poznanie, przemiany, zagrożenia i ochrona*, 1993, v. 2, pp. 183–207.
- [25] Blagoveshchenskaya E.Yu. *Izmenenie vidovogo sostava muchnistorosyanykh gribov Zvenigorodskoy biologicheskoy stantsii imeni S.I. Skadovskogo* [Changes in the species composition of powdery mildew fungi at the S. I. Skadovsky Zvenigorod Biological Station]. *Tr. Mordovskogo gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika im. P.G. Smidovicha* [Proceedings of the P. G. Smidovich Mordovian State Nature Reserve]. Saransk: Pushta, 2015, iss. 14, pp. 408–412.
- [26] Braun U., Cunnington J.H., Brielmaier-Liebetanz U., Ale-Agha N., Heluta V. Miscellaneous notes on some powdery mildew fungi // *Schlechtendalia*, 2003, v. 10, pp. 91–95.
- [27] Mougou-Hamdane A., Giresse X., Dutech C., Desprez-Loustau M.-L. Spatial distribution of lineages of oak powdery mildew fungi in France, using quick molecular detection methods. *Ann. For. Sci.*, 2010, v. 67, p. 212.
- [28] Vlasenko A.A. *Rost, sostoyanie, dolgovechnost' i vozobnovlenie duba chereschatogo v usloviyakh sukhoy stepi* [Growth, condition, longevity and renewal of common oak in dry steppe conditions: author's abstract]. *Diss. Cand. Sci. (Agric.)*. Pushkino: VNIILM, 2012, 22 p.
- [29] Kuz'michev E.P., Sokolova E.S., Mozolevskaya E.G. *Bolezni drevesnykh rasteniy. Spravochnik* [Diseases of woody plants. Handbook], v. 1. Moscow: VNIILM, 2004, 120 p.
- [30] Demeter L., Molnar A.P., Ollerer K., Csoka G., Ki A., Vadasz C., Horvath F., Molnar Z. Rethinking the natural regeneration failure of pedunculate oak: The pathogen mildew hypothesis. *Biological Conservation*, 2021, 253, pp. 1–9.
- [31] Gninenko Yu.I. *Perspektivy izmeneniya sostoyaniya dubrav pod vozdeystviem novykh oslablyayushchikh faktorov* [Prospects for changes in the state of oak groves under the influence of new weakening factors]. *Povyshenie ustoychivosti i produktivnosti dubrav. Opyt i perspektivy vyrashchivaniya nasazhdeniy listvennitsy v evropeyskoy chasti Rossii* [Increasing the stability and productivity of oak groves. Experience and prospects for growing larch plantations in the

- European part of Russia: collection of conference papers], Cheboksary, August 30–September 01, 2005. Cheboksary–Kazan: Kazan State University, 2005, pp. 154–155.
- [32] Kirilenko T.S. *Muchnistaya rosa duba i fiziologicheskie issledovaniya bol'nogo rasteniya* [Powdery mildew of oak and physiological studies of a diseased plant: author's abstract]. Diss. Cand. Sci. Biol. 06.01.11. Academy of Sciences of the Ukrainian SSR. Kyiv, 1955, 11 p.
- [33] Kuznetsova I.S. *Vliyanie muchnistoy rosy na sodержanie khlorofilla i otrazhatel'nyu sposobnost' list'ev duba chereschatogo* [Effect of powdery mildew on chlorophyll content and reflectivity of common oak leaves]. *Lesovedenie* [Forestry], 1988, no. 5, pp. 63–67.
- [34] Hajji Mostafa, Dreyer Erwin, Marçais Benoit. Impact of *Erysiphe alphitoides* on transpiration and photosynthesis in *Quercus robur* leaves // *European Journal of Plant Pathology*, 2009, v. 125 (1), pp. 63–72. 10.1007/s10658-009-9458-7
- [35] Yatchenko P.P., Borisova A.A. *Muchnistaya rosa na samoseve duba v drevostoyakh Lesnoy opytной dachi* [Powdery mildew on self-seeding oak in stands of the Forest Experimental Dacha]. *Lesokhozyaystvennaya informatsiya* [Forestry Information], 2015, no. 1, pp. 57–61.
- [36] Erusalimskiy V.I., Vlasenko A.A. *Estestvennoe semennoe vozobnovlenie pod pologom stepnykh lesnykh nasazhdeniy* [Natural seed regeneration under the canopy of steppe forest plantations]. *Lesnoe khozyaystvo* [Forestry], 2011, no. 5, pp. 309–311.
- [37] Taziev I.R., Mukhametshina A.R., Petrova G.A., Tazmeev N.M. *Effektivnost' primeneniya fungitsida «Azorro, KS» pri vyrashchivaniy seyantsev duba chereschatogo v usloviyakh otkrytogo i zakrytogo grunta* [Application efficiency of «Azorro, KS» fungicide in growing common oak seedlings in open and protected ground]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2023, vol. 27, no. 1, pp. 53–59. DOI: 10.18698/2542-1468-2023-1-53-59
- [38] Erusalimskiy V.I., Vlasenko A.A. *Dolgovechnost' semennogo (materinskogo) pokoleniya stepnykh dubrav* [Longevity of the seed (maternal) generation of steppe oak groves]. *Lesnoe khozyaystvo* [Forestry], 2012, no. 4, pp. 32–33.
- [39] Semenov V.P. Rossiya. *Polnoe geograficheskoe opisanie nashego otechestva. Nastol'naya i dorozhnaya kniga dlya russkikh lyudey. T. 1. Moskovskaya promyshlennaya oblast' i Verkhnee Povolzh'e* [Russia. Complete geographical description of our fatherland. Desk and travel book for Russian people. Vol. 1. Moscow industrial region and Upper Volga region]. St. Petersburg: Publ. A.F. Devrien, 1899, 456 p.
- [40] Gninenko Yu. I., Tsukanov Ya. V., Alpatskaya Yu. I. *Mayskiy khrushch — vreditel' lesa kak yavlenie v evropeyskoy kul'ture* [May beetle — a forest pest as a phenomenon in European culture]. *Fundamental'naya i prikladnaya nauka: sostoyanie i tendentsii razvitiya: sbornik statey XXXII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Fundamental and applied science: state and development trends: collection of articles from the XXXII International scientific and practical conference], July 12, 2023. Petrozavodsk: Novaya Nauka, 2023, pp. 271–285. DOI 10.46916/14072023-1-978-5-00215-056-4
- [41] Tarr S. *Osnovy patologii rasteniy* [Fundamentals of plant pathology]. Moscow: Mir, 1975, 587 p.
- [42] Vedernikov N.M., Fedorova N.S. *Rekomendatsii po tekhnologii integrirovannoy bor'by s boleznyami khvoynnykh porod v pitomnikakh* [Recommendations for the technology of integrated control of coniferous diseases in nurseries]. Moscow: Goskomles, 1981, 29 p.
- [43] Vedernikov N.M., Yakovlev V.G. *Zashchita khvoynnykh seyantsev ot bolezney* [Protection of coniferous seedlings from diseases]. Moscow: Lesnaya promyshlennost, 1972, 89 p.
- [44] *Rekomendatsii po zonal'nym sistemam zashchitnykh meropriyatiy v pitomnikakh* [Recommendations for zonal systems of protective measures in nurseries]. Pushkino, VNIILM, 1976, 542 p.
- [45] *Rekomendatsii po zonal'nym sistemam zashchitnykh meropriyatiy v pitomnikakh* [Methodical instructions for conducting industrial demonstration tests of means and methods for protecting grain crops from diseases]. Moscow: Zashchita i karantin rasteniy, 2004, 32 p.
- [46] Kvitko V.E., Shchuklina O.A., Alenicheva A.D., Klimenkova I.N., Voronchikhina I.N., Langaeva N.N., Voronchikhin V.V. *Vliyanie fungitsidnykh protraviteley na vykhod tovarnoy produktsii i morfobiometricheskie pokazateli tyul'panov pri rannevesenney vygonke* [The influence of fungicide seed treatment agents on the yield of commercial products and morphobiometric parameters of tulips during early spring forcing]. *AgroEcoInfo*, 2022, no. 6. DOI: <https://doi.org/10.51419/202126602>
- [47] Mekhdiiev I.T. *Izuchenie biologicheskoy effektivnosti fungitsidov protiv kornevoy gnili* [Study of the biological effectiveness of fungicides against root rot]. *Natsional'naya assotsiatsiya uchenykh (NAU)* [National Association of Scientists (NAU)], 2016, no. 4–2 (20), pp. 38–39.
- [48] Kekalo A.Yu., Zargaryan N.Yu., Filippov A.S., Nemchenko V.V. *Effektivnost' primeneniya fungitsidov dlya zashchity yarovoy pshenitsy ot kornevykh gniley* [Efficiency of using fungicides to protect spring wheat from root rot]. *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki* [Siberian Bulletin of Agricultural Science], 2019, no. 49 (3), pp. 24–30. doi. [org/10.26898/0370-8799-2019-3-3](https://doi.org/10.26898/0370-8799-2019-3-3)
- [49] *Metodicheskie ukazaniya po registratsionnym ispytaniyam fungitsidov v sel'skom khozyaystve* [Guidelines for registration tests of fungicides in agriculture]. Ed. V.I. Dolzhenko. St. Petersburg: VIZR, 2009, 379 p.

This work was completed as part of a state assignment for applied scientific research to the All-Russian Research Institute of Forest Management (VNIILM) on the topic «Improving measures to protect coniferous and deciduous planting stock from diseases for successful reforestation» of the state assignment «Conducting Applied Scientific Research» for 2022–2024.

Authors' information

Gninenko Yuriy Ivanovich — Cand. Sci. (Biology), Head of the Laboratory of Forest Protection from Invasive and Quarantine Organisms of the All-Russian Scientific Research Institute of Forestry and Mechanization of Forestry; Associate Professor of the Department of Land Management and Forestry of the Russian State Agrarian University – Ministry of Agriculture named after K.A. Timiryazev, yuivgnin-2021@mail.ru

Shakirova Adel' Damirovna — pg. of the Russian State Agrarian University – Timiryazev Agricultural Academy; Engineer of the Institution All-Russian Scientific Research Institute of Forestry and Mechanization of Forestry, adella-ela@yandex.ru

Received 16.10.2024.

Approved after review 26.02.2025.

Accepted for publication 07.10.2025.

Вклад авторов: все авторы в равной доле участвовали в написании статьи

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Authors' Contribution: All authors contributed equally to the writing of the article

The authors declare that there is no conflict of interest