

Научная статья  
УДК 632.952  
EDN QHIDFX  
DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2024.3.07

## Определение биологической эффективности фунгицидов для защиты дуба от мучнистой росы

**Юрий Иванович Гниненко<sup>1</sup>**  
кандидат биологических наук

**Дарья Владимировна Перелётова<sup>2</sup>**

**Адель Дамировна Шакирова<sup>3</sup>**

**Аннотация.** Рассмотрены проблемы определения биологической эффективности фунгицидов для защиты всходов дуба от мучнистой росы. Эта болезнь часто встречается в лесных питомниках при выращивании посадочного материала, а также в естественных лесах.

В арсенале средств защиты дуба в питомниках от мучнистой росы в настоящее время нет ни одного разрешённого пестицида. В связи с этим особую значимость получают испытания современных фунгицидов, предоставляющие возможность на легитимных условиях применять средства защиты. При проведении таких испытаний очень важно как можно более объективно оценить биологическую эффективность этих пестицидов. С этой целью предложено несколько формул для оценки защитного действия фунгицидов и проверена возможность их применения.

**Ключевые слова:** мучнистая роса дуба, фунгициды, биологическая эффективность, меры защиты.

**Для цитирования:** Гниненко Ю.И., Перелётова Д.В., Шакирова А.Д. Определение биологической эффективности фунгицидов для защиты дуба от мучнистой росы. – Текст : электронный // Лесохозяйственная информация. 2024. № 3. С. 94–101. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2024.3.07. <https://elibrary.ru/qhidfx>.

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, заведующий лабораторией защиты леса от инвазивных и карантинных организмов (Пушкино, Московская область, Российская Федерация); Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, доцент (Москва, Российская Федерация), yuivgnin-2021@mail.ru

<sup>2</sup> ООО «Щёлково Агрохим», начальник сектора регистрационных испытаний (г. Щёлково, Московская область, Российская Федерация), pereletova.d@betaren.ru

<sup>3</sup> Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, аспирант (Москва, Российская Федерация), adella-ela@yandex.ru

Original article

EDN QHIDFX

DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2024.3.07

## Determination of the Biological Effectiveness of Fungicides to Protect Oak from Powdery Mildew

**Yuri I. Gninenko**<sup>1</sup>

*Candidate of Biological Sciences*

**Daria V. Pereletova**<sup>2</sup>

**Adele D. Shakirova**<sup>3</sup>

**Annotation.** The article discusses the issues of determining the biological effectiveness of fungicides to protect oak seedlings from powdery mildew. This disease is of great importance in nurseries when growing planting material, as well as in natural forests.

Currently, there is not a single approved pesticide in the arsenal of oak protection products in nurseries from powdery mildew. Therefore, it is important to test modern fungicides in order to be able to use protective equipment on legitimate terms. When conducting such tests, it is important to evaluate the effectiveness of these pesticides as objectively as possible. In order to evaluate the results as objectively as possible, the possibility of using some formulas for this has been tested. The comparisons made it possible to choose one of the formulas that most objectively assesses the effects of the fungicide.

**Key words:** powdery oak mildew, fungicides, biological efficacy, protective measures.

**For citation:** Gninenko Yu., Pereletova D., Shakirova A. Determination of the Biological Effectiveness of Fungicides to Protect Oak from Powdery Mildew. – Text : electronic // Forestry Information. 2024. № 3. P. 94–101. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2024.3.07. <https://elibrary.ru/qhidfx>.

<sup>1</sup> Russian Scientific Research Institute of Silviculture and Mechanisation of Forestry, Head of the Laboratory for the Protection of Forests from invasive and Quarantine organisms (Pushkino, Moscow region, Russian Federation); Russian State Agrarian University – K.A. Timiryazev Agricultural Academy, Associate Professor (Moscow, Russian Federation), [yuiivgnin-2021@mail.ru](mailto:yuiivgnin-2021@mail.ru)

<sup>2</sup> OOO Shchelkovo Agrochem, Head of the Registration Testing Sector (Shchelkovo, Moscow region, Russian Federation), [pereletova.d@betaren.ru](mailto:pereletova.d@betaren.ru)

<sup>3</sup> Russian State Agrarian University – K.A. Timiryazev Agricultural Academy, postgraduate student (Moscow, Russian Federation), [adella-ela@yandex.ru](mailto:adella-ela@yandex.ru)

## Введение

Арсенал средств, которые можно применять для защиты растений в лесных питомниках, в настоящее время крайне ограничен [1]. Более того, не существует ни одного препарата, разрешённого к применению для защиты дуба от мучнистой росы в лесных питомниках. Для использования в личных хозяйствах допускается к применению только один препарат – Ракурс, СК. Таким образом, в настоящее время нельзя легитимно провести защиту дуба от мучнистой росы, а это значит, что невозможно получить здоровый посадочный материал.

В результате при создании лесных культур могут использоваться сеянцы и саженцы дуба, заражённые этой болезнью, что сказывается на приживаемости и дальнейшем росте искусственных насаждений. Но инновационный дискурс развития лесного хозяйства предопределяет необходимость использования современных подходов и методик во всех направлениях лесного дела [2].

Одним из препятствий для появления на рынке препаратов для защиты дуба от мучнистой росы является отсутствие общепринятой методики учёта поражения растений этой болезнью, а следовательно, отсутствие возможности объективно оценить эффективность того или иного фунгицида.

В последнее время стали появляться результаты новых испытаний фунгицидов на посевах дуба. Однако, как правило, описание применённых методик отсутствует [3] или они не раскрыты с достаточной полнотой [4].

Цель исследования – разработка методик учёта биологической эффективности фунгицидов при их применении против мучнистой росы на посевах дуба в лесных питомниках.

## Материалы и методика исследований

Методология определения биологической эффективности пестицидов хорошо

разработана для инсектицидов [5–8]. Однако большинство применяемых при этом формул нельзя использовать для учёта последствий проведённых мероприятий по защите растений от болезней. Основная причина этого заключается в том, что инсектициды вызывают гибель личинок фитофагов и после обработки их число на деревьях уменьшается. Но при защите дуба от мучнистой росы (так же, как и хвойных видов от болезней типа шютте) погибшие от болезней еще до начала проведения защитных обработок листья или хвоинки остаются на растениях и после мер защиты, так как удалить их перед опрыскиванием невозможно. Поэтому при оценке состояния растений приходится учитывать, что после опрыскивания доля поражённых листьев может увеличиться и почти никогда не бывает ниже, чем перед началом проведения мер защиты.

Эти и другие особенности развития болезней растений требуют разработки специальной технологии для определения биологической эффективности применённых фунгицидов для разных возбудителей.

Анализируя методы учёта последствий защитных обработок от мучнистой росы дуба, мы полагаем, что уровень биологической эффективности можно определить несколькими способами:

- ✓ по изменению средней категории состояния растений;
- ✓ по увеличению доли погибших растений в эксперименте и в контроле;
- ✓ по разнице доли погибших растений в контроле и на обработанном участке;
- ✓ по выходу стандартного посадочного материала.

1. Для определения биологической эффективности фунгицидов по изменению средней категории состояния растений предлагаем использовать формулу (1). При этом надо иметь в виду, что учёт состояния растений и в опыте, и в контроле следует проводить не ранее чем через 15 сут и не позднее чем через 25 сут после проведения защитной обработки.

$$\Theta = 100 \times \left( \frac{K_{\text{пк}} - K_{\text{дк}}}{K_{\text{пк}}} - \frac{K_{\text{по}} - K_{\text{до}}}{K_{\text{по}}} \right), \quad (1)$$

где:

$\Theta$  – биологическая эффективность применённого фунгицида, %;

$K_{\text{дк}}$  – средняя категория состояния растений до применения фунгицида в контроле;

$K_{\text{пк}}$  – средняя категория состояния растений после применения фунгицида в контроле;

$K_{\text{до}}$  – средняя категория состояния растений до применения фунгицида в опыте;

$K_{\text{по}}$  – средняя категория состояния растений после применения фунгицида в опыте.

Среднюю категорию состояния растений определяем по формуле (2):

$$K = \frac{\sum(n \times k)}{N}, \quad (2)$$

где:

$K$  – средняя категория состояния растений на участке;

$N$  – общее число учтённых растений;

$\sum(n \times k)$  – сумма произведений числа растений каждой категории состояния ( $n$ ) на номер категории состояния ( $k$ ).

2. Эффективность препарата по такому показателю, как увеличение доли погибших растений в опыте и в контроле (в процентах), определяется по формуле (3). Учёт результатов следует проводить в те же сроки, что указаны в пункте 1.

$$\Theta = 100 \times \left( \frac{K_{\text{ук}} - K_{\text{yo}}}{K_{\text{ук}}} \right), \quad (3)$$

где:

$\Theta$  – биологическая эффективность применённого фунгицида, %;

$K_{\text{ук}}$  – показатель увеличения доли погибших растений в контроле, раз;

$K_{\text{yo}}$  – показатель увеличения доли погибших растений в опыте, раз.

3. Часто бывает важно установить эффективность мер защиты не на момент завершения действия препарата (15–20 сут), а в конце

вегетационного периода, чтобы иметь наглядные итоговые результаты. Для подобной оценки эффективности фунгицида, использованного для защиты от мучнистой росы, по изменению доли погибших растений в контроле и на обработанном участке в конце вегетации, применяем формулу (4):

$$\Theta = (D_{\text{кк}} - D_{\text{нк}}) - (D_{\text{юо}} - D_{\text{но}}), \quad (4)$$

где:

$\Theta$  – биологическая эффективность применённого фунгицида, %;

$D_{\text{кк}}$  – доля погибших всходов (сеянцев) дуба в контроле в конце вегетационного периода, %;

$D_{\text{нк}}$  – доля погибших всходов (сеянцев) дуба в контроле в начале вегетационного периода, %.

$D_{\text{юо}}$  – доля погибших всходов (сеянцев) дуба в эксперименте в конце вегетационного периода, %;

$D_{\text{но}}$  – доля погибших всходов (сеянцев) дуба в эксперименте в начале вегетационного периода, %.

4. Ещё одним методом расчета эффективности мер защиты является определение выхода стандартного посадочного материала с единицы площади. Этот метод интегрирует в себе результаты всего труда по выращиванию сеянцев и включает также эффективность проведённых мер защиты, поэтому он в строгом смысле не является методом оценки влияния мер защиты на развитие мучнистой росы, но даёт возможность оценить итоговый результат работ в питомнике. Для определения эффективности этого метода предлагаем использовать формулу (5):

$$Q = 100 \times \left( \frac{n}{N} \right), \quad (5)$$

где:

$Q$  – эффективность выращивания посадочного материала;

$N$  – общее число сеянцев дуба на учетной единице площади;

$n$  – число стандартных сеянцев дуба на учетной единице площади.

Для максимально объективной оценки состояния растений мы предлагаем использовать

трёхбалльную шкалу (табл. 1), а не шкалы, построенные на основе степени поражения листовой пластинки, определенной визуально.

Эта шкала минимизирует неточности и особенности индивидуального восприятия пораженности конкретным исследователем. Её использование позволяет достаточно объективно оценить действие фунгицида.

## Результаты и обсуждение

Анализ содержания Государственного каталога пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к применению на территории Российской Федерации, показывает, что в 2022 г. для защиты древесных и кустарниковых пород от болезней было разрешено применять 3 фунгицида с тремя разными действующими веществами, в 2024 г. – только 2 препарата, т.е. ситуация ухудшается (табл. 2).

К настоящему времени в лесных питомниках фактически разрешено применять только фунгициды Медея МЕ (для защиты от обыкновенного и снежного шютте) и Абига Пик, ВС (для защиты от ржавчинных грибов). Препарат Ракурс, СК допускается к применению только в личных подсобных хозяйствах.

Таким образом, если ассортимент средств защиты растений, разрешённых к применению, в течение двух лет увеличился, то число препаратов для лесных питомников за это время сократилось.

Причин такой скудости арсенала средств защиты несколько, но одной из них является отсутствие общепринятых объективных методик учёта результатов проведённых мер защиты. Предлагаемые нами формулы для установления биологической эффективности фунгицидов позволят восполнить этот пробел. Предлагаемую систему учёта биологической эффективности необходимо опробовать на практике и по результатам опыта разработать единую систему оценки эффективности фунгицидов для защиты дуба от мучнистой росы, а также других древесных пород от характерных для них болезней.

Рассмотрим в качестве примера использования предлагаемых формул некий гипотетический случай в N-м питомнике, где было проведено опрыскивание посевов дуба и обследование их состояния до экспериментальных защитных обработок и после их проведения (в конце вегетационного периода) (табл. 3).

Чтобы использовать для расчета биологической эффективности формулу (1), необходимо сначала по формуле (2) определить средние категории состояния растений в эксперименте

**Таблица 1. Трёхбалльная шкала состояния сеянцев дуба, поражённых мучнистой росой**

| Категории состояния |                    | Описание состояния растений   |
|---------------------|--------------------|---|
| Номер категории     | Название категории |   |
| 1                   | Здоровое           | Признаки поражения листы мучнистой росой отсутствуют  |
| 2                   | Поражённое         | На листе имеются признаки поражения патогеном в виде белого налёта грибницы любой интенсивности и некротические пятна; возможно развитие восстановленной листы, ещё не поражённой патогеном |
| 3                   | Погибшее           | Растение погибло, все листья бурые, верхняя почка погибла   |

**Таблица 2. Доля разрешённых к применению фунгицидов для защиты древесных пород от болезней**

| Год  | Общее число фунгицидов, разрешённых к применению для защиты растений |                      | Доля фунгицидов, разрешённых к применению с целью защиты лесных пород, % |                      |
|------|--|----------------------|--|----------------------|
|      | Препараты  | Действующие вещества | Препараты  | Действующие вещества |
| 2022 | 524  | 263                  | 0,57   | 1,14                 |
| 2024 | 572  | 285                  | 0,35   | 1,05                 |

**Таблица 3.** Результаты испытаний нового фунгицида на всходах дуба в 2022 г.

| Дата учёта  | Всего учтено всходов | Состояние всходов в конце вегетационного периода |            |          | Доля погибших, % | Выявленные изменения состояния     |
|---|----------------------|--|------------|----------|------------------|------------------------------------|
|   |                      | здоровые   | поражённые | погибшие |                  |                                    |
| <b>Экспериментальная обработка методом опрыскивания</b> |                      |  |            |          |                  |                                    |
| 06.07   | 253                  | 38   | 195        | 20       | 7,9              | Доля погибших возросла в 6,3 раза  |
| 25.08   | 350                  | 4  | 173        | 173      | 49,4             |                                    |
| <b>Контроль (без опрыскивания)</b>                      |                      |  |            |          |                  |                                    |
| 06.07   | 209                  | 12   | 192        | 5        | 2,4              | Доля погибших возросла в 26,4 раза |
| 25.08   | 232                  | 0  | 85         | 147      | 63,4             |                                    |

и контроле. В соответствии с данными табл. 4 расчётная биологическая эффективность (формула 1) составляет 3,0%.

Использование полученных данных, как в приведённом нами примере, не очень наглядно демонстрирует возможность использования формулы (1). Чтобы показать её объективность, предположим, что до начала применения фунгицида и в контроле, и в опыте состояние растений было одинаковым (средняя категория состояния 1,5). В результате проведенного защитного опрыскивания в опыте состояние растений ухудшилось лишь незначительно (средняя категория состояния стала 1,6), а в контроле болезнь развивалась очень интенсивно и все растения погибли (средняя категория

стала 3,0). Тогда биологическая эффективность препарата, рассчитанная по формуле (1), окажется равной 44%.

При расчете биологической эффективности по такому показателю, как увеличение доли погибших от мучнистой росы растений в эксперименте и в контроле, рекомендуем использовать формулу (3). Следует подчеркнуть, что практически всегда после применения фунгицида доля погибших от болезни растений или останется неизменной, или немного возрастёт, но существенно меньше по сравнению с контролем (табл. 5).

Рассчитанная по формуле (4) биологическая эффективность приведена в табл. 6.

При расчете оценки состояния сеянцев дуба по формуле (5) определено, что общее число

**Таблица 4.** Биологическая эффективность испытуемого препарата при использовании формулы (1)

| Вариант опыта  | Средняя категория состояния | Эффективность, % |
|--|-----------------------------|------------------|
| Опрыскивание:<br>до обработки<br>после обработки                   | 1,93                        | 3,0              |
|  | 2,48                        |                  |
| Контроль:<br>до применения фунгицида<br>после применения фунгицида | 1,97                        | -                |
|  | 2,63                        |                  |

**Таблица 5.** Биологическая эффективность испытуемого препарата при использовании формулы (3)

| Вариант      | Увеличение доли погибших растений за учётный период | Биологическая эффективность, % |
|--------------|---|--------------------------------|
| Опрыскивание | в 6,3 раза  | 76,14                          |
| Контроль     | в 26,4 раза   | -                              |

**Таблица 6. Биологическая эффективность испытуемого препарата при использовании формулы (4)**

| Вариант      | Разница доли погибших растений до обработки и в конце вегетации, % | Биологическая эффективность, % |
|--------------|--|--------------------------------|
| Опрыскивание | 41,5   | 19,45                          |
| Контроль     | 61,0   | -                              |

сеянцев дуба в среднем на 1 пог. м посевной строки в питомнике составляло  $69,0 \pm 0,7$  экз., в том числе количество стандартных сеянцев на 1 пог. м –  $52,4 \pm 0,5$  экз.

По формуле (5) получаем:

$$Q = 100 \times \left( \frac{52}{69} \right) = 75,3\%.$$

В результате проведённых нами расчётов наиболее близкие результаты получены при использовании формул (3) и (5).

## Выводы

Таким образом, все рассмотренные нами формулы по оценке биологической эффективности фунгицидов для защиты сеянцев дуба от мучнистой росы показали разные результаты. В этом случае только применение данных формул на практике (в полевых условиях) покажет, какая из них должна стать основой для оценки действия того или иного препарата.

## Список источников

1. Гниненко, Ю.И. Чем защищать лесные питомники / Ю.И. Гниненко // Защита и карантин растений. – 2008. – № 2. – С. 10.
2. Мартынюк, А.А. Инновационному развитию нет альтернативы. – Текст : электронный / А.А. Мартынюк, С.А. Родин, О.В. Рябцев // Лесохозяйственная информация. – 2019. – № 3. – С. 7–20. DOI: 10.24419/LHI.2304-3083.2019.3.01. – Режим доступа: URL: <http://lhi.vniilm.ru/> <http://dx.doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2019.3.01>.
3. Эффективность применения фунгицида «Азорро, КС» при выращивании семян дуба черешчатого в условиях открытого и закрытого грунта / И.Р. Тазиев, А.Р. Мухамедшина, Г.А. Петрова, И.М. Тазмеев // Лесной вестник. – 2023. – Т. 27. – № 1. – С. 53–59. DOI: 10.18698/2542-1468-2023-1-53-59.
4. Ширнина, Л.В. Опыт применения биопрепарата Бактофит в борьбе с мучнистой росой дуба черешчатого / Л.В. Ширнина, А.Л. Мусиевский, Ю.И. Гниненко // Информационный бюллетень Совета ботанических садов. – 2020. – Вып. 14 (37). – С. – 35–38.
5. ОСТ 56-43–80. Метод определения эффективности применения бактериальных препаратов против гусениц соснового шелкопряда. – Москва, 1980. – 12 с.
6. ОСТ 56-105–98. Авиационная борьба с вредителями леса. Критерии качества и оценка. – Москва, 1998. – 9 с.
7. Гниненко, Ю.И. Оценка эффективности применения инсектицидов для защиты леса / Ю.И. Гниненко, Ю.А. Сергеева. – Пушкино : ВНИИЛМ, 2015. – 40 с.
8. Abbott, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide / W.S. Abbott // J. Econ. Entomol. – 1925. – V. 18. – P. 265–267.

## References

1. Gninenko, Yu.I. Chem zashchishchat' lesnye pitomniki / Yu.I. Gninenko // Zashchita i karantin rastenij. – 2008. – № 2. – S.10.
2. Martynyuk, A.A. Innovacionnomu razvitiyu net al'ternativy. – Tekst : elektronnyj / A.A. Martynyuk, S.A. Rodin, O.V. Ryabcev // Lesohozyajstvennaya informaciya. – 2019. – № 3. – S. 7–20. DOI: 10.24419/LHI.2304-3083.2019.3.01. – Rezhim dostupa: URL: <http://lhi.vniilm.ru/> <http://dx.doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2019.3.01>.
3. Effektivnost' primeneniya fungicida «Azorro, KS» pri vyrashchivanii seyancev duba chereshchatogo v usloviyah otkrytogo i zakrytogo grunta / I.R. Taziev, A.R. Muhamedshina, G.A. Petrova, I.M. Tazmeev // Lesnoj vestnik. – 2023. – T. 27. – № 1. – S. 53–59. DOI: 10.18698/2542-1468-2023-1-53-59.
4. Shirnina, L.V. Opyt primeneniya biopreparata Baktofit v bor'be s muchnistoj rosoj duba chereshchatogo / L.V. Shirnina, A.L. Musievskij, Yu.I. Gninenko // Informacionnyj byulleten' Soveta botanicheskikh sadov. – 2020. – Vyp. 14 (37). – S. 35–38.
5. OST 56-43–80. Metod opredeleniya effektivnosti primeneniya bakterial'nyh preparatov protiv gusenicy sosnovogo shelkopryada. – Moskva, 1980. – 12 s.
6. OST 56-105–98. Aviacionnaya bor'ba s vreditel'nyimi lesa. Kriterii kachestva i ocenka. – Moskva, 1998. – 9 s.
7. Gninenko, Yu.I. Ocenka effektivnosti primeneniya insekticidov dlya zashchity lesa / Yu.I. Gninenko, Yu.A. Sergeeva. – Pushkino : VNIILM, 2015. – 40 s.
8. Abbott, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide / W.S. Abbott // J. Econ. Entomol. – 1925. – V. 18. – P. 265–267.