
Массовое усыхание ясеня обыкновенного в Беларуси

В. Б. Звягинцев, А. А. Сазонов

Ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior* L.) является важной лесообразующей породой в Беларуси. Занимая уникальную экологическую нишу, ясеневые леса ценны не только как источник получения исключительно высококачественной древесины и побочного сырья, но и как мощный регулятор биосферных процессов, аккумулятор огромных запасов депонированного углерода, объект биоразнообразия окружающей среды, неопенимый рекреационный ресурс, сложный и интересный объект хозяйственной деятельности.

Естественный ареал ясеня обыкновенного охватывает почти всю Европу за исключением самых северной и южной частей, от берегов Атлантики на западе до Волги на востоке. Самая северная точка его естественного ареала находится в Норвегии, приблизительно 64° с.ш. Южная граница достигает 37° с.ш. в Иране (Чумакова, Васильев, 1984). Наибольшие площади ясеневых лесов в пределах Русской равнины сосредоточены на Украине, в Беларуси и южной Прибалтике. Беларусь находится в центральной части ареала ясеня, и климатические условия на всей ее территории вполне благоприятны для произрастания данной породы. К началу XXI века ясенники составляли 0,4 % белорусских лесов (31 180 га), в примеси ясень встречался в дубовых, черноольховых и других лесных формациях на площади 9,4 тыс. га (0,1 %).

В конце 50-х годов XX века площадь ясенников в Беларуси составляла немногим более 10 тыс. га, причем почти $\frac{3}{4}$ насаждений были представлены молодняками. Это свидетельствует об их чрезмерно интенсивной эксплуатации в прошлые годы. Фактически, древесные ресурсы ясеневых лесов в Беларуси были истощены еще до Второй мировой войны. К концу XX века площадь спелых ясенников в республике составляла лишь немногим более 300 га, и сохранились эти насаждения только на особо охраняемых природных территориях. Тем не менее, на фоне сокращения доли других формаций твердолиственных пород (например, дубрав) в составе лесов Беларуси, площадь ясеневых насаждений за последние 40 лет увеличилась более чем в 2,5 раза. Даже в отсутствие

целенаправленной работы по их восстановлению, количество ясенников возрастало вследствие вставания молодых деревьев ясеня в первый ярус мягколиственных насаждений (в основном ольшаников). Таким образом, в условиях Беларуси ясень является природно-прогрессивным эдификатором, способным восстанавливать свое господство в соответствующих условиях произрастания.

Важнейшими факторами, определяющими распространение ясеневых лесов в Беларуси, являются почвенно-гидрологические условия. Ясенники, как правило, приурочены к пониженным элементам рельефа с проточным увлажнением и к богатым перегнойно-глеевым супесчаным и суглинистым почвам. Небольшое количество таких почв и их мозаичность обуславливают крайне неравномерное распределение ясенников по территории республики. Максимальная площадь ясеневых лесов сосредоточена в Витебской области (31 %). Их достаточно много в Гомельской и Брестской областях (соответственно 23 и 17 %). Таким образом, ясеневые леса чаще встречаются на севере (Поозерье) и юге республики (Полесье). В центральной части Беларуси — Гродненской, Минской и Могилевской областях — ясеневые насаждения редки.

Специализированная литература содержит относительно небольшой объем информации по массовым заболеваниям ясеневых насаждений с начала лесопатологических наблюдений до конца XX века, что говорит о высокой устойчивости данной породы к воздействию повреждающих факторов в прошлом.

Одно из первых упоминаний о повреждении и усыхании в Беларуси твердолиственных лесов в середине прошлого века приведено К. Б. Лосицким (Лосицкий, 1952). Основной причиной данного явления автор считает аномально морозные зимы 1939–1940 и 1941–1942 годов, когда наряду с ясенниками были повреждены насаждения дуба, клена и, особенно сильно, граба. По мнению исследователя, увеличению вредности данного явления способствовало предварительное ослабление деревьев засухами 1936 и 1938 годов.

На протяжении всего послевоенного периода ясенники отличались хорошим фитосанитарным состоянием и не вызывали волнений у лесоводов. Современная деградация насаждений ясеня обыкновенного в Европе начала проявляться в конце 80-х — начале 90-х годов XX века, затронув вначале насаждения Великобритании и Нидерландов (Miller, Niemstra, 1987). Первыми признаками заболевания стали: усыхание отдельных ветвей и образование водяных побегов, после чего в течение 2–4 лет происходило отмирание всего дерева.

В 2002 году было опубликовано сообщение о массовом усыхании ясеня обыкновенного в Литве (Василяускас и др., 2002). За период с 1997 года, когда в этой стране возникли первые симптомы заболевания, по 2002 год, там погибло 4,6 тыс. га ясеневых насаждений (более 20 %).

Позже сообщения о массовом усыхании ясеня со сходными симптомами появились из многих стран центральной и западной Европы (рис. 1): Беларуси (Звягинцев, Сазонов, 2005), Польши (Kowalski, 2006), Германии (Schumacher et al., 2007), Дании (Ash Dieback..., 2008), Австрии (Kirisits et al., 2008), Калининградской области России (Жигунов и др., 2007).

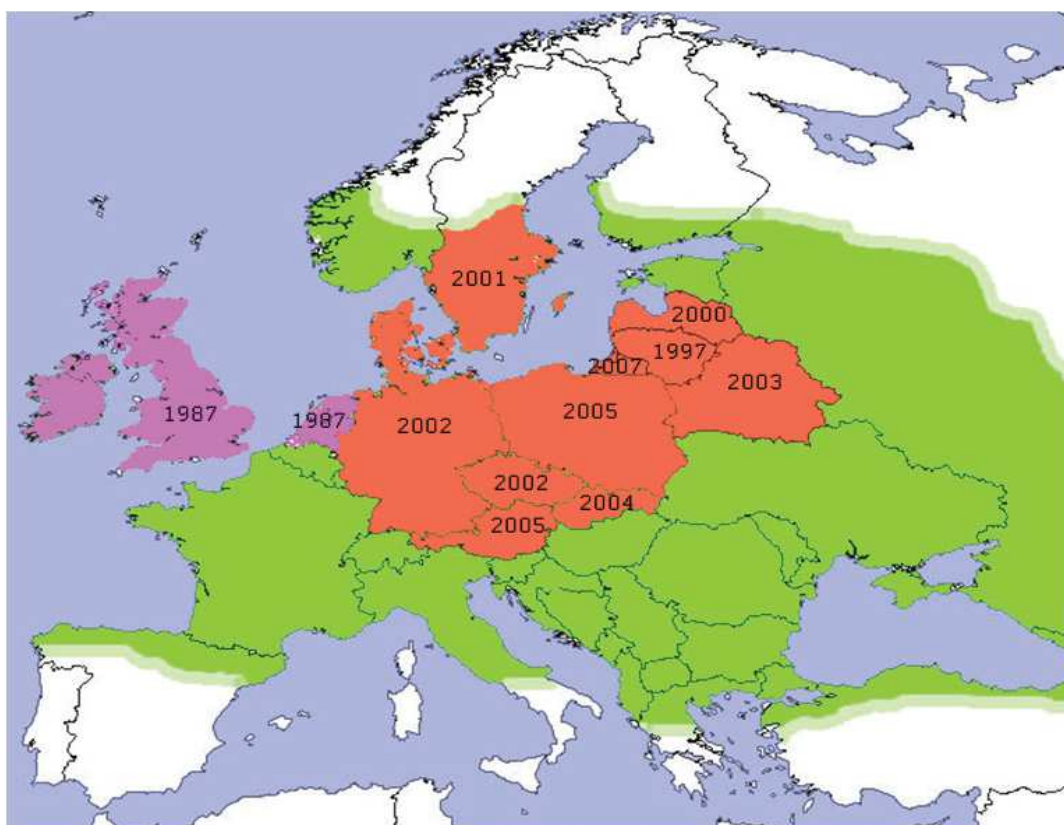


Рис. 1. Ареал ясеня обыкновенного с годами начала современного массового усыхания в различных странах

В 2006 году в Польше был выделен новый вид высокоагрессивного возбудителя некроза ветвей ясеня – гриб *Chalara fraxinea* (Kowalski, 2006). Автор, показывая высокую пораженность насаждений этим патогеном, считает его ответственным за массовое усыхание деревьев. *Ch. fraxinea* был также выявлен на ясене в нескольких западноевропейских странах, где подтверждена его высокая патогенность (Schumacher et al., 2007; Ash Dieback..., 2008; Kirisits et al., 2008). Однако имеется ряд работ польских, белорусских и литовских исследователей, показывающих

многообразии и вторичности биотических факторов при современном усыхании ясеня (Василяускас и др., 2002; Lygis et al., 2004; Sech, 2006; Баранов и др., 2010). Например, в Москве и Московской области к важнейшим биотическим факторам, способствующим гибели посадок ясеня, относят инвазивный вид – изумрудную узкотелую златку (*Agrilus planipennis* Fairmaire) (Мозолевская и др., 2008). Это азиатское насекомое, впервые выявленное в Москве в 2004 году, образовало очаги усыхания в аллейных и групповых насаждениях, приводя к усыханию до 20 % деревьев в год. На пораженных деревьях часто отмечалось совместное поселение златки с местнымксилофагом – пестрым ясеневым лубоедом (*Hylesinus fraxini* Panz.).

Начало массового усыхания ясеня в Беларуси было зафиксировано на Национальной сети лесного мониторинга в 2003 году. Тогда на севере республики усохло 6,8 % деревьев на пунктах постоянного учета, к 2004 году погибло уже 12,2 % деревьев ясеня при среднегодовом естественном отпаде в 1,3 % (Звягинцев, Сазонов, 2005). Первые внешние признаки болезни характеризуются интенсивной дефолиацией и проявляются в виде отмирания отдельных ветвей, чаще в нижней части кроны (рис. 2). В дальнейшем количество сухих ветвей увеличивается, они появляются по всей кроне.

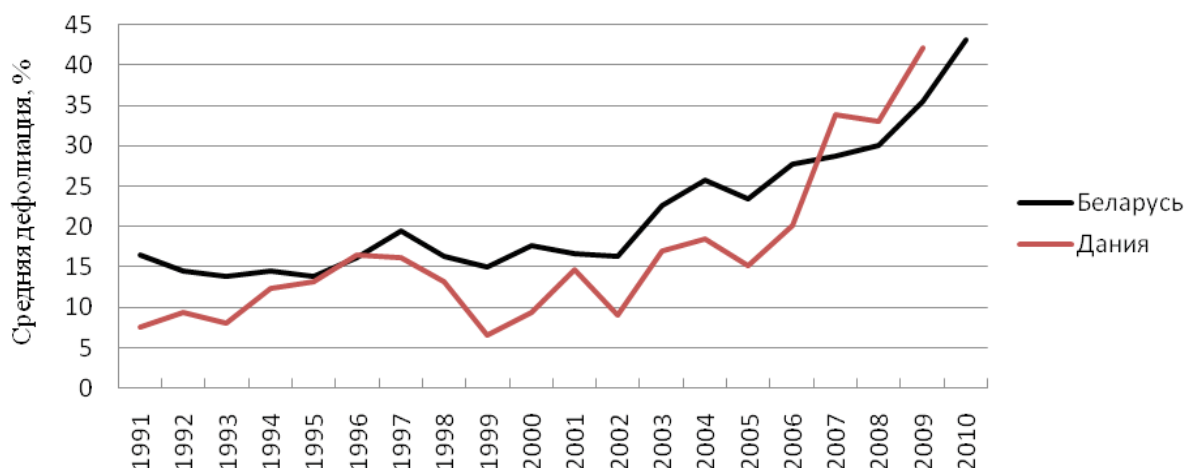


Рис. 2. Динамика средней дефолиации ясеневых насаждений Беларуси и Дании

Происходит уменьшение размеров и изменение окраски листовой пластинки. На более поздних стадиях симптомы заболевания могут проявляться двояко. В одном случае происходит полное или частичное отмирание мелких ветвей первичной кроны и формирование вторичной кроны из водяных побегов, вырастающих на толстых ветвях и стволе. Листья на таких побегах отличаются насыщенным темно-зеленым цветом. В другом случае образования водяных побегов не происходит. Крона дерева постепенно

становится ажурной, листва изреживается и приобретает светло-зеленый или желтоватый оттенок. На более поздних стадиях заболевания листва сохраняется лишь на концах тонких ветвей в виде отдельных пучков. На водяных побегах листья часто не желтеют, а чернеют и высыхают прямо на дереве. После окончания листопада такие деревья выделяются пучками потемневших сухих листьев, довольно долгое время остающихся в кроне. Осенью пораженные деревья раньше сбрасывают листву, а весной у них наблюдается задержка листораспускания. К основным симптомам массового усыхания ясеня можно отнести потемнение и отмирание коры на корневых лапах и в нижней части стволов, и образование так называемых «розеток» — неровных вздутий коры, возникающих в результате дополнительного питания ясеневых лубоедов.

Рекогносцировочное обследование около трети ясеневых насаждений республики (10063 га) позволило установить, что наиболее мощным и повсеместно распространенным биотическим фактором, оказывающим негативное влияние на состояние ясенников в Беларуси, являются корневые гнили. При обследовании проводилось определение степени поражения насаждений корневыми гнилями по шкале, предложенной литовскими исследователями (Василяускас и др., 2002). Результаты оценки пораженности ясеневых насаждений корневыми гнилями представлены в таблице.

Распределение ясеневых насаждений по степени поражения корневыми гнилями

Область		Степень поражения корневыми гнилями					Итого
		I без признаков поражения	II слабое поражение	III среднее поражение	IV сильное поражение	V усыхающее или усохшее насаждение	
Гомельская	га	88	809	1410,3	459,6	12,5	2779,4
	проц.	3,2	29,1	50,7	16,5	0,5	100
Брестская	га	165,4	757,1	674,9	401,9	80,7	2080
	проц.	8	36,4	32,5	19,3	3,8	100
Могилевская	га	99,5	281,6	643,5	281,5	64,6	1370,7
	проц.	7,3	20,5	46,9	20,5	4,8	100
Витебская	га	297,3	407,8	1503,2	1124,4	500,9	3833,6
	проц.	7,8	10,6	39,2	29,3	13,1	100
Итого:	га	650,2	2255,5	4231,9	2267,4	658,7	10063,7
	проц.	6,5	22,4	42,1	22,5	6,5	100

Поражение ясеня корневыми гнилями приняло эпифитотийный характер и распространено чрезвычайно широко. Только 6,5 % обследо-

дованных насаждений не имели внешних признаков развития инфекции на деревьях, остальные были в той или иной степени поражены заболеванием. Чаще встречается среднее поражение (42,1 %), когда у более 20 % деревьев в насаждении наблюдаются признаки развития корневых гнилей. Около ¼ насаждений поражено в слабой степени, и еще примерно столько же имеет в составе более 80 % больных деревьев и значительное количество сухостоя.

При детальном лесопатологическом обследовании на пробных площадях было выявлено, что корневые системы деревьев ясеня всех категорий состояния, включая внешне здоровые, в той или иной степени поражены гнилями. Повсеместно периферическая часть древесины корней интенсивно разрушается по типу белой волокнистой коррозионно-деструктивной гнили, типичной для грибов рода *Armillaria*. О значимости корневых патологий в процессе массового усыхания насаждений свидетельствуют графики соотношения количества усохших корней и ветвей деревьев ясеня разных категорий состояния (рис. 3). Категория состояния деревьев, определяемая по внешним признакам, не отражает в полной мере реальную картину, так как первые симптомы ослабления растения в кроне проявляются уже при значительном поражении корневой системы. Так, у деревьев II категории состояния (ослабленные), при среднем количестве усохших ветвей в 17 % оказалось поражено армиллариозной гнилью более 40 % корневой системы.

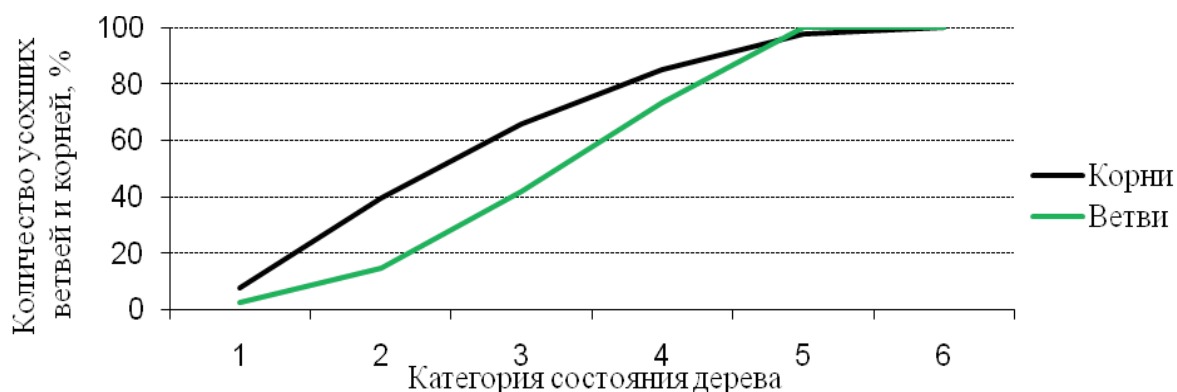


Рис. 3. Соотношение процента усохших ветвей и корней у деревьев ясеня разной категории состояния (по данным 5 пробных площадей)

Среди прочих биотических факторов массовый характер имеет повреждение ясенников стволовыми вредителями. На отмирающих деревьях ясеня поселяются большой (*Hylesinus crenatus* F.) и пестрый (*Hylesinus fraxini* Panz.) ясеневые лубоеды. Насекомые-ксилофаги не всегда сопутствуют усыханию ясеня. На некоторых участках можно

наблюдать старый сухостой и ветровальные деревья ясеня, не заселенные насекомыми, повреждающими кору и древесину. Это свидетельствует о невысокой агрессивности стволовых вредителей ясеня. Однако лубоеды могут вызывать прямое ослабление деревьев при дополнительном питании жуков, отмеченном даже на внешне здоровых ясенях.

По данным ГУ «Беллесозащита» (Обзор..., 2011), полученным на базе анализа 41 постоянной пробной площади (ППП), процессы разрушения ясеневых насаждений продолжают до настоящего времени (рис. 4). Показатель средневзвешенной категории состояния за период 2006–2010 годов увеличивался в ясенниках всех регионов республики. В 2010 году этот показатель не изменился и остался в лесах, подведомственных Министерству лесного хозяйства (МЛХ), на уровне 2009 года, однако, это обусловлено не столько стабилизацией лесопатологического процесса в ясенниках, сколько выпадением усыхающих и сухостойных деревьев под воздействием ветра.

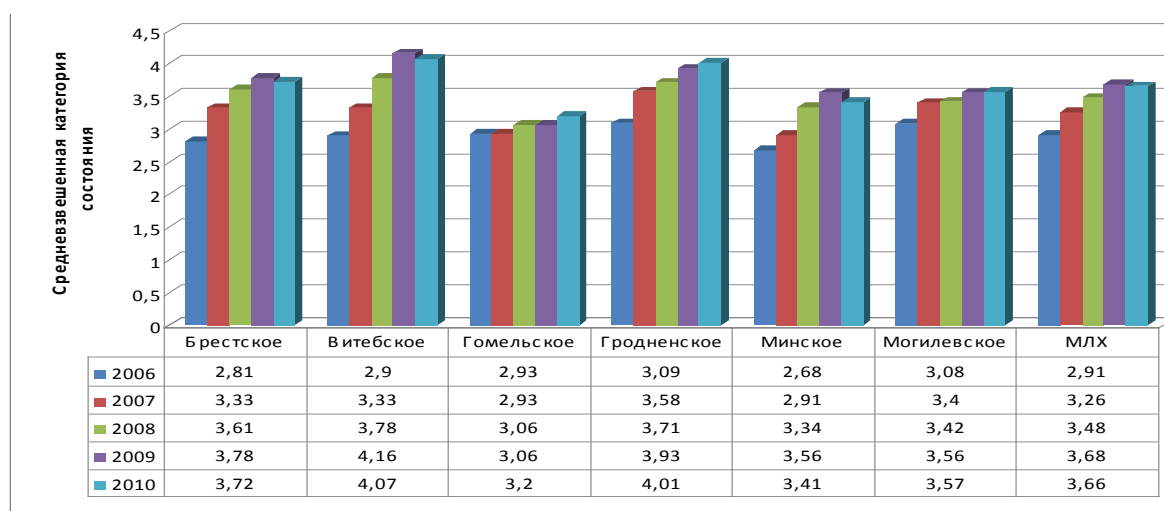


Рис. 4. Динамика средневзвешенной категории состояния ясеневых насаждений по данным 41 ППП (ГУ «Беллесозащита» (Обзор..., 2011))

Ветровал деревьев ясеня отмечается на всех объектах наблюдения, его количество, начиная с 2005 года, составляло от 1 до 21 % в год. Большинство упавших деревьев было вывернуто из почвы с корнями, обломанными на расстоянии 20–80 см от комля. Более 50 % из числа упавших деревьев относились к категории старого сухостоя, 25 % – свежего сухостоя, 15 % относились к категории усыхающих и 9 % – сильно ослабленных деревьев. Высокая интенсивность ветровальных явлений в ясенниках объясняется активной микодеструкцией, малостойкой к гниению древесины корневых систем пораженных ясеней. У ослабленных деревьев (категория санитарного состояния определялась по внешним

признакам и прежде всего по состоянию кроны) армиллариозной гнилью поражено до 40 % корней, у сильно ослабленных – 65 %, корни усыхающих деревьев поражены в среднем на 85 %, а свежего сухостоя на 98 %. Причем, если у деревьев II и III категории состояния преобладают первая и вторая стадии гниения, то древесина корней деревьев IV и V категории находится уже в третьей стадии гниения, при которой наблюдается существенное снижение ее механических свойств. Таким образом, поврежденные якорные корни теряют прочность и перестают выполнять функцию удержания дерева в почве.

Из образцов древесины корней с признаками белой гнили выделялся мицелий, типичный для грибов рода *Armillaria*. Колонии гриба по морфологии в чистой культуре на сусло-агаровой среде можно было разделить на 2 однородные группы:

а) с обширными гладкими черными крустозными зонами на поверхности среды и более редкими не длинными ризоморфами;

б) с многочисленными длинными тонкими красновато-бурыми погруженными в субстрат ризоморфами и редким ворсистым пучковидным мицелием в точке инокуляции.

Скрещивание диких диплоидных изолятов с гаплоидными штаммами-тестерами 5 европейских видов *Armillaria* (метод вегетативной несовместимости (Korhonen, Hintikka, 1974) выявило принадлежность рассмотренных изолятов к 2 видам – *Armillaria borealis* Marxm. & Korhonen и *Armillaria cepistipes* Velen. Данные виды имеют примерно одинаковую встречаемость в усыхающих ясенниках. Причем, если *A. borealis* проявлял достаточно высокую патогенность к широкому ряду хвойных и лиственных пород, то *A. cepistipes* впервые отмечен на территории республики как агрессивный патоген. При детальном исследовании грибов рода *Armillaria* в Беларуси (1999–2001 годы) *A. cepistipes* развивался преимущественно на сухостойных деревьях, пнях и валеже лиственных пород, в том числе и ясеня обыкновенного (Звягинцев, 2002). Высокая пораженность ясеневых насаждений корневой гнилью, вызванной *A. cepistipes*, отмечается и в насаждениях Литвы (Lygis et al., 2004). В то же время имеется достаточно сообщений о невысокой патогенности *A. cepistipes* к древесным растениям в Европе и Северной Америке (Shaw, Kile, 1991; Fox, 2000). Следовательно, в лесных экосистемах с участием ясеня произошли существенные изменения, вызвавшие нарушение баланса между растением и факультативным паразитом.

Повсеместная распространенность явлений усыхания ясеневых насаждений на территории Беларуси и в сопредельных государствах свидетельствует о глобальности причинных факторов. В различных регионах Европы этот процесс проявляется в виде эпифитотий корневых гнилей и некрозных заболеваний ветвей, распространении очагов стволовых вредителей. Возрастает агрессивность факультативных паразитов, повышается активность специализированной группы стволовых вредителей. Из возможных причин, провоцирующих массовое развитие вторичных патогенов и вредителей ясеня обыкновенного в европейском регионе, по нашему мнению, наиболее вероятно воздействие глобальных погодно-климатических изменений.

Беларусь расположена в зоне умеренного климата с переходными чертам от приморского к континентальному с запада на восток, и от климата таежной зоны к лесостепному с севера на юг. Соответственно, с севера на юг возрастают средние температуры воздуха и продолжительность вегетационного периода, но уменьшается количество осадков. С запада на восток увеличиваются колебания температур, возрастает неравномерность выпадения осадков (Юркевич, Гельтман, 1965). Но значения климатических факторов не являются постоянными. Колебания их вокруг средних многолетних величин – так называемых «норм», могут достигать широких пределов. Эти кратко- и долгосрочные отклонения могут оказывать дестабилизирующее влияние на функционирование биогеоценозов.

Климатологические исследования белорусских ученых показали, что период с 1988 по 2005 год был самым теплым за все годы инструментальных наблюдений (более 120 лет). Среднегодовая температура в целом по республике превысила норму более чем на 1 °С. При этом положительная аномалия температур более значительна в зимние и первые весенние месяцы (Изменения..., 2003). Соответствующее увеличение периода вегетации привело к изменению границ агроклиматических областей Беларуси (Мельник, Комаровская, 2007).

Учитывая, что начало депрессии ясеневых насаждений республики приходится на 2003 год, нами была предпринята попытка вычленения климатического стресс-фактора. С этой целью были проанализированы метеоданные за последние 30 лет по 3 метеостанциям (МС), расположенным в различных лесорастительных подзонах Беларуси. МС Лепель находится в северной геоботанической подзоне, МС Столбцы – в центральной, и МС Василевичи – в южной. Сбор метеоданных был приурочен к районам расположения постоянных пробных площадей.

Анализировались такие показатели, как максимальная и минимальная температуры месяца, среднегодовая температура и ее отклонение от нормы, коэффициент водности за календарный и гидрологический годы, коэффициент водности за вегетационный период и некоторые теплые месяцы, гидротермический коэффициент Г. Т. Селянинова за различные периоды года. Всего проанализировано 14 показателей.

Анализ динамики среднегодовой температуры воздуха по выбранным метеостанциям выявил сходную тенденцию к потеплению во всех геоботанических подзонах. Высокий коэффициент сходства рядов среднегодовых температур ($C_x > 90\%$) по трем МС говорит о синхронности климатических изменений на всей территории республики. Аномально теплыми, с превышением среднегодовой температуры примерно на $2\text{ }^\circ\text{C}$, оказались 1989, 1990, 1999, 2000, 2002 годы на всех рассмотренных МС.

Ощутимые положительные отклонения средних месячных температур от нормы происходили, начиная с 1988 года. Увеличение средней температуры января за прошедшее время составило $2,9\text{--}3,3\text{ }^\circ\text{C}$, февраля – $2,7\text{--}2,8\text{ }^\circ\text{C}$, марта – $2,0\text{--}2,1\text{ }^\circ\text{C}$, апреля – $1,5\text{--}1,7\text{ }^\circ\text{C}$. Менее значительным оказалось повышение температуры летних месяцев: июля на $0,8\text{--}1,2\text{ }^\circ\text{C}$, августа – $0,6\text{--}1,2\text{ }^\circ\text{C}$. Средние температуры остальных месяцев за рассматриваемые периоды были близки к норме, либо незначительно отличались от нее в сторону увеличения.

Распределение осадков по территории Беларуси определяется рядом факторов, главные из которых: особенности циркуляции атмосферы, рельеф местности, характер подстилающей поверхности (Климат Беларуси, 1996). Центральная возвышенная часть республики, где проходит Белорусская гряда, получает большее количество осадков, чем южные и северные низменности. Больше осадков в пределах гряды выпадает в районах возвышенностей, особенно западных, лежащих на пути преобладающего переноса воздушных масс. Болота, леса, подпитывая кучевую облачность, способствуют выпадению дополнительных осадков. Среднегодовая норма количества осадков для различных районов республики колеблется от 600 до 700 мм, что считается достаточным для функционирования сложившихся экосистем. Однако в отдельные годы наблюдаются как засушливые явления, так и избыточное увлажнение, что связано с неравномерностью и временной изменчивостью выпадающих осадков.

Годовое распределение осадков по территории республики более специфично чем, к примеру, распределение среднегодовых температур. Ряды коэффициентов водности по трем метеостанциям имеют

невысокую синхронность, S_x не превышает 60 %. Несмотря на это, встречаются годы со сходными аномалиями по трем МС.

Повсеместно низким коэффициентом водности характеризовались 1976, 1992, и 2002 годы. Минимум годового количества осадков в эти годы составлял по Лепелю – 468 мм, по Столбцам – 423 мм, по Василевичам – 508 мм. Нередки годы со значительной вариацией этого показателя по выбранным точкам. Так, 1999 год был засушливым только по данным МС Лепель (542 мм/год; К. водности –17,2 %) и МС Столбцы (434 мм/год; К. водности –31,7 %), а в Василевичах наблюдалось количество осадков, значительно превышающее норму (765 мм/год; К. водности +20,6). Годы с избыточным увлажнением также могут оказаться стрессовыми для древесных растений, особенно на участках с ограниченным стоком грунтовых и поверхностных вод. Чрезмерно влажным был 1998 год, с отклонением от нормы до +40 %. Годовое количество осадков для МС Лепель составляло 910 мм, для МС Столбцы – 828 мм, для МС Василевичи – 750 мм.

Анализ увлажненности по месяцам выявил, что рекордно сухим за весь многолетний период наблюдений был октябрь 2000 и 2002 годов. По данным МС Столбцы, в октябре 2000 года выпало только 4,2 % осадков от нормы. В октябре 2002 года, по данным МС Лепель и Василевичи, количество осадков соответственно составило 1,6 и 6,1 % от нормы.

Таким образом, годы, предшествующие началу эпифитотии, отличались большим варьированием количества выпадающих осадков на фоне постепенного увеличения среднегодовых температур, в основном за счет зимних и весенних месяцев. В такой ситуации достаточно сложно с высокой достоверностью вычленить причинный фактор, без четкой датировки начала неблагоприятного воздействия. Поэтому мы обратились к дендрохронологическим методам, которые являются достаточно точным инструментом выявления зависимости состояния насаждений от внешних факторов (Битвинскас, 1974). Периоды с экстремальным для данной породы отклонением от нормы, к примеру, метеоусловий, отражаются не только в снижении радиального прироста (ширины годичного слоя), но и влияют на способность растений противостоять воздействию других повреждающих причин, преимущественно биотического характера. Длительное или повторное воздействие климатических стресс-факторов способно вывести лесную экосистему из состояния равновесия. Нами изучалось влияние ряда метеорологических факторов на радиальный прирост и структуру годичного слоя ясеня за последние 30 лет. Постоянные пробные площади размещены в Лепельском, Узденском и

Василевичском лесхозах. Изучение прироста производилось на кер-нах, взятых на высоте 1,3 м с деревьев всех категорий санитарного со-стояния. Отбиралось около 30 кернов с пробной площади. Ширина го-дичных слоев измерялась на компьютере с отсканированных изобра-жений кернов при помощи специального программного обеспечения с точностью до 0,1 мм.

Радиальный прирост на всех точках наблюдения имеет общие чер-ты. Высокий коэффициент сходства (C_x колеблется от 80 до 90 %) по-казывает одинаковую тенденцию прироста деревьев ясеня на объ-ектах, находящихся на значительном удалении (от 220 до 400 км). Особенно отчетливо согласуются периоды регрессии прироста. За интересующий нас период, предшествующий началу массовых па-тологических явлений (до 2003 года), наиболее ощутимыми паде-ниями радиального прироста характеризуются 2000 и 2002 годы. По-сле 2002 года наступает депрессия прироста, выраженная в отсутствии отклика на изменение метеорологических факторов, и характеризую-щаяся более или менее резким падением ширины годичного слоя. Де-прессия, очевидно, вызвана не только общим ослаблением деревьев, но и ощутимым вмешательством биотических факторов в виде по-вреждения корневых систем дереворазрушающими грибами, активи-зации стволовых вредителей.

2000 и 2002 годы характеризуются повышенными температурами, в среднем за год на 1,8–2,0 °С превышающими норму по всем мете-останциям. По увлажненности эти годы имеют большие различия. В 2000 году по МС Лепель коэффициенты водности за календарный и гидрологический годы были соответственно на 20 и 24 % выше нор-мы, а по другим МС эти показатели были близки к среднему много-летнему значению. 2002 год повсеместно отличался пониженными на 13–22 % коэффициентами водности за календарный и гидрологиче-ский годы. Увлажненность теплого периода года в 2000 году также не однородна по МС. Вегетационный период был чрезмерно влажным по данным МС Лепель (К. водности более +40 %), близким к норме – по МС Столбцы и аномально сухим – по МС Василевичи. 2002 год отли-чался засушливым вегетационным периодом по всем МС. Таким обра-зом, нами не установлено явно выраженных и поддающихся интерпре-тации связей между приростом и одним из метеорологических факто-ров, что объясняется многими причинами. Беларусь находится в центре ареала ясеня, и климатические условия республики довольно благопри-ятны для роста этой породы. Здесь редко бывают исключительно сухие

и влажные годы, способные существенно изменить ширину годичного слоя ясеня уже в текущем году. Ни один из погодных факторов не является резко доминирующим, все они воздействуют на состояние лесных биогеоценозов в комплексе. В этой связи многие исследователи для оценки напряженности климатических условий используют комплексный показатель степени увлажнения – гидротермический коэффициент Г. Т. Селянинова (ГТК). Он представляет отношение суммы осадков за определенный период к сумме температур за это же время, уменьшенной в 10 раз. В лесной зоне, к которой относится территория Беларуси, период считается засушливым при $ГТК < 0,7$ (Климат Беларуси, 1996). Рассчитанные ГТК имели исключительные аномалии за различные периоды сезона вегетации по всем МС, в годы предшествующие массовому усыханию ясеня (рис. 5).

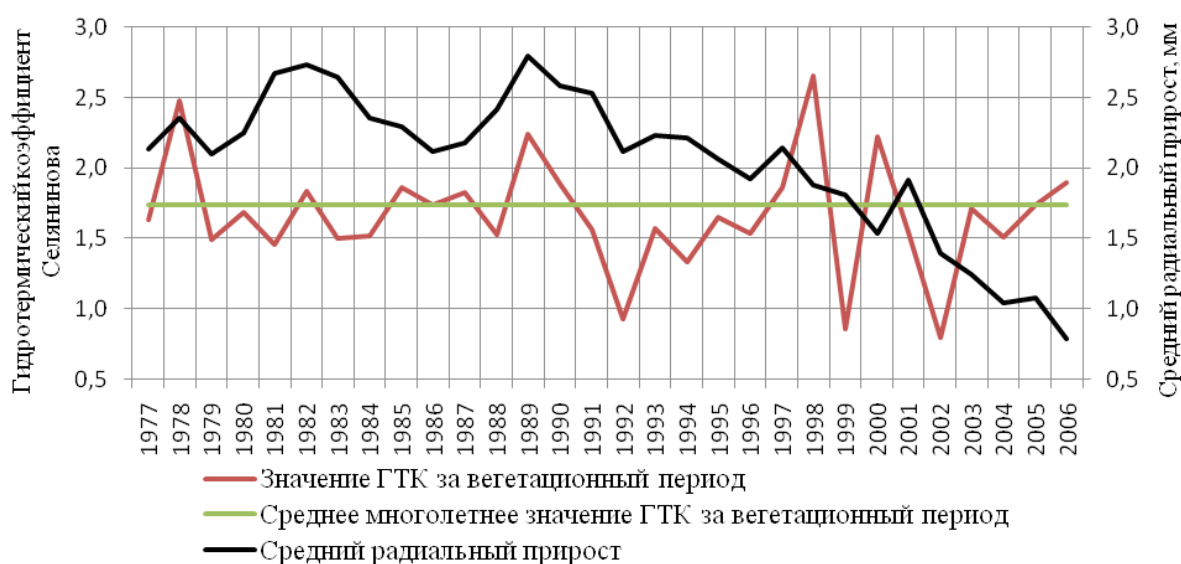


Рис. 5. Динамика гидротермического коэффициента Селянинова за вегетационный период и среднего радиального прироста ясеня по МС Лепель

Породы с поверхностной корневой системой, к которым в условиях Беларуси относятся ель европейская и ясень обыкновенный, первыми откликнулись на дисбаланс метеоусловий массовым ослаблением, включившим вторичные биотические факторы усыхания. Для ели, имеющей комплекс агрессивных видов стволовых вредителей, водный стресс привел к образованию очагов короеда типографа, что явилось причиной массового усыхания ельников на площади более 70 тыс. га в 2001–2004 годах (Сарнацкий, 2009). По причине невысокой агрессивности местных видов ксилофагов ясеня, усыхание этой породы пошло по иному сценарию и приняло хронический характер.

В насаждениях республики ясень, так же как и ель, по шкале отношения древесных пород к влажности почвы является гигромезофитом (Нестерович, Дерюгина, 1976), т. е. имеет достаточно высокую требовательность к условиям увлажнения почвы. Основная масса корней ясеня (92 %) сосредоточена в верхнем 20-сантиметровом слое почвы (Эколого-физиологические основы..., 1976). Корневая система формируется из мощно развитых горизонтальных скелетных корней с частыми ответвлениями. На концах корней 2 и 3 порядка образуются крупные корневые мочки в виде густой сети мелких сосущих корней, располагающихся в горизонтальной плоскости под слоем лесной подстилки, и в верхних слоях гумусового горизонта. Небольшое количество слаборазвитых корней отходит от нижней части стебля и скелетных ветвей, выполняя якорную функцию и являясь поставщиками влаги из глубоких слоев почвы.

Известно, что при наступлении неблагоприятных почвенных условий может наблюдаться явление, получившее название «корнепад», что означает отмирание мелких поглощающих корней, корневых мочек и других корней, вплоть до 3 или даже 2 порядка (Калинин, 1989). Под воздействием стрессовых факторов отмирание частей корневой системы может носить массовый характер. Древесные породы приспособились переносить частичную потерю корней и регенерировать утраченные корни путем активации спящих корневых зачатков, или из тканей каллуса. Однако корнепад оставляет негативные последствия в виде перерасхода пластических веществ на восстановление погибшей части корневой системы; ослабления дерева в результате недополучения влаги и неорганических питательных веществ в следующем году, а также из-за перерасхода запасенных органических веществ и, наконец, отмершие корни являются воротами проникновения корневых патогенов в живые ткани растения.

Большое колебание гидротермического коэффициента в период, предшествующий массовому усыханию, приводило, к чередующимся резким изменениям почвенных условий. Иссущение верхних горизонтов почвы происходило на фоне резкого понижения уровня почвенно-грунтовых вод, что наблюдалось в 1999 и 2002 годах, а подтопление части ризосферы имело место в 1998 и 2000 годах. Таким образом, на протяжении 5 лет могло произойти 4 крупных корнепада, сопровождавшихся перенастройкой корневой системы и образованием большого количества питательного субстрата для корневых патогенов. Скелетные корни деревьев ясеня всех категорий санитарного состояния оказались

опутанными плотной сетью ризоморф грибов рода *Armillaria* (рис. 6, 7) Инфекционные структуры этих патогенов ведут постоянный поиск так называемых точек слабости и осуществляют попытки внедрения в живые ткани корней дерева (рис. 8, 9). Только устойчивые деревья с хорошо работающей защитной реакцией способны противостоять инфицированию. Часто отмечалась передача инфекции через точки контактов либо срастания здоровых корней с загнившими (рис. 10).



Рис. 6. Ризоморфы вокруг корневых лап здорового ясеня



Рис. 7. Ризоморфы вокруг корня третьего порядка здорового ясеня



Рис. 8. Вздутия на корнях внешне здорового ясеня в местах, где выявлены попытки внедрения ризоморф



Рис. 9. Внедрение ризоморфы патогена в живые ткани через отмерший корень четвертого порядка



**Рис. 10. Передача инфекции через контакт
здорового корня с загнившим**

Рост мицелия болезнетворных грибов и вызванный этим патологический процесс может происходить даже при незначительных положительных температурах. Продолжавшаяся с 1988 до 2009 года серия «теплых» зим, характеризующихся частыми, продолжительными оттепелями и неглубоким промерзанием почвы, могла дать преимущество возбудителям корневых гнилей над растениями-хозяевами в виде возможности развиваться в зимний период. Гниль третьей стадии возникает уже спустя 1–2 года с момента успешного инфицирования корня грибами рода *Armillaria*. Образую подкоровые пленки мицелия, опята продвигаются вдоль зараженных корней со скоростью 1,5–2 м в год. На выворотнях четко видны попытки дерева компенсировать потерянные скелетные корни образованием большого количества якорных корней, идущих от нижней части ствола (рис. 11). Возраст таких корней 1–3 года, толщина 5–25 мм. Однако их удерживающая способность невысока, что и приводит деревья к ветровалу.

Летом 2010 года в усыхающих ясеневых насаждениях в центральных и южных регионах Беларуси были выявлены новые симптомы поражения в виде некротических пятен на тонких ветвях ослабленных деревьев. В чистую культуру на агаризованную питательную среду из пораженных участков ветвей выделялись три грибные колонии с различной морфологией. С целью идентификации видовой принадлежности грибов нами был проведен ПЦР-анализ с последующим секвенированием региона рДНК. В генном банке NCBI изоляты были идентифицированы как *Chalara fraxinea*, *Neofabraea alba* and *Phaeoac-*

remonium mortoniae. Все три вида являются известными возбудителями некрозов ветвей ясеня, причем *Ch. fraxinea* выявлен на территории республики впервые.



Рис. 11. Корневая система выворотня (усыхающее дерево) с горизонтальными скелетными корнями, разрушенными армиллариозной гнилью и компенсаторными якорными корнями

Таким образом, сложившаяся в ясеневых насаждениях санитарная ситуация сходна в большинстве европейских стран. Массовое усыхание началось на северо-западе ареала ясеня, в Великобритании, и постепенно продвигалась на юго-восток, что, по-видимому, соответствует проявлению метеоклиматических аномалий, резко изменяющих почвенные условия. Общее ослабление деревьев стимулировало резкое повышение активности комплекса патогенов и вредителей, вызывающих дальнейшее ослабление и отмирание деревьев. Из-за невысокой агрессивности факультативных патогенов и ксилофагов ясеня в условиях Беларуси массовое усыхание этой древесной породы приняло хронический характер и продолжает развиваться.

ЛИТЕРАТУРА

Баранов О. Ю., Пантелеев С. В., Ошако Т. Определение видового состава микромицетов с усыхающих ветвей ясеня // Труды БГТУ. Сер. I. Лесное хозяйство. Вып. XVIII. 2010. С. 321–323.

Битвинская Т. Т. Дендроклиматические исследования. Л.: Гидрометеиздат, 1974. 172 с.

Василяускас А., Юодвалькис А., Трейгене А. Причины массового усыхания ясеня обыкновенного в лесах Литвы // Проблемы лесной фитопатологии и микологии: Материалы V Междунар. конф. М.: Институт лесоведения РАН, 2002. С. 35–37.

Жигунов А. В., Семакова Т. А., Шабунин Д. А. Массовое усыхание лесов на Северо-Западе России // Лесобиологические исследования на Северо-Западе таежной зоны России: итоги и перспективы: Материалы науч. конф., посвященной 50-летию Института леса Карельского научного центра РАН. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2007. С. 40–52.

Звягинцев В. Б. Распространение и вредоносность видов *Armillaria* в лесах Беларуси // Проблемы лесной фитопатологии и микологии: Материалы V Междунар. конф. М.: Институт лесоведения РАН, 2002. С. 94–97.

Звягинцев В. Б., Сазонов А. А. Массовое усыхание ясеня обыкновенного в лесах Беларуси // Устойчивое развитие лесов и рациональное использование лесных ресурсов: Материалы Междунар. науч.-практ. конф. Минск: БГТУ, 2005. С. 225–227.

Изменения климата Беларуси и их последствия / В. Ф. Логинов [и др.]; под общ. ред. В. Ф. Логинова. Минск: ОДО «Тонпик», 2003. 330 с.

Калинин М. И. Корневедение. Киев, 1989. 196 с.

Климат Беларуси / Под общ. ред. В. Ф. Логинова. Минск: Институт геологических наук АН Беларуси, 1996. 233 с.

Лосицкий К. Б. Дубравы Белорусской ССР // Дубравы СССР. Т. VI. М., 1952. 347 с.

Мельник В. И., Комаровская Е. В. Влияние изменения климата на агроклиматические ресурсы полесья // Европейское Полесье – хозяйственная значимость и экологические риски: Материалы Междунар. семинара. Минск: Минсктиппроект, 2007. С. 221–225.

Мозолевская Е. И., Исмаилов А. И., Алексеев Н. А. Очаги нового опасного вредителя ясеня – изумрудной узкотелой златки в Москве и Подмоскowie // Лесной вестник. 2008. № 1 (58). М.: МГУЛ, 2008. С. 53–61.

Нестерович Н. Д., Дерюгина Т. Ф. Древесные растения и влажность почвы. Минск: Наука и техника, 1976. 152 с.

Обзор распространения вредителей и болезней в лесах Республики Беларусь в 2010 году и прогноз их развития на 2011 год. Минск: ГУ «Беллесозащита», 2011. 122 с.

Сарнацкий В. В. Ельники: формирование, повышение продуктивности и устойчивости в условиях Беларуси. Минск: Тэхналогія, 2009. 334 с.

Чумакова А. В., Васильев Н. Г. Ясень. М.: Лесн. пром-сть, 1984. 101 с.

Эколого-физиологические основы взаимодействия растений в фитоценозах / Под ред. акад. Н. Д. Нестеровича. Минск: Наука и техника, 1976. 216 с.

Юркевич И. Д., Гельтман В. С. География, типология и районирование лесной растительности Белоруссии. Минск: Наука и техника, 1965. 288 с.

Ash Dieback in Denmark. Страница доступа: <http://en.sl.life.ku.dk/forskning/fagdatacenterskov/skovsundhed/skader/asketoptoerre.aspx?>; время доступа: 13.10.08.

Cech T. L. Eschenschäden in Österreich // *Forstschutz Aktuell.* 2006. N 37. S. 18–20.

Fox R. *Armillaria* root rot: Biology and control of honey fungus. Andover: Intercept, 2000. 219 p.

Kirisits T., Matlakova M., Mottinger-Kroupa S. Involvement of *Chalara fraxinea* in ash dieback in Austria // *Forstschutz Aktuell.* 2008. N 44. P. 16–18.

Korhonen K., Hintikka V. Cytological evidence for somatic diploidization in dikaryotic cells of *Armillariella mellea* // *Archives of Microbiology.* 1974. Vol. 95. P. 187–192.

Kowalski T. *Chalara fraxinea* sp. nov. associated with dieback of ash (*Fraxinus excelsior*) in Poland // *Forest Pathology.* 2006. Vol. 36. P. 264.

Lygis V. et al. Fungal infections to stems of *Fraxinus excelsior* in declining stands of northern Lithuania, with particular reference to *Armillaria cepistipes* // *European Journal of Forest Pathology.* 2004. N 32. P. 137–159.

Miller H. J., Hiemstra J. A. The ash wilt disease: a preliminary investigation of wood anatomy // *J. Pl. Path.* 1987. N 93. P. 253–260.

Schumacher J., Wulf A., Leonhard S. Erster Nachweis von *Chalara fraxinea* T. Kowalski sp. nov. in Deutschland // *Verursacher neuartiger Schäden an Eschen.* *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutz.* 2007. N 59. P. 121–123.

Shaw C. G., Kile G. A. *Armillaria* root disease. Washington: Agriculture Handbook, USDA Forest Servis, 1991. 233 p.