



БИОЛОГИЯ

УДК 632.4:630.416.3:582.287

ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕННОСТИ ПЕЧЕНОЧНИЦЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*FISTULINA HEPATICA* FR.) В ПОРОСЛЕВЫХ ДУБРАВАХ¹

**Е.Н. Дунаева, А.В. Дунаев,
С.В. Калугина**

Белгородский государственный
национальный
исследовательский
университет,
Россия, 308015 г. Белгород,
ул. Победы, 85
E-mail: kiryushenko@bsu.edu.ru

Статья посвящена анализу закономерностей распространности печеночницы обыкновенной (*Fistulina hepatica* Fr.) в порослевых дубовых древостоях в составе дубрав Белгородской области. Показано, что распределение печеночницы носит закономерный характер, выражающийся в преимущественной приуроченности патогена к деревьям, имеющим комлевые и прикорневые дупла, комлевые и прикорневые пни, открытые морозобоины в комлевой части и другие повреждения, обнажающие древесину.

Ключевые слова: дуб черешчатый, печеночница обыкновенная, порослевой древостой, распространность, распределение, комлевые дупла, пни, морозобоины.

Введение

Fistulina hepatica Fr. – обычный консорт дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) в лесостепных дубравах. Этот дереворазрушающий базидиальный гриб способен развиваться как на живых деревьях дуба, так и на косной древесине. К настоящему времени получены данные [1, 2, 3, 4, 5], касающиеся общей оценки распространности печеночницы в дубовых древостоях лесостепных дубрав. Однако особенности распространности этого патогена и характер его приуроченности в древостоях дуба остаются без внимания. Мы полагаем, что выявление структурных особенностей распределения популяции *F. hepatica* в популяции *Q. robur* способствует познанию закономерностей распространности и приуроченности популяции паразита в популяции хозяина.

Целью нашей работы являлось выявление особенностей распределения популяции *F. hepatica* в популяции *Q. robur* в порослевых дубравах Белгородской области. Задачи ставились следующие: 1) уточнить биоэкологические особенности печеночницы, включая возможные пути ее распространения; 2) оценить распространность печеночницы в разных типах дубрав и лесорастительных условиях; 3) выявить факторы (причины, сопутствующие признаки) разной распространности печеночницы в одних и тех же типах дубрав и лесорастительных условиях; 4) построить статистическую модель распространности печеночницы в древостоях дуба в зависимости от наиболее существенных факторов.

Объекты и методы исследования

Объектом исследований являлись порослевые 70–100-летние древостои дуба, в которых в той или иной мере распространена *F. hepatica*. Полевые исследования проводились в 2011–2012 гг. в дубравах Белгородского и Шебекинского районов Белгородской области. Отметим, что обследованные в 2011 и 2012 гг. древостои в составе одних и тех же дубрав представляют собой разные лесорастительные участки в этих дубравах. Ниже приводится описание обследованных дубрав и древостоев.

Дубравы и древостои в их составе, обследованные в 2011 г. Урочище «Дубовое» (Белгородское лесничество). Состав древостоя: 10Д+Кло+Лпм. Возраст (лет), средний диаметр (см),

¹ Работа поддержана РФФИ, проект № 12-04-31848-мол_а.



полнота, бонитет: 90; 28.2; 0.5-0.6; II. Урочище «Коровино» (Шебекинское лесничество). 5Д5Ясо+Кло+Лпм. 90; 29.0; 0.5-0.6; II. Лес «Шебекинская дача» (Шебекинское лесничество). 8Д1Лпм1Кло+Ясо. 90-95; 29.0; 0.5-0.6; I-II. Дубрава «Архиерейская роща» (Белгородское лесничество). 10Д+Кло+Лпм. 70-80; 28.9; 0.5-0.6; II. Урочище «Рог» (Шебекинское лесничество). 10Д+Кло+Лпм. 70-80; 28.2; 0.5-0.6; II-III. «Безлюдовский лес» (Шебекинское лесничество). 10Д. 85; 27.4; 0.5-0.6; II-III.

Дубравы и древостои в их составе, обследованные в 2012 г. Урочище «Дубовое» (Белгородское лесничество). Состав древостоя: 8Д1Лпм1Кло. Возраст (лет), средний диаметр (см), полнота, бонитет: 90; 30.8; 0.5-0.6; I-II. Урочище «Коровино» (Шебекинское лесничество). 5Д5Ясо+Кло+Лпм. 90; 33.9; 0.5-0.6; II. Лес «Шебекинская дача» (Шебекинское лесничество). 8Д2Ясо+Лпм+Кло. 90-100; 36.8; 0.5-0.6; I-II. Дубрава «Архиерейская роща» (Белгородское лесничество). 8Д1Кло1Лпм. 80-90; 36.4; 0.5-0.6; II. Урочище «Рог» (Шебекинское лесничество). 10Д+Кло+Лпм. 70-80; 23.2; 0.5-0.6; III. «Безлюдовский лес» (Шебекинское лесничество). 10Д. 80-90; 32.4; 0.5-0.6; II-III. Урочище «Половинное» (Белгородское лесничество). 9Д1Лпм+Кло+Ос. 70-80; 29.3; 0.5-0.6; III. Урочище «Муханово» (Белгородское лесничество). 7Д2Кло1Лпм. 80-90; 35.5; 0.5-0.6; II-III. «Графовский лес» (Шебекинское лесничество). 8Д1Кло1Лпм. 70-80; 26.5; 0.5-0.6; II-III.

В описаниях состава древостоев: Д – дуб черешчатый, Ясо – ясень обыкновенный, Кло – клен остролистный, Лпм – липа мелколистная, Ос – осина.

Лес «Дубовое», урочище «Коровино», лес «Шебекинская дача», «Графовский лес» – относятся к типу нагорных дубрав (тип лесорастительных условий D_2); дубрава «Архиерейская роща», урочища «Половинное», «Муханово», «Рог» – к типу байрачных дубрав (тип лесорастительных условий E_2); дубрава «Безлюдовский лес» – является надпойменно-террасовой дубравой (тип лесорастительных условий C_2).

Полевые обследования проводились согласно методике лесопатологических и фитопатологических исследований [6, 7, 8] рекогносцировочным методом с детальным описанием каждого учетного дерева дуба, а также с учетом общих рекомендаций по планированию наблюдений с целью изучения структурно-функциональных особенностей биосистем [9]. Распространенность печеночницы оценивали по доле живых деревьев с характерными базидиомами (плодовыми телами). При оценке приуроченности, мы учитывали местонахождение базидиом печеночницы, а также патологическую конфигурацию комлево-стволовой части и прикомлевого окружения дуба.

Камеральная обработка данных полевых исследований проводилась с применением методов анализа биосистем [9], аналитических методов сравнительной экологии [10] и вариационной статистики [11].

При построении статистической регрессионной модели распространенности печеночницы в древостоях дуба использовались методы корреляционного и регрессионного анализа [11].

Результаты и их обсуждение

В лесостепных дубравах *F. hepatica* связана с дубом топическими и трофическими отношениями, встречается только на дубе, т. е. является монотрофом. Она вызывает не активную бурую ядровую деструктивную гниль комля (распространяется не выше 1.0–2.0 м вверх по стволу), гниль также распространяется в ядровой древесине корневых лап. Печеночница способна развиваться как на живых деревьях дуба, так и на дубовых пнях и сухих сросшихся стволах. Ее справедливо относят к группе факультативных сапротрофов (паразитов-сапротрофов, полупаразитов) [12, 13]. Заражение здоровых деревьев дуба может осуществляться посредством базидиоспор (половое размножение), образующихся в гимениальном слое базидиом, через морозобойные трещины, механические обдиры коры, раковые и другие, помимо морозобойных, трещины в коре в нижней части ствола. Переносу спор благоприятствуют ветер, дождь; переносчиками спор могут являться, по нашим наблюдениям, слизни (предположительно рода *Agilol*), питающиеся базидиомами печеночницы. В отдельных случаях переносчиками инфекционного начала, по-видимому, могут выступать и насекомые-ксилофаги, вылетающие из зараженных усыхающих деревьев и заселяющие здоровые деревья с застарелыми обнажениями древесины (сухобочинами). Заражение здоровых стволов также может осуществляться грибами патогена (вегетативное размножение), развивающейся в материнских пнях и пнях, оставшихся от сросшихся стволов. Предполагалось, что последний путь заражения характерен для порослевых дубрав [14, 5]. Нами документально зафиксирована и доказана возможность заражения здорового дуба вегетативным мицелием патогена, распространяющимся по корневым лапам от зараженного пня (рис. 1).



Рис. 1. Базидиомы печеночницы (одна на переднем плане – на пне от ствола, входившего в клоновую куртину: видно, что ядровая древесина пня полностью разрушена; другая на заднем плане – на лапе живого дерева, связанного с пораженным пнем) (Урочище «Дубовое», 10.09.2012)

Базидиомы печеночницы крупные одиночные, но могут образовываться по 2 и по 3 в одном месте или в разных местах у подножия деревьев дуба. Базидиомы обычно формируются в трещинах коры комлевой части, в местах открытых морозобоин, механических обдигов коры, в комлевых дуплах и на пнях; на сухих сросшихся стволах. Они также могут формироваться между корневыми лапами и на самих корневых лапах. Интересно, что на корневых лапах они иногда формируются под землей и, развивая довольно протяженную и не характерную для печеночницы ножку длиной 13–15 см, выносят шляпки над поверхностью земли, так что создается впечатление, будто базидиомы образовались на почве, в отдалении от подножия ствола. В таких случаях, как правило, есть возможность установить путь распространения патогена, поскольку рядом почти всегда можно обнаружить полусгнивший пень с центральной гнилью – остаток ствола, некогда входившего в клоновую куртину и связанного со стволом живого дерева корневыми лапами.

В сезоны 2011–2012 гг. мы исследовали распространенность и приуроченность печеночницы. Величина распространенности ее по разным древостоям разных дубрав составляет по нашим данным 0.5–10.5%, в среднем – 3.1%.

Распространенность печеночницы в условиях D_2 составляет 0.5–10.5% (по 7 лесорастительным участкам, в среднем – 4.1%; коэффициент вариации $C_v=96.5\%$), в условиях E_2 – 0.5–4.4% (по 6 лесорастительным участкам, в среднем – 2.8%; коэффициент вариации $C_v=66.4\%$), в условиях C_2 – 0.9–1.0% (по 2 лесорастительным участкам, в среднем – 0.95%; коэффициент вариации $C_v=7.4\%$).

Сколько-нибудь достоверного различия между распространенностью печеночницы в разных лесорастительных условиях не наблюдается. В то же время нельзя не отметить факт сильного варьирования значений распространенности в пределах одного и того же экотопа (D_2 , E_2). Условия C_2 не рассматриваются, поскольку для этих условий имеются только два показателя.

При исследовании феномена сильного варьирования значений распространенности в одних и тех же лесорастительных условиях, мы обратили внимание на внутренние факторы, могущие определять ту или иную распространенность патогена в пределах одного и того же местопроизрастания дуба. К таким факторам относятся: с одной стороны – исходное состояние очагов инфекции, исходный состав и структура дендроценозов с преобладанием дуба, предопределивших современное состояние зараженности дубовых древостоев; с другой стороны – лесохозяйственная деятельность человека и порослевая возобновительная способность дуба, усиливших или ослабивших те или иные тенденции, предопределенные исходным состоянием дубрав.

При обследовании порослевых дубовых древостоев было отмечено, что распространение такого вида, как *F. hepatica*, лишь отчасти может быть объяснено исходным состоянием и историей естественного формирования источников инфекции и составом древостоев. Распространенность в большей степени может находиться в зависимости от интенсивности и характе-



ра лесохозяйственной деятельности человека, экспериментировавшего не с одним поколением дубового леса.

По нашим наблюдениям, популяция дуба в исследуемых дубравах представлена в основном деревьями неоднократного порослевого возобновления от пня, ослабленными физиологически. Существенная часть деревьев образует клоновые биогруппы [5], т. е. близстоящие деревья, возобновившиеся от одного материнского пня и представляющие так или иначе сросшиеся группы кустового, гнездового или куртинного типа. В связи с этим, значительную долю живой части древостоя составляют деревья с пороками развития комлевой части и прикорлевого окружения, имеющие комлевые дупла, пни от сросшихся стволов, сухие сросшиеся стволы, открытые морозобоины и др. повреждения и обнажения древесины с признаками гнили. Доля деревьев, имеющих явную патологию комлевой части и прикорлевого окружения составляет по разным древостоям 29.2–70.5%. Среди них доля деревьев, имеющих комлевые и прикорлевые дупла, составляет 5.0–39.0% (табл. 1), в среднем по всем древостоям – 21.2% (см. табл. 1). Доля деревьев, имеющих пни от сросшихся и отстоящих стволов – 2.0–20.5%, в среднем – 9.1% (см. табл. 1). Доля деревьев, имеющих комлевые и комлево-стволовые открытые морозобоины и др. повреждения (ошмыги, затесы, трещины в развилках и между лап и т. п.) – 1.5–24.5%, в среднем – 9.7% (табл. 1). Доля деревьев, имеющих сросшиеся сухие стволы – 2.0–11.4%, в среднем – 6.0% (см. табл. 1). Доля дерева без явной патологии комлевой части и прикорлевого окружения составляет 35.3–70.8%, в среднем – 54.0% (см. табл. 1)

Таблица 1

Распределение деревьев дуба по группам со сходным состоянием комлевой части и прикорлевого окружения в обследованных древостоях

Древостой дубравы, обследовано живых деревьев (шт.)	Число деревьев с тем или иным состоянием комлевой части в составе древостоя, шт. (%)*				
	имеющих комлевые дупла	имеющих пни	имеющих комлевые повреждения	имеющих сухие сросшиеся стволы	без явной патологии комлевой части
2012 г.					
Шебекино (205)	71 (34.6)	16 (7.8)	27 (13.2)	3 (1.5)	88 (42.9)
Безлюдовка (202)	27 (13.4)	13 (6.4)	23 (11.4)	15 (7.4)	124 (61.4)
Коровино (204)	44 (21.6)	10 (4.9)	14 (6.9)	16 (7.8)	120 (58.8)
Архиерейская (200)	16 (8.0)	20 (10.0)	31 (15.5)	7 (3.5)	126 (63.0)
Рог (202)	60 (29.7)	4 (2.0)	7 (3.5)	23 (11.4)	108 (53.5)
Половинное (201)	18 (9.0)	25 (12.4)	40 (19.9)	4 (2.0)	114 (56.7)
Дубовое (200)	78 (39.0)	41 (20.5)	14 (7.0)	8 (4.0)	59 (29.5)
Муханово (200)	32 (16.0)	9 (4.5)	49 (24.5)	13 (6.5)	97 (48.5)
Графовский лес (130)	18 (13.8)	12 (9.2)	2 (1.5)	6 (4.6)	92 (70.8)
2011 г.					
Шебекино (200)	50 (25.0)	16 (8.0)	13 (6.5)	17 (8.5)	104 (52.0)
Безлюдовка (334)	39 (11.7)	27 (8.1)	15 (4.5)	17 (5.1)	236 (70.6)
Коровино (199)	49 (24.6)	21 (10.6)	9 (4.5)	15 (7.5)	105 (52.8)
Архиерейская (198)	10 (5.0)	14 (7.1)	29 (14.6)	6 (3.0)	139 (70.2)
Рог (181)	61 (33.7)	26 (14.4)	10 (5.5)	20 (11.0)	64 (35.3)
Дубовое (202)	75 (37.1)	25 (12.4)	15 (7.4)	12 (5.9)	75 (37.1)
По всем древостоям (3058)	648 (21.2)	279 (9.1)	298 (9.7)	182 (6.0)	1651 (54.0)

Примечание: * – от общего числа обследованных живых деревьев.

Печеночница, будучи комлевым паразитом, как раз и может быть приурочена к деревьям дуба, имеющим явную патологию комлевой части и прикорлевого окружения. В табл. 2 приводятся данные о приуроченности печеночницы к деревьям разных в отношении состояния комлевой части групп деревьев по каждому обследованному древостою в частности, и по всем обследованным древостоям в целом.

По всем обследованным древостоям в 2011–2012 гг., с охватом 3058 учетных деревьев, было отмечено 95 деревьев с базидиомами патогена. Из них 50 деревьев имели комлевые дупла, 13 – пни, 24 – морозобоины или др. физические и механические повреждения, 4 – сухие сросшиеся стволы и 4 дерева не имели явных патологических признаков. Как явствует из собранных и обработанных нами данных, печеночница в подавляющем большинстве случаев встречается на деревьях первых трех групп (см. табл. 2).



Таблица 2

Распределение деревьев дуба с базидиомами *F. hepatica* по группам со сходным состоянием комлевой части в обследованных древостоях

Древостой дубравы, учтено деревьев с базидиомами <i>F. hepatica</i> , шт. (%)*	Число деревьев с базидиомами <i>F. hepatica</i> , имеющих то или иное состояние комлевой части, в составе древостоя, шт. (%)*				
	имеющих комлевые дупла	имеющих пни	имеющих комлевые повреждения	имеющих сухие сросшиеся стволы	без патологии комля
2012 г.					
Шебекино, 17 (8.3)	13 (6.3)	1 (0.5)	2 (1.0)	0 (0.0)	1 (0.5)
Безлюдовка, 2 (1.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	2 (1.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
Коровино, 1 (0.5)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (0.5)	0 (0.0)	0 (0.0)
Архиерейская, 3 (1.5)	1 (0.5)	0 (0.0)	2 (1.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
Рог, 3 (1.5)	2 (1.0)	1 (0.5)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
Половинное, 8 (4.0)	3 (1.5)	3 (1.5)	1 (0.5)	0 (0.0)	1 (0.5)
Дубовое, 21 (10.5)	12 (6.0)	5 (2.5)	3 (1.5)	0 (0.0)	1 (0.5)
Муханово, 10 (5.0)	1 (0.5)	1 (0.5)	5 (2.5)	2 (1.0)	1 (0.5)
Графовский лес, 2 (1.5)	1 (0.75)	0 (0.0)	1 (0.75)	0 (0.0)	0 (0.0)
2011 г.					
Шебекино, 5 (2.5)	1 (0.5)	1 (0.5)	3 (1.5)	0 (0.0)	0 (0.0)
Безлюдовка, 3 (0.9)	1 (0.3)	0 (0.0)	2 (0.6)	0 (0.0)	0 (0.0)
Коровино, 1 (0.5)	1 (0.5)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
Архиерейская, 1 (0.5)	0 (0.0)	1 (0.5)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
Рог, 8 (4.4)	5 (2.8)	0 (0.0)	1 (0.55)	2 (1.1)	0 (0.0)
Дубовое, 10 (5.0)	9 (4.5)	0 (0.0)	1 (0.5)	0 (0.0)	0 (0.0)
По всем древостоям 95 (3.1)	50 (1.6)	13 (0.4)	24 (0.8)	4 (0.1)	4 (0.1)

Примечание: * – от общего числа обследованных живых деревьев.

Характер числовых распределений пораженных деревьев по учетным группам (см. табл. 2) для отдельных древостоев, в которых печеночница наиболее распространена (Шебекино-2012, Половинное-2012, Дубовое-2012, Муханово-2012, Рог-2011, Дубовое-2011) наводит на мысль о не случайности приуроченности печеночницы к деревьям отдельных групп. Но, поскольку по отдельным древостоям для отдельных групп деревьев, имеющих ту или иную конфигурацию комля и прикомлевого окружения, встречаемость печеночницы единична (см. табл. 2), применение статистических методов проверки гипотез о законах распределения (например, критерия χ^2) не корректно [11]. Тем не менее, можно показать неслучайность распределения печеночницы и приуроченность ее к деревьям с патологиями комлевой части в целом по всем древостоям, объединив в одну группу группы деревьев с малочисленной встречаемостью изучаемого патогена, а именно – группу деревьев, имеющих сухие сросшиеся стволы, и группу деревьев, не имеющих патологии комлевой части (см. табл. 2).

Покажем неслучайность распределения печеночницы в популяции дуба с применением критерия χ^2 . Как известно [11], критерий χ^2 представляет собой сумму квадратов отклонений наблюдаемых частот от ожидаемых, отнесенную к ожидаемым (вычисленным) частотам. Таким образом, мы получаем фактическую величину $\chi_{ф}^2$, которую нужно сравнить с ее критическим значением $\chi_{ст}^2$ для выбранного уровня значимости и числа степеней свободы k .

Ожидаемые величины встречаемости мы рассчитали, исходя из предположения, что распределение печеночницы в популяции дуба носит случайный характер. Значения таких ожидаемых величин были получены в результате применения метода пропорционального деления, впервые предложенного Н. Gleason [15]. Суть его в следующем. По всем древостоям в 2011–2012 гг. всего было обследовано 3058 живых деревьев дуба (см. табл. 1), из них – 648 деревьев имели комлевые дупла. Всего было обнаружено 95 деревьев с базидиомами печеночницы (см. табл. 2). Считая распределение случайным, получаем число ожидаемых встреч печеночницы в той части древостоев, которая представлена деревьями только с комлевыми дуплами: $(648/3058) \times 95 = 20.1$ (табл. 3). Аналогично, получаем число ожидаемых встреч печеночницы в той части обследованных древостоев, которая представлена деревьями, имеющими комлевые пни (8.7, см. табл. 3); в той части обследованных древостоев, которая представлена деревьями, имеющими повреждения (9.3, см. табл.3); и в той части обследованных древостоев, которая представлена остальными деревьями (56.9, см. табл.3).

Расчет величины $\chi_{ф}^2$ (см. табл. 3) показывает, что она равна 111.8. Для $\alpha=1\%$, $k=3$ величина $\chi_{ст}^2=11.34$ [11]. Эта величина значительно ниже $\chi_{ф}^2$ для высокого уровня значимости, поэтому



мы имеем все основания утверждать, что: 1) имеет место приуроченность печеночницы к деревьям дуба с патологиями комлевой конфигурации; 2) распределение печеночницы в дубовых древостоях носит далеко не случайный характер.

Поскольку распределение печеночницы в древостоях дуба имеет закономерный характер, выражающийся в приуроченности патогена к деревьям, имеющим неблагополучное состояние комлевой части и прикомлевого окружения, должна существовать статистическая зависимость между состоянием дуба в дубравах и распространенностью печеночницы. Эта зависимость суть отражение реальных вероятностно-детерминированных взаимоотношений между популяцией рассматриваемого нами патогена и популяцией дуба.

Таблица 3

Оценка достоверности приуроченности *F. hepatica* к деревьям, имеющим ту или иную конфигурацию комля и прикомлевого окружения

Группы деревьев	Количество деревьев, шт.	Число деревьев с базидиомами <i>F. hepatica</i> наблюдаемое, f , шт.	Число деревьев с базидиомами <i>F. hepatica</i> ожидаемое, f^* , шт.	$d^2 = (f - f^*)^2$	d^2 / f^*
с дуплами	648	50	20.1	894.0	44.5
с пнями	279	13	8.7	18.5	2.1
с повреждениями	298	24	9.3	216.1	23.2
остальные	1833	8	56.9	2391.2	42.0
Сумма Σ	3058	95	95	—	111.8

Выявить наличие подобных зависимостей помогают методы корреляционного анализа [11]. Для корреляционного анализа мы использовали ряды числовых данных о доле деревьев, имеющих комлевые и прикомлевые дупла (см. табл. 1); о доле деревьев, имеющих комлевые и прикомлевые пни; о доле деревьев, имеющих открытые комлевые морозобоины и др. подобные повреждения. Именно среди деревьев этих групп в подавляющем большинстве случаев и обнаруживаются деревья, зараженные печеночницей. В соответствии указанным рядам ставился ряд значений распространенности печеночницы по обследованным древостоям (см. табл. 2). Сопоставив исходные данные и обработав информацию на компьютере, мы получили следующие результаты.

Зависимость распространенности печеночницы от доли деревьев, имеющих дупла, может быть аппроксимирована полиномиальной кривой, значение корреляционного отношения $h=0.725$ ($t_{\phi}=3.794$, $t_{st}=2.160$ для $P=95\%$, $k=13$), коэффициент детерминации $h^2=0.525$, что указывает на достоверную и сильную связь ($h \geq 0.7$, [11]) между переменными. Зависимость распространенности печеночницы от доли деревьев, имеющих пни, так же может быть аппроксимирована полиномиальной кривой, значение корреляционного отношения $h=0.679$ ($t_{\phi}=3.335$, $t_{st}=2.160$ для $P=95\%$, $k=13$), коэффициент детерминации $h^2=0.461$, что указывает на достоверную, средней силы ($h < 0.7$) тесноту связи между переменными. Зависимость распространенности печеночницы от доли деревьев, имеющих только комлевые морозобоины и др. повреждения, фактически отсутствует: коэффициент корреляции $r=0.205$ ($t_{\phi}=0.829$, $t_{st}=2.160$ для $P=95\%$, $k=13$), коэффициент детерминации $r^2=0.042$.

Тесная положительная не линейная связь обнаруживается между величиной распространенности печеночницы и величиной совокупной доли деревьев, имеющих комлевые и прикомлевые дупла и пни: $h=0.791$ ($t_{\phi}=4.660$, $t_{st}=2.160$ для $P=95\%$, $k=13$), $h^2=0.626$. Это, со всей очевидностью, служит подтверждением той существенной роли, которую играет в распространении инфекции и заражения здоровых деревьев вегетативный мицелий патогена, передающийся в процессе естественного развития гнили от зараженных материнских пней и пней от сросшихся стволов.

Еще более тесная связь обнаруживается между величиной распространенности печеночницы и величиной совокупной доли деревьев, имеющих комлевые дупла, пни, морозобоины и др. повреждения. Графически эта связь может быть представлена как прямолинейной зависимостью (рис. 2), так и (более точно) полиномиальной кривой (рис. 3). В случае прямолинейной зависимости $r=0.894$ ($t_{\phi}=7.091$, $t_{st}=2.160$ для $P=95\%$, $k=13$), $r^2=0.799$. В случае криволинейной зависимости $h=0.927$ ($t_{\phi}=10.371$, $t_{st}=2.160$ для $P=95\%$, $k=13$), $h^2=0.859$. Значения коэффициента детерминации, как при прямолинейной, так и при криволинейной зависимости свидетельствуют в пользу очень сильной связи между переменными. Поскольку криволинейная зависимость обнаруживает более тесную связь ($0.927 > 0.894$) и более адекватна феноменологически (линия графика не уходит в отрицательную область, распространенность печеночницы



не бывает отрицательной), мы остановили свой выбор на криволинейной модели полиномиального типа: $y = 0,004x^2 - 0,205x + 2,965$ (см. рис. 3). В этой формуле y – распространенность печеночницы по доле пораженных ею деревьев, %; x – доля деревьев с характерным патологическим состоянием комля и прикорлевого окружения (с дуплами, пнями, морозобоинами и др. повреждениями), %.

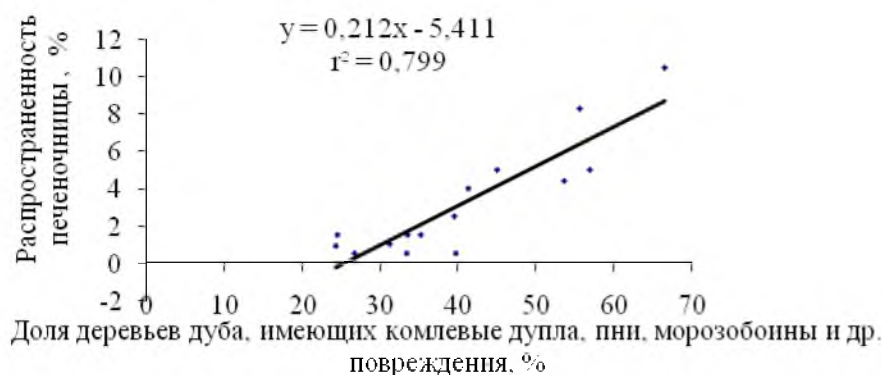


Рис. 2. Регрессионная линейная модель распространенности *F. hepatica*

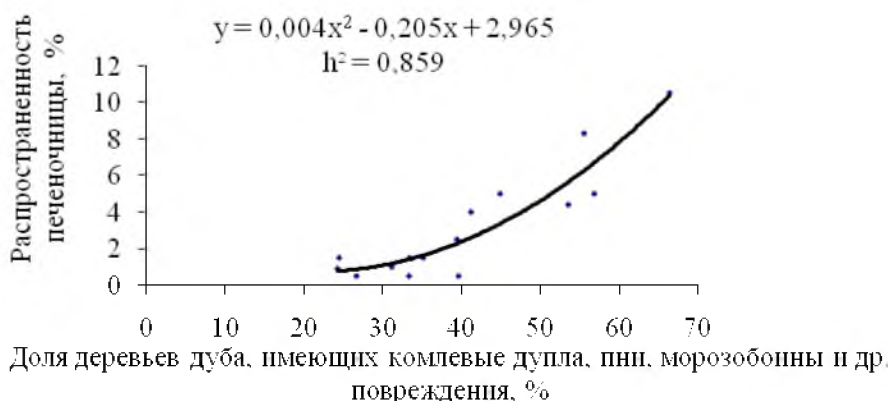


Рис. 3. Регрессионная полиномиальная модель распространенности *F. hepatica*

Выводы

1. Распространенность печеночницы обыкновенной *Fistulina hepatica* Fr. в порослевых дубовых древостоях белгородских дубрав не зависит сколько-нибудь существенно от типа дубравы и лесорастительных условий. Она связана с внутренним состоянием дубовых древостоев, характеризующимся наличием и участием в составе древостоя деревьев дуба, имеющих неблагоприятное состояние комлевой части и прикорлевого окружения.

2. Распределение печеночницы в порослевых древостоях дуба носит закономерный характер, выражающийся в преимущественной приуроченности патогена к деревьям, имеющим комлевые и прикорлевые дупла, комлевые и прикорлевые пни, открытые морозобоины в комлевой части и др. повреждения, обнажающие древесину.

3. Распространенность печеночницы по доле пораженных ею живых деревьев дуба находится в тесной зависимости от встречаемости таких патологических признаков, как комлевые и прикорлевые дупла и комлевые и прикорлевые пни. Это свидетельствует о преимущественной передаче инфекционного начала и заражении здоровых деревьев посредством вегетативного мицелия патогена от зараженных материнских пней и пней от сросшихся стволов.

4. Зависимость распространенности печеночницы в порослевых дубравах Белгородской области от состояния дубового древостоя может быть описана с высокой достоверностью



($h=0.927$, $t_{\phi}=10.371$, $t_{st}=2.160$ для $P=95\%$, $k=13$) кривой полиномиального типа: $y = 0.004x^2 - 0.205x + 2.965$, где y – распространенность печеночницы по доле пораженных ею деревьев, %; x – доля деревьев с характерным патологическим состоянием комля и прикорлевого окружения (с дуплами, пнями, морозобоинами и др. повреждениями), %. При этом, зависимость распространенности печеночницы от доли деревьев, имеющих только комлевые морозобоины и др. повреждения, фактически отсутствует: $r=0.205$ ($t_{\phi}=0.829$, $t_{st}=2.160$ для $P=95\%$, $k=13$).

Литература

1. Царалунга В.В. Деградация порослевых дубрав и их реабилитация с помощью санитарных рубок: Дис. ... д-ра с.-х. наук. – Брянск, 2005. – 393 с.
2. Калугина С.В. Экология грибных болезней дуба и их роль в деградации порослевых дубрав Белгородской области: Автореф. дис. ...канд. биол. наук. – Воронеж, 2006. – 23 с.
3. Фурменкова Е.С. Патологические признаки дуба черешчатого и их использование при санитарных рубках: Дис. ...канд. с.-х. наук. – Воронеж, 2009. – 185 с.
4. Дунаев А.В., Дунаева Е.Н., Калугина С.В. Экотопы дуба в южной лесостепи и распространение в них наиболее опасных микопатогенов дуба // научные ведомости белгу. – 2010. – №9 (80). СЕР. «ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ». ВЫП. 11. – С. 18–24.
5. Дунаев А.В., Дунаева Е.Н., Калугина С.В. «Дуб черешчатый – печеночница обыкновенная» как антропогенная патосистема // Научные ведомости БелГУ. – 2012. – №3 (122). Сер. «Естественные науки». Вып. 18. – С. 114–124.
6. Журавлев И.И. Диагностика болезней леса. – М.: Сельхозиздат, 1962. – 192 с.
7. Мозолева Е.Г., Катаев О.А., Соколов Э.С. Методы лесопатологического обследования очагов стволовых вредителей и болезней леса. – М., 1984. – 25 с.
8. ШЕВЧЕНКО С.В., ЦИЛЮРИК А.В. ЛЕСНАЯ ФИТОПАТОЛОГИЯ. – КИЕВ: ВИЦА ШКОЛА, 1986. – 384 С.
9. Методы математической биологии, книга 1: Общие методы анализа биологических систем / Под ред. д-ра мед. наук Н.Н. Любимова. – Киев: Вицта школа, 1980. – 239 с.
10. Одум Ю. Основы экологии. – М.: Мир, 1975. – 744 с.
11. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
12. Харченко А.А. Экология и биоценологическое значение дереворазрушающих грибов в порослевых дубравах (на примере Воронежской области): Автореф. дисс. ...к-та биол. наук. – Воронеж, 2003. – 24 с.
13. Дунаев А.В. О склонности к паразитическому образу жизни некоторых ксилотрофных базидиомицетов, входящих в консорцию дуба // Ботанические сады в 21 веке: сохранение биоразнообразия, стратегия развития и инновационные решения. Материалы Международной научно-практической конференции, Белгород, 18-21 мая 2009 г. – Белгород, 2009. – С. 210–212.
14. Деградация дубрав Центрального Черноземья / Н.А. Харченко, В.Б. Михно, Н.Н. Харченко и др.; под общей ред. Н.А. Харченко. – Воронеж, 2010. – 604 с.
15. Gleason H.A. Species and area // Ecology. – 1925. – Vol. 6. – P. 66–74.

THE PECULIARITY OF THE PREVALENCE OF BEEFSTEAK FUNGUS *FISTULINA HEPATICA* FR. IN SPROUTS OAK FORESTS

**E.N. Dunaeva, A.V. Dunaev,
S.V. Kalugina**

*Belgorod State National Research
University, Pobedy St., 85, Belgorod,
308015, Russia*

E-mail: kiryushenko@bsu.edu.ru

The article is devoted to the analysis of the regularities of beefsteak fungus prevalence in sprouts oak stands in the oak forests of the Belgorod region. It is shown that the distribution of beefsteak fungus is of regular character, which is expressed in the preferential confinement of the pathogen to the oak trees with butt stumps, hollows, open frost cracks in butt parts and other damage, exposing the wood.

Keywords: English oak, beefsteak fungus, sprouts oak stand, prevalence, distribution, butt stamps, hollows, frost-shattered cracks.