

DOI: 10.34220/BSNAPC2022\_160-166

УДК 630\*165+630.4

СЕЛЕКЦИЯ ЛЕСНЫХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ НА УСТОЙЧИВОСТЬ  
К МИКОЗАМ КАК СПОСОБ ЗАЩИТЫ  
BREEDING OF FOREST WOODY PLANTS FOR RESISTANCE TO MYCOSES  
AS A WAY OF PROTECTION

**Ширнина Л.В.**, ведущий научный сотрудник **Shirnina L.V.**, Leading Researcher, All-Russian  
ФГБУ «Всероссийский НИИ лесной Research Institute of Forest Genetics, Breeding and  
генетики, селекции и биотехнологии», Biotechnology, Russian Federation, Voronezh  
Россия, Воронеж

**Аннотация:** Представлен краткий анализ истории и особенностей развития исследований в области селекции лесных деревьев на устойчивость растений к грибным инфекциям – одного из наиболее перспективных и экологически безопасных направлений в решении проблемы защиты лесных пород от болезней. Ущерб от поражения грибными болезнями (микозами) может достигать огромных размеров при эпифитотийном распространении наиболее вредоносных патогенных грибов. Об этом свидетельствуют литературные данные и результаты личных исследований автора. Приведены примеры потерь лесной продукции, экономического ущерба, гибели отдельных видов и насаждений. Показана важность, сложность и возможности выделения устойчивых видов в родовых комплексах лесных древесных растений, форм внутри видов и сортов. Подобные материалы необходимы для создания устойчивых насаждений путем вегетативного и микроклонального размножения лучших биотипов, а также проведения синтетической селекции методами гибридизации с целью получения устойчивых форм-гибридов. Указывается возможность разработки критериев и методов оценки устойчивости древесных растений к грибным заболеваниям в ходе многолетнего мониторинга патосистем. Эти показатели в каждой патосистеме определяются динамикой развития болезни в ходе онтогенетического развития древесных растений.

**Ключевые слова:** лесные древесные растения, селекция на устойчивость к микозам, мониторинг патосистем, критерии оценки и отбора

**Summary:** A brief analysis of the history and features of the development of research in the field of forest tree breeding for plant resistance to fungal infections, one of the most promising and environmentally friendly areas in solving the problem of protecting forest species from diseases, is presented. The damage caused by fungal diseases (mycoses) can reach enormous proportions during the epiphytotic spread of the most harmful pathogenic fungi. This is evidenced by the literature data and the results of the author's personal research. Examples of loss of forest products, economic damage, death of individual species and plantations are given. The importance, complexity and possibilities of identifying resistant species in the generic complexes of forest woody plants, forms

within species and varieties are shown. Such materials are necessary for the creation of sustainable plantations through vegetative and microclonal propagation of the best biotypes, as well as for synthetic breeding by hybridization methods in order to obtain stable hybrid forms. The possibility of developing criteria and methods for assessing the resistance of woody plants to fungal diseases in the course of long-term monitoring of pathosystems is indicated. These indicators in each pathosystem are determined by the dynamics of the development of the disease in the course of the ontogenetic development of woody plants.

**Keywords:** forest woody plants, breeding for resistance to mycoses, monitoring of pathosystems, evaluation and selection criteria

### **Введение.**

Общеизвестен факт больших потерь лесной продукции от грибных болезней - микозов [9, 11, 13, 16, 19, 24]. Например, в северной Америке от эндотиевого рака погибли почти все виды каштана. Эта же болезнь стала причиной снижения урожая плодов каштана посевного – важной составляющей пищевого рациона населения Франции. Интенсивное распространение ржавчины кофе стало причиной резкого сокращения площади плантаций этой ценной культуры в Бразилии и гибели кофейных деревьев в Юго-восточной Азии. Под угрозой исчезновения оказались генетические ресурсы видов ильма в Европе. Огромный экономический ущерб нанесла пузырчатая ржавчина культурам и естественным насаждениям сосны веймутовой, одной из важных лесообразующих пород в США. Урожай ореха грецкого, одной из ценнейших пищевых культур, в южных регионах при поражении антракнозом снижается на 30-60%. На территории РФ в 2020 году лесные насаждения погибли от болезней на площади более 4-х тыс.га.

Одним из общепризнанных и перспективных направлений в деле защиты древесных растений от болезней считается селекция на их повышенную и стабильную устойчивость к патогенным грибам. Базой для становления и развития лесной селекции на устойчивость к болезням является широкий опыт селекции сельскохозяйственных культур. Теоретические основы, методические подходы и практический опыт с селекционеров и фитопатологов, работавших и работающих с сельскохозяйственными культурами положен в основу исследований лесных фитопатологов. Начало закладки научных основ лесной селекции положено в Западной Европе и датируется концом XIX – началом XX века. В то время как во Франции из предварительно отобранного материала были заложены первые плантации сосны обыкновенной [20], в России вопрос о возможности и последствиях искусственного отбора на устойчивость в лесах только начали обсуждать [10,18].

Поскольку поражение патогенными грибами оказывает заметное влияние на общее состояние и продуктивность лесных древесных растений, отбор на устойчивость стал обязательным разделом общей селекции. Стало очевидным, что путем направленного отбора можно достигнуть существенного улучшения древесных пород. В 30-е годы XX века российские ученые в рамках зарождающейся лесной селекции начали изучать формовое разнообразие основных лесообразующих пород и некоторых быстрорастущих интродуцентов. Одновременно регистрировали внутривидовые различия по индивидуальной устойчивости к патогенам. На первом этапе подобный отбор был безусловно ценным.

Однако вопрос о возможности наследования этого ценного и необходимого признака в потомстве отобранных деревьев не изучался.

Последовательное накопление материалов о существовании биотипов, отличающихся высокой сопротивляемостью к микозам, привело к убеждению, что необходима разработка специальных методов селекции древесных растений устойчивостью [1,8]. Практических шагов в данном направлении было сделано очень мало. В те же временные сроки Н.И. Вавилов [2] впервые сформулировал законы естественного иммунитета, которые являются для селекционеров «ключом» к нахождению иммунных и устойчивых сельскохозяйственных растений. Положения, открытые Н.И. Вавиловым, имеют фундаментальное значение и в настоящее время. Автор акцентировал внимание на сложность природы «растительного иммунитета» к инфекционным болезням, на многогранность взаимоотношений растений-хозяев и патогенных организмов, с учетом различий в уровне развития инфекции по годам наблюдений. Кроме того, было показано, что существует индивидуальная реакция растений-хозяев на внедрение специализированных паразитных организмов, а также наличие структурного (пассивного) и физиологического (активного) иммунитета. Эти принципиальные позиции теории Н.И. Вавилова определили необходимость систематического, длительного изучения различий в восприимчивости растений к патогенам, то есть фитопатологического мониторинга, а также дифференциации селекционного материала на всех этапах выведения сортов или форм на искусственном инфекционном фоне.

**Цель исследования** – изучить возможности селекции на первом этапе отбора на устойчивость лесных древесных растений к грибным инфекционным болезням и установить методы, критерии и порядок отбора в различных патосистемах.

#### **Материал и методы исследования.**

Материалом послужили: результаты многолетнего фитопатологического мониторинга развития грибных болезней в нескольких патосистемах – «дуб черешчатый – мучнистая роса», «орех грецкий – антракноз», «липа мелколистная – глеоспориоз», «сосна веймутова – пузырчатая ржавчина», а также литературная отечественная и зарубежная информация по теме исследований.

Основные методы исследований – визуальная оценка степени поражения растений по общепринятым шкалам [14], с нашей модификацией [16], расчеты степени развития (в баллах) и распространении (в долях, %) инфекции в насаждениях различного происхождения и возраста, в опытных посевах семей от контрастных по степени устойчивости деревьев.

#### **Результаты исследования и их обсуждение.**

В России лесная селекция сформировалась как особое научное направление лишь к 1948 г. [16]. Основной ее задачей был отбор на быстроту роста и общую продуктивность. На втором месте по значимости считался отбор форм устойчивых к болезням, важность которого подчеркивали еще А.Д. Букштынов [4] и С.З. Курдиани [8]. Тем не менее, вопросы селекции на устойчивость затрагивались очень редко, хотя и признавались перспективными [3, 17].

В естественных лесных насаждениях патосистемы развиваются в соответствии с объективными законами взаимодействия патогена и растения-хозяина. В искусственных насаждениях, созданных и регулируемых человеком, патосистемы нестабильны и требуют разработки, в каждом конкретном случае, биологически обоснованных методов оздоровления культур на селекционно-генетической основе.

Высокая степень пораженности ценной породы и вредоносность грибной болезни вызывает необходимость поиска путей повышения устойчивости растений и снижения ущерба от патогенов. Успех решения этих проблем зависит от полноты и точности всестороннего изучения факторов, влияющих на взаимоотношения компонентов патосистем и выявления признаков, отражающих эти связи [5]. К 80-м годам XX века в СССР, а также за рубежом, было предложено несколько теорий иммунитета растений, однако они не охватывали весь спектр этого явления. Обобщением теоретических изысканий стала система защитных механизмов сельскохозяйственных растений, созданная Э.Э. Гешеле [6], в которой автор подробно изложил и обосновал биоэкологические особенности и механизмы взаимодействия растений-хозяев и патогенов, что позволило оптимизировать оценку селекционного материала. Положения этой системы легли в основу оценки лесных древесных растений на устойчивость к микозам.

Мнения об эффективности методов оценки на признак устойчивости были неоднозначными. Дж. В. Райт [12] утверждал, что отбор по прямому признаку (по степени поражения) имеет явные преимущества и дает 25% улучшения качества древесного растения, по сравнению с оценками по признакам, косвенно влияющим на степень восприимчивости к микозам, например, физиолого-биохимическим, анатомическим и биофизическим [7, 15, 23]. Тем не менее, многочисленные, разносторонние и длительные исследования подобных показателей продолжались. И это направление позволило существенно расширить понятия о механизмах пассивной и активной защиты растений-хозяев в ответ на внедрение патогенного организма [7, 14, 20-22].

Кардинальные перемены в интерпретации взаимоотношений хозяина и патогена произошли благодаря появлению капитальной работы Я.Е. Вандерпланка [5], который показал, что установить тип устойчивости растения возможно только при условии тщательного изучения особенностей взаимодействия хозяина и возбудителя болезни в системе "хозяин-патоген".

Длительный мониторинг развития патосистем в лесных насаждениях (более 30 лет непрерывных наблюдений на одних и тех же объектах) дал возможность расширить наши представления о характере развития патологических процессов, их большом разнообразии и особенностях, определяющих соответствующие подходы к решению вопросов селекции на устойчивость [16]. Определяющую роль в оценке степени устойчивости видов и внутривидовых форм играет динамика общего развития инфекционных процессов в насаждениях во времени, а также характер развития болезней в каждой патосистеме.

В зависимости от полученных данных определяется подход к порядку выявления устойчивых видов и отдельных особей внутри видов. Например, отбор на устойчивость дуба к мучнистой росе, ореха грецкого к антракнозу и белых сосен к пузырчатой ржавчине можно вести с первых лет развития растений, поскольку эти виды поражаются в течение

всей жизни дерева. Однако для дуба отбор на устойчивость эффективен только в родовом комплексе *Quercus L.*, в то время как для ореха рода *Juglans L.* и пятихвойных сосен отбор возможен как на межвидовом уровне (с большой эффективностью), так и на внутривидовом, с большей (сосна веймутова) или меньшей (орех грецкий) результативностью. В частности среди 3,5 тыс. деревьев ореха грецкого стабильно устойчивыми к антракнозу оказались всего 1,5% деревьев, степень поражения которых на протяжении 8 лет наблюдений оставалась на уровне порога вредоносности болезни. Стоит обратить внимание и не упустить из виду феномен сочетания быстроты роста сеянцев и их устойчивости к болезни. Среди многочисленного потомства устойчивых и восприимчивых биотипов ореха грецкого обнаружены такие сеянцы, которые в дальнейшем, на протяжении 10 лет наблюдений сохраняли этот ценный селективный признак.

Выявленные ритмы развития инфекции в течение сезонов вегетации растений и закономерности их развития в широком временном диапазоне по мере стадийного развития древесных видов, позволили предложить принципиальные положения для выбора критериев и методов оценки и отбора на устойчивость лесных древесных растений, а также для разработки способов защиты насаждений от микозов [16]. Сложность выбора критериев оценки устойчивости растений к болезням подтверждается мнением Н.И. Вавилова: " в отдельных случаях причины иммунитета могут быть определено связаны с отдельными факторами..., но в целом, по мере накопления знания, его природа становится более сложной и рассматривается как результат взаимодействия многих слагаемых" [2, стр. 331].

Важное значение имеет высказывание Дж. Райта [12], который считал, что для получения корректного результата при решении селекционных программ необходима преемственность в работе нескольких поколений исследователей. Это тем более справедливо, что достижения, которые были успешными на первом этапе исследований, могут утратить свое значение из-за изменений растений в онтогенезе и вариативности условий окружающей среды.

Детальное изучение биологии и экологии компонентов каждой патосистемы позволяет также решать проблемы разработки адекватных способов оперативной защиты от болезней, с учетом сроков и уровня развития инфекционного процесса.

### **Заключение.**

Многолетний мониторинг развития патосистем в насаждениях лесных древесных растений позволяет познать особенности взаимодействия растения и его патогенного консумента. На основе полученных данных можно разработать соответствующие критерии и методы, позволяющие вести отбор на ценный селективный признак – устойчивость в микозам – на всех этапах селекционного процесса с высокой результативностью.

### **Список литературы**

1. Анкудинов А. М. Сердцевинная гниль осины и меры борьбы с ней [Текст] / А.М. Анкудинов // Тр.ВНИИЛХ. – Пушкино, Моск.обл., 1939. – Вып. 7. – С. 41-46.
2. Вавилов Н. И. Иммуитет растений к инфекционным заболеваниям [Текст] / Н.И. Вавилов. – М.: Наука, 1986. – 520 с.
3. Бондарцев А.С. Трутовые грибы европейской части СССР и Кавказа [Текст] / А.С.Бондарцев. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1953. – 106 с.

4. Букштынов А.Д. Предисловие к вып. II трудов Московского НИИЛХ [Текст] / А.Д. Букштынов. – М.: Гослестехиздат, 1936. – С. 3-5.
5. Вандерпланк Я. Е. Устойчивость растений к болезням [Текст] / Я.Е. Вандерпланк. – М.: Колос, 1972. – 254 с.
6. Гешеле Э. Э. Основы фитопатологической оценки в селекции растений [Текст] / Э.Э. Гешеле. – М.: Колос, 1978. – 208 с.
7. Денбновецкий Г.Ю. Фитоалексинная активность тополей как показатель устойчивости к ржавчине [Текст] / Г.Ю. Денбновецкий, С.В. Басова // Микол. и фитопатол. – 1979. – Т. 13, № 5. – С. 428-431.
8. Курдиани С. З. Из биологии лесных пород: опыт и наблюдения [Текст] / З.С. Курдиани. – Тифлис: Изд-во Тифлис, 1932. – 136 с.
9. Минкевич И.И. География распространения и вредоносность болезней лесных пород: учеб. пособие по лесной фитопатологии для студентов специальности 1512 [Текст] / И.И. Минкевич. – Л.: ЛТА, 1982. – 48 с.
10. Морозов Г. Ф. Несколько слов по поводу подсекции научного лесоводства на XIII съезде естествоиспытателей в г. Тифлисе [Текст] / Г.Ф. Морозов // Лесн. журн. – 1913. – Т. 43, Вып. 5. – С. 1-9.
11. Писаренко А. И. Лесовосстановление и лесоразведение – основа решения глобальных проблем изменения климата [Текст] / Лесн. хоз-во России: начало третьего тысячелетия. М.: ВНИИЛМ, 2003. – С. 31-47.
12. Райт Дж. В. Введение в лесную генетику [Текст] / Дж. Райт – М.: Лесн.пром-сть, 1978. – 470 с.
13. Семенкова И. Г. Лесная фитопатология: учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. [Текст] / И.Г. Семенкова, Э.С. Соколова. – М.: Экология, 1992. – 352 с.
14. Хохрякова Т.М., Минкевич И.И. Методические указания по применению фитопатологических способов оценки устойчивости плодово-ягодных культур к возбудителям грибных болезней.- Л.: Изд-во ВИР, ВИЗР, 1969.- 57 с.
15. Ширнина Л.В. Особенности анатомического строения листьев тополей устойчивых и восприимчивых к ржавчине [Текст] / Л.В. Ширнина // Деп. в ЦБНТИ лесхоз, 1984. – № 310-лх. – 15 с.
16. Ширнина Л.В. Мониторинг развития патосистем в насаждениях древесных растений: экобиологические основы и практическое значение [Текст]: монография / Л.В. Ширнина, В.К. Ширнин, И.Я. Львович; под. ред. д-ра биол. наук Е.А. Мелькумовой. – Воронеж: ИПЦ Научная книга, 2014. – 204 с.
17. Яблоков А. С. Селекция древесных пород [Текст] / А.С. Яблоков. – М.: Сельхозиздат, 1962. – 457 с.
18. Ячевский А. А. О значении селекции в деле борьбы с грибными болезнями культурных растений [Текст] / А.А. Ячевский // Тр. Бюро по микол. и фитопатол. – 1911. – № 8. – С. 38.
19. Bingham R.T., Gremmen J. A proposed international programm for testing white pine blister rust resistance [Текст] / Eur. J. Forest. Pathol., 1971.– V. 1. – № 2. – P. 93-100.

20. Bouvarel P. L`amelioratio genetique des arbres forestiers. Essai d`une historie [Текст] / P. Bouvarel // Rev. forest. tr., 1986. – Vol.38, № sp. – P. 7-11.
21. Butin H. Nachweis fungistatischer Stoffe in der Rinde verschiedener Pappelsorten [Текст] / H. Butin, V. Loeschke // Naturwissenschaften. – B. 47, № 19. – 1960. – S. 451-452.
22. Duchesne L.C. Resistance mechanisms to Dutch elm disease: A review [Текст] / L.C. Duchesne // Natur. can. – 1988. – V. 115. – № 2. – P. 163-167.
23. Heath M. Reactions of nonsuscepts to fungal pathogens [Текст] / M.Heath // Annu. Rev. Phytopathol. – V. 18. – Palo Alto, Calif., 1980. – P. 211-236.
24. Franke A. Ulmen-Generhaltung in Europa [Текст] / J. Bohnens, A. Meier-Dinkel, H. Wolf // AFZ / Wald, 1998. – Bd. 53, № 5. – S. 232-233.