

УДК 58.055

## Роль ветровых и водных потоков в распространении семян березы повислой *Betula pendula* Roth, 1788

Тимофеев А. Н.

Воронежский государственный педагогический университет  
Воронеж, Россия  
[www72@bk.ru](mailto:www72@bk.ru)

Береза повислая (*Betula pendula* Roth, 1788), являясь анемохорным растением, распространяет семена по воздуху на расстояние до нескольких километров от материнского растения. Но и при падении на поверхность земли вблизи дерева, семена могут продолжить движение с помощью воды вместе с ее потоками, или ветра, катясь по земле. Это происходит, обычно, на самих дорогах и в полосе придорожного пространства. При избытке атмосферных осадков в теплое время года на уплотненной почве дорог образуются потоки воды, которые могут переносить семена берез на большие расстояния. В зимнее время года семена берез, попадая в снежную дорожную колею, могут скользить по ней, подгоняемые ветром, так же распространяясь на значительные расстояния. Часто при таких способах распространения семена, в конце концов, размещаются не равномерно, а агрегировано. Лесные дороги могут способствовать распространению семян берез за пределы лесного массива, так как ветер над дорогой способен выдувать семена из леса на открытые пространства, в то время как из-под полога леса, где ветровые потоки ослаблены и поверхность почвы покрыта лесной подстилкой и растениями, семена берез остаются лежать на земле и при высокой конкуренции за ресурсы, включая свет, не развиваются во взрослое растение. На открытых территориях роль дорог в распространении анемохорных семян меньше, чем на лесных дорогах. Различия в характере ветровых потоков на открытой территории над дорогами и над остальной ее частью незначительны, в то время как на лесной территории скорость ветра над дорогой может быть в несколько раз больше, чем в лесу. На дорогах открытых территорий большее значение в распространении семян имеют водные потоки. При всей важности роли дорог в распространении семян березы, первостепенную роль играет их парение и перенос в ветровых потоках до падения на поверхность почвы. При отрыве от материнского дерева семена улетают на значительные расстояния и равномерно распределяясь имеют больше шансов прорасти и развиваться во взрослое растение, выдержав конкуренцию за ресурсы. Дороги лишь способствуют их распространению, предоставляя дополнительные возможности, что, бесспорно, необходимо учитывать в биоэкологических исследованиях.

*Ключевые слова:* береза повислая, семенное размножение берез, анемохорные растения, лесные дороги.

### ВВЕДЕНИЕ

Береза повислая (*Betula pendula* Roth, 1788) является эвритопным древесным растением, произрастающим среди хвойных и лиственных лесных массивов, на опушках, на открытых солнцу луговых биотопах и остепненных участках (Заика и др., 2013; Ветчинникова, Титов, 2021). Часто березу высаживают в городах, создавая аллеи и отдельные композиции в парках и скверах. Семена березы, созревая в конце лета, распространяются ветром в период листопада и зимой (Захаров и др., 2005; Гарбарук и др., 2021). За счет своего небольшого веса и специальных приспособлений они способны переноситься ветряными потоками на расстояние более 10 км от материнского дерева (Валикханова и др., 2013; Сиволапов и др., 2013). Семенами березы охотно питаются многие виды мелких птиц, преимущественно представители отряда воробьинообразные (Шмидт, 2012; Михина, Михин, 2013).

Детальное изучение анемохорного распространения семян берез приводится в монографии Р. Е. Левиной (1957) – первой обобщающей сводке по вопросам строения и распространения плодов. Позже было составлено множество математических моделей воздушного переноса семян с учетом их массы, парусности и характеристик ветра для анемохорных древесных растений, в том числе для березы. Экспериментальные данные по распространению березовых диаспор приводятся в работе О. И. Евстигнеева с соавторами (2017). С высоты 15 и 20 м на открытом пространстве они рассеивали семена с целью определения расстояния их воздушного перемещения. Результаты полевых исследований по

дальности анемохорного распространения семян двух видов берез от материнского дерева содержатся в работе А. К. Денисова с соавторами (1973). Противоречивыми выглядят сведения о перемещении семян анемохоров по поверхности земли, покрытой снегом. Е. В. Вульф (1932) считает, что порывами ветра семена могут перемещаться по насту на значительные расстояния, но это явление не является массовым. Естественное возобновление древесных пород на свободных и пригодных для этого территориях возможно лишь при массовой фронтальной диссеминации.

Но дальнейшее перемещение диаспор не гарантирует быстрый захват новых территорий и образование новых ценологических группировок. Большинство растительных зародышей гибнет, не получив развития из-за отсутствия необходимого комплекса благоприятных факторов. Семена значительного количества видов деревьев Средней полосы России прорастают при влажности 50 % от абсолютно сухого веса лесной подстилки. Полное или частичное удаление подстилки, мохового или лишайникового покровов способствует появлению всходов, но не является гарантией их сохранности. Травяной покров при значительном разрастании также препятствует появлению, сохранности и росту всходов. Рост подроста под пологом древостоя находится в обратной зависимости от степени сомкнутости крон деревьев. Процесс возобновления находится под значительным воздействием животного мира. Повреждения им может проходить на всех стадиях развития растений и иметь лимитирующее значение. Поэтому, хотя в эволюционном плане распространение семян ветром выгодно и характерно для огромнейшего количества видов растений, но и здесь существуют жесткие лимиты, сдерживающие рост численности и скорость расселения фитобиоты.

Несмотря на все бесспорные преимущества массового анемохорного распространения семян в образовании новых лесовосстановительных сообществ, нельзя не учитывать значение в этом процессе геохории и хионохории (Левина, 1957, 1987). Распространение семян с помощью ветра по поверхности земли или по снежному насту в некоторых случаях может происходить на значительно большее расстояние, чем по воздуху, но для этого должны сложиться определенные условия. Автомобильные дороги, пролегающие через естественные экосистемы, изменяют характеристики многих экологических факторов, усиливая или ослабляя их показатели. В этой связи воздействия этих факторов на организмы приобретает новое значение.

Выявление роли ветровых и водных потоков в распространении семян березы повислой по дорогам и придорожным территориям является целью наших исследований.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Исследования осуществлялись в период 2017–2020 годов на территории Воронежской области. Проводились наблюдения за распространением семян березы повислой в условиях города и территорий дикой природы. Для выделения отдельных групп семян в ходе наблюдений применялось их окрашивание в водном растворе красителя (метиленовая синь).

На территории города Воронеж визуально были обследованы три административных района, где произрастали березы в виде аллей и отдельно стоящих деревьев, с целью выявления подроста, образовавшегося от самосева на относительно пригодных для прорастания семян территориях (участки земли, лишенные твердого покрытия). Для выяснения возможности перемещения семян с помощью автотранспортных средств проводился внешний осмотр автомобилей на парковках близ березовых деревьев при различных погодных условиях. С этой же целью осматривалась мусороуборочная техника.

На территории природных экосистем для исследований были выбраны 8 проезжих грунтовых дорог – 5 на лесной территории и 3 на территории лугов. Скорость ветра на лесной территории и открытых пространствах определялась с помощью анемометра. Для выяснения дальности распространения березовых диаспор в зимний период в определенную точку дорожной колеи помещалась сотня окрашенных семян. Продвигаясь вдоль дорожной колеи, визуально отмечали окрашенные семена, перемещенные ветром. Фиксировалось удаление

семян от исходной точки в зависимости от направления и скорости ветра. В весенне-осенний период определялось удаление окрашенных семян (100 шт.) от исходной точки при помощи потоков талой или дождевой воды. Исследование проводили в 7 ручьевых придорожных потоках различной протяженности и скорости течения.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Распространение семян березы имеет свои особенности в зависимости от места произрастания деревьев (открытые и закрытые территории в дикой природе, городские ландшафты и т. д.) и климатических особенностей годового сезона (влажность воздуха и поверхностного слоя почвы, снежный покров и его состояние, рельеф местности, скорость, сила и направление ветра). Рассмотрим несколько вариантов распространения березовых семян и возможности дальнейшего развития проростков.

**Березы, растущие в городе.** Особенности городской среды обитания берез в первую очередь заключаются в том, что большая площадь поверхности территории города представлена асфальтовым и бетонным покрытием, поверхностный слой представлен разнообразными по составу почвогрунтами, режимы увлажнения, дыхания, элементного обмена в которых сильно трансформированы в сравнении с территориями дикой природы, на многих участках отмечена сильная загазованность воздуха выбросами автотранспорта и промышленных предприятий, нарушен тепловой режим из-за нагрева твердых дорожных покрытий и каменных строений, изменен световой режим из-за неравномерного освещения в дневное время (тень от различных строений) и дополнительного наружного освещения улиц (уличные фонари, наружная световая реклама, свет из окон домов, свет автомобильных фар) в ночное время (Кулагин, Николаева, 2014; Климчук, 2015). В условиях города семена берез практически не прорастают по многим причинам: попадая большей частью на асфальтовые покрытия, они либо смываются дождевыми потоками в ливнево-сточные водоприемники (канализационные решетки на дорогах), либо удаляются специализированными клининговыми службами – сметаются вместе с другим мусором дворниками или поливально-уборочными машинами с проезжей части (Тагирова, Кулагин, 2015; Попкова и др., 2021). В зимний период семена березы, опадая на убираемые территории, могут также удаляться вместе со снегом с автомобильных или пешеходных дорог и вывозиться в специально отведенные для складирования снега места (обычно за пределы города). Если семена вместе со снегом попадут в благоприятные условия, то весной, после таяния снега, пройдя стратификацию, они способны прорасти. Нередко семена березы из-за своих малых размеров прилипают к колесам автомобилей или другим частям корпуса, чему способствует налипший в этих местах снег. В таком виде семена могут перемещаться на большие расстояния не только по городу, но и за его пределы. Из 202 осмотренных автомобилей на парковках близ берез в зимний период на поверхности 128 транспортных средств были обнаружены прилипшие семена берез. Количество прилипших к автомобилям семян при визуальном осмотре было примерно в 2–3 раза большим в сырую погоду или при оттепели, когда тает снежный покров и налипает вместе с семенами берез на корпус и колеса транспорта. По нашим наблюдениям, наиболее долго на поверхности автомобилей семена берез могут оставаться при понижении зимней температуры после оттепели, примерзая к корпусу и распространяясь на значительные расстояния. Скопления прилипших семян большей частью наблюдаются под крыльями корпуса, над колесами, единичные находки могут быть обнаружены в любых частях автомобиля, в том числе их значительное количество часто наблюдается в радиаторной решетке.

Если на территории города семена березы всё же попадут в благоприятные для их прорастания условия, то есть большая вероятность, что проростки берез будут удалены с газонов, клумб, палисадников, бульваров специальными службами озеленения, как элементы, не вписывающиеся в общую картину ландшафтного дизайна данной конкретной территории. Визуальное обследование трех административных районов города Воронежа не выявило ни одного экземпляра молодых берез, выросших путем самосева. Исходя из вышеизложенного,

следует отметить, что роль семенного расселения и развития березы повислой в условиях городской среды обитания крайне незначительна.

**Березы, растущие в условиях дикой природной среды.** В отличие от антропогенного городского ландшафта, наземный слой здесь представлен полноценной почвой с нормальным протеканием всех почвенных процессов, если почва не повреждена. Отсутствие твердых антропогенных покрытий оптимизирует тепловой, водный и газовый режим функционирования почв. На открытых участках своего обитания береза достаточно быстро образует хорошо развивающийся самосев, который распространяется от опушек лесов, осваивая новые, незаселенные другими деревьями и кустарниками, территории (Михин, Михина, 2014; Новикова и др., 2016; Кузнецова, Сауткина, 2019). В глубине леса, при высокой густоте размещения деревьев верхнего яруса и густом подлеске, распространение и прорастание семян берез затруднительно. Скорость ветровых потоков и жесткая конкуренция за жизненные ресурсы играют при этом первостепенную роль (Михина, Михин, 2013; Румянцев, 2019). Анемохорные семена березы в плохо продуваемой чаще леса не смогут распространяться на значительные расстояния от материнского дерева и, падая по близости, не выдерживают конкуренции за свет, питательные вещества, не достигают почвы, исчезая в лесной подстилке под действием различных фитофагов.

Особую роль в распространении семян березы на лесных территориях играют дороги и просеки, являясь своеобразными коридорами, где динамические характеристики ветровых потоков имеют более высокие значения в сравнении с территорией под пологом леса (Тимофеев, 2019). Это означает, что анемохорные семена березы могут распространяться по таким коридорам более эффективно. В осенний период до выпадения снега семена разносятся ветром по таким коридорам в большом количестве, особенно, если березы произрастают вдоль лесных дорог и распределяются относительно равномерно, оседая либо на самих дорогах, либо выдуваясь через них на другие территории, либо в теплые солнечные дни поднимаясь вместе с конвекционными потоками воздуха, исходящими от открытого пространства дороги более интенсивно, чем от территории над пологом леса, и осаждаясь в его чаще или улетая за лесные пределы.

После выпадения снега, распределение семян может меняться от относительно равномерного к агрегированному. Причиной тому являются несколько факторов. Во-первых, уплотненный и подмерзший сверху снежный покров в лесах и на открытых пространствах представляет собой относительно ровную и скользкую поверхность для перемещения по нему семян берез с помощью ветра. Они могут скользить по насту на большие расстояния до тех пор, пока не ослабнет сила ветра или на пути возникнут препятствия в виде каких-либо природных объектов (поваленные деревья, скопления травянистых растений, камней, неровности микрорельефа местности), антропогенных построек, дорог и так далее. Скапливаясь у таких препятствий, семена берез могут находиться возле них длительное время, пока ветер не изменит свое направление, или не возникнут другие факторы, способствующие дальнейшему их передвижению. Но, обычно, через некоторое время, меняются условия пребывания семян в местах их концентрации – меняются климатические факторы (температура, выпадение осадков), изменяется поверхностная структура снежного покрова, появляются животные потребители семян и так далее. Все это исключает дальнейшее передвижение семян по поверхности снежного покрова при помощи ветра. Семена остаются в таких местах до весны, образуя скопления, и, если затем прорастают, то из-за высокой степени внутривидовой конкуренции, многие их проростки обречены на скорую гибель.

Несколько иная картина складывается зимой на лесных дорогах. В замерзших колеях дорог семена берез также могут скапливаться в значительных количествах. При совпадении векторов направления дороги и ветряного потока семена будут распространяться по дорожной колее на километры. Максимальное удаление окрашенных в ходе эксперимента семян березы составляло около 2 км. Изменения конфигурации дороги (повороты, изгибы) и ее отклонение от вектора движения воздушных масс приведет, при достаточно большой силе и скорости ветра, к выбрасыванию семян из дорожной колеи и их дальнейшему

распространению по ледяному насту. Если же скорость и сила ветра малы, то семена будут скапливаться в колее на поворотах дороги. Значение для распространения семян по дорожной колее имеет также интенсивность транспортного потока. При высоком значении этого показателя семена могут в большом количестве вдавливаться в снег на дне дорожной колеи по всей ее протяженности. Если интенсивность движения низкая, семена, в случае их скопления на дорожных поворотах, также вдавливаются в снег, количественно накапливаясь там при последующих наслоениях семян, приносимых ветром в течение зимнего периода. Обладая малыми размерами и весом, семена берез могут прилипнуть к колесам и другим частям кузова автомобилей и распространяться по дорогам на многие километры.

В весенний период семена берез могут подхватываться придорожными ручьями талого снега и потоком воды также переноситься на большие расстояния. По нашим наблюдениям – от 20 до 600 м в зависимости от полноводности ручья и препятствий на его пути. При наличии последних, семена скапливаются у таких водных заторов, и их дальнейшее развитие будет происходить в условиях высокой конкурентной борьбы за ресурсы с высокой долей смертности проростков.

На открытых, безлесных, территориях роль дорог в ветровом распространении семян несколько снижается, но остается значимой при водном переносе семян. Ветер на лугах, степных и остепненных территориях относительно равномерен как над дорогой, так и над покрытой растительностью территорией, также сглажены различия в силе конвекционных потоков, поэтому дорожный фактор здесь нивелирован. Семена берез, опускаясь в травяной покров, уже не выдуваются ветром, оставаясь там до возможного прорастания. Экспериментально помещая семена на размеченную площадку пойменного луга, мы наблюдали за их движением при скорости ветра от 3 до 18 м/с – все семена оставались в траве, не выдуваемые ветром. В то же время на дороге семена реагировали на ветер при его скорости от 2 м/с, а при скорости 4 м/с и выше – могли отрываться от земли. На лесных дорогах скорость ветра может быть в несколько раз выше, чем под пологом леса, поэтому значимость дорог в распространении семян здесь выше в сравнении с открытой местностью.

Считается, что для формирования новых растительных сообществ необходим массовый занос семян на неосвоенные территории (Левина, 1957). Единично проросшие семена, развившиеся в деревья, у которых возможна только автогамия, в последствии не смогут сформировать полноценные популяции, способные к образованию ценозов (Удра, 1988). Тем не менее, семена берез из-за своих сравнительно малых размеров (около 3–4 мм) способны небольшими скоплениями распространяться с помощью ветра и воды на дорожных территориях внутри леса на расстояния, превышающие их перемещения вне дорог. В экспериментах О. И. Евстигнеева с соавторами (2017) по анемохорному распространению семян березы вне дорог, они улетали от исходной точки на максимальное расстояние 195–220 м. В наших исследованиях на лесных дорогах, как указывалось выше, семена могли перемещаться на расстояние до 2 км.

При всей важности роли дорог в распространении семян березы, все же первостепенную роль играет их парение и перенос в ветровых потоках до падения на поверхность почвы. При отрыве от материнского дерева семена улетают на значительные расстояния и равномерно распределяясь имеют больше шансов прорасти и развиваться во взрослое растение, выдержав конкуренцию за ресурсы. Дороги лишь способствуют их распространению, предоставляя дополнительные возможности, что, бесспорно, необходимо учитывать в биоэкологических исследованиях.

## **ВЫВОДЫ**

На анемохорное распространение семян березы повислой существенное влияние оказывают влажность воздуха и поверхностного слоя почвы, снежный покров и его состояние, рельеф местности, скорость, сила и направление ветра и антропогенный фактор, включающий луговые и лесные дороги, привносящие локальные изменения характеристик фоновых абиотических условий.

Роль семенного размножения березы в условиях городской среды и дикой природы резко отличаются. В городах в силу значительной площади, покрытой асфальтом и бетоном, а также из-за систематических уборок территории семенное прорастание и развитие деревьев практически невозможно. На визуально обследованной территории трех административных районов Воронежа не обнаружено ни одного молодого дерева березы, выросшего из семян путем самосева на свободных от твердых покрытий участках.

В условиях дикой природы особую роль в распространении семян березы, кроме всего прочего, играют дороги и просеки, которые являются своеобразными коридорами, где абиотические факторы будут отличаться от таковых под пологом леса. В частности, здесь происходит увеличение скорости ветровых горизонтальных потоков и возникновение конвекционных потоков воздуха от хорошо прогреваемой поверхности дорог, способствующих переносу семян на дальние расстояния.

Лесные дороги оказывают различное влияние на распределение семян в разные сезоны года. В бесснежный период придорожные потоки воды, формирующиеся на уплотненной почве грунтовых дорог или дорог с твердым покрытием, перенося семена берез, распределяют их по территории чаще агрегированно, чем равномерно. Это зависит от условий водного потока (полноводность, заторы на пути воды, микрорельеф и т. д.). В зимний период в заснеженных дорожных колеях могут скапливаться семена, сдуваемые в них ветром. По таким колеям, в зависимости от силы ветра и конфигурации дорог, семена могут распространяться на разные расстояния, распределяясь также неравномерно. Определенную роль в этом процессе играет и автотранспорт, колеса которого могут вдавливать семена берез в снег, прекращая их зимнее перемещение, либо распространять семена дальше, если они прилипают к внешним частям автомобиля. Таким образом, в наземном распространении и распределении семян в разные периоды года важную роль играют потоки воды и ветра на дорожных территориях.

Лесные дороги могут способствовать распространению семян берез за пределы лесного массива, так как ветер на дорогах способен выдувать семена из леса на открытые пространства, в то время как из-под полога леса, где ветровые потоки ослаблены и поверхность почвы покрыта лесной подстилкой и растениями, семена берез остаются лежать на земле и не развиваются во взрослое растение при высокой конкуренции за ресурсы, включая свет.

На открытых территориях роль дорог в распространении анемохорных семян меньше, чем на лесных дорогах. Различия ветровых потоков над дорогами и открытой территорией незначительны, в отличие от лесной территории, где скорость ветра над дорогами в несколько раз может превышать скорость ветра под пологом леса. На дорогах открытых территорий большее значение в распространении семян имеют водные потоки.

Дороги в распространении семян имеют второстепенное значение. Главную роль играют воздушные потоки, уносящие семена в момент их отрыва от материнского растения, до опускания их на землю. Распределение семян в этом случае более равномерно и выживаемость их выше.

Таким образом, в распространении семян березы повислой имеет значение комплекс факторов, значение которых может меняться в зависимости от присутствия дорог, пролегающих по естественным или урбанизированным территориям.

### Список литературы

- Ветчинникова Л. В., Титов А. Ф. Пространственная и возрастная структура популяций березы повислой и карельской березы // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. – 2021. – № 11. – С. 22–38.
- Валикханова К. К., Музафарова А. А., Гасымов Р., Галеев Э. И. Возобновление березы повислой на промышленных отвалах в Башкирском Зауралье // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2013. – № 1 (25). – С. 97–98.
- Вульф Е. В. Введение в историческую географию растений. – Л.: Изд-во сельскохоз. и колхозно-кооперативной литературы, 1932. – 356 с.

- Гарбарук Д. К., Углянец А. В., Воронцовская А. Н. Лесообразование в бывших населенных пунктах, расположенных на плодородных почвах в зоне отчуждения Чернобыльской атомной электростанции // Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. – 2021. – № 2 (246). – С. 36–50.
- Денисов А. К., Денисов С. А., Кудрявцев Е. К. Анемохория берез пушистой и бородавчатой // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 1973. – № 3. – С. 6–9.
- Евстигнеев О. И., Мурашев И. А., Коротков В. Н. Анемохория и дальность рассеивания семян деревьев восточноевропейских лесов // Лесоведение. – 2017. – № 1. – С. 45–52.
- Заика В. К., Криницкий Г. Т., Иваницкий Р. С. Естественное возобновление, лесоводственно-экологические и морфофизиологические особенности формирования насаждений на брошенных сельскохозяйственных землях северо-западного Подолья // Наукові праці Лісівничої академії наук України. – 2013. – № 11. – С. 41–50.
- Захаров В. М., Шкиль Ф. Н., Кряжева Н. Г. Оценка стабильности развития березы в разных частях ареала // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Биология. – 2005. – № 1. – С. 77–84.
- Климчук А. Т., Нашенов Ж. Б., Климчук С. К. Семенное размножение березы бородавчатой в условиях центрального Казахстана // Наука, техника и образование. – 2015. – № 2 (8). – С. 25–26.
- Кузнецова Н. Ф., Сауткина М. Ю. Состояние лесов и динамика их породного состава в центральном федеральном округе // Лесохозяйственная информация. – 2019. – № 2. – С. 25–45.
- Кулагин А. А., Николаева В. В. Весенние феноритмы березы повислой (*Betula pendula* Roth), произрастающей в городе Уфа (республика Башкортостан) // Вестник Башкирского университета. – 2014. – Т. 19, № 4. – С. 28–31.
- Левина Р. Е. Способы распространения плодов и семян. М.: Изд-во Моск. университета, 1957. – 360 с.
- Левина Р. Е. Морфология и экология плодов. Л.: Наука, 1987. – 160 с.
- Михин В. И., Михина Е. А. Агроресомелиорация в условиях адаптивно-ландшафтного земледелия центрального Черноземья // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. – С. 16–32.
- Михина Е. А., Михин В. И. Полезащитные насаждения Центрального Черноземья // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2013. – № 4. – С. 198–205.
- Новикова М. А., Грязькин А. В., Новиков Я. А., Любимова А. С., Сырников И. А. Структура и состояние подроста березы под пологом древостоев // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 5. – С. 58–63.
- Попкова А. В., Зыков И. Е., Федорова Л. В. К оценке стабильности развития березы повислой (*Betula pendula* Roth.) в условиях г. Орехово-Зуево // Современные здоровьесберегающие технологии. – 2021. – № 4. – С. 184–193.
- Румянцев Д. Е., Фролова В. А., Денисова Н. Б. Результаты дендрохронологических исследований в древостоях березы на территории домодедовского лесничества Московской области // Успехи современного естествознания. – 2019. – № 3. – С. 25–33.
- Сиволапов А. И., Алиев Э. В., Чеботарев В. В. Особенности создания культур сосны, березы и дуба на гарях Усманского бора // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6. – С. 9–21.
- Тагирова О. В., Кулагин А. Ю. Характеристика состояния насаждений березы повислой (*Betula pendula* Roth) с использованием методов относительного жизненного состояния деревьев и интегрального показателя стабильности развития растений (Уфимский промышленный центр, республика Башкортостан) // Известия Уфимского научного центра РАН. – 2015. – № 4 (1). – С. 160–167.
- Тимофеев А. Н. Факторы, влияющие на распространение семян ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior* L.). // Биологическое разнообразие и устойчивость лесных и урбоэкосистем. Первые международные чтения памяти Г. Ф. Морозова. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ». – 2019. – С. 129–131.
- Удра И. Ф. Расселение растений и вопросы палео- и биогеографии. – Киев: Наукова думка, 1988. – 197 с.
- Шмидт С. В. Биологические эффекты температурного воздействия на растения // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. – 2012. – № 7. – С. 122–127.

**Timofeev A. The role of wind and water flows in the distribution of birch seeds (*Betula pendula*) Roth, 1788 // Ekosistemy. 2023. Iss. 33. P. 144–151.**

An anemochore plant silver birch (*Betula pendula* Roth, 1788) disperses seeds with wind up to several kilometers from a parent plant. But even when the seeds fall down near a tree, they can continue their movement by means of water, or by the wind, rolling along the ground. This usually happens on roads and in the strips of roadside space. In warm season excessive rainfalls form streams of water on compacted road soil that can carry birch seeds over long distances. In winter, birch seeds can slide down snowy road tracks, driven by the wind and spreading over considerable distances. These methods of seeds disperse result in aggregated distribution. Forest roads can contribute to spreading of birch seeds outside the forest area, since the wind over the road is able to blow seeds out of the forest into open spaces. Under the forest canopy, wind flows are reduced and the soil surface is covered by forest litter and plants. In such conditions birch seeds remain lying on the ground, therefore, high competition for resources, including light, hinders their development into an adult plant. In open areas, the role of roads in distribution of anemochore seeds is less vivid than in the forest. Difference in the nature of wind flows in open area above roads and other territories is insignificant, while in the forest the wind speed over the road can be several times greater than in the thicket. Experiments show that in the roads of open areas, water flows have more substantial impact in seeds distribution. Despite significance of roads, wind plays a leading role in spreading birch seeds, bearing them before they hit the ground. When separated from the parent tree, the seeds fly away over considerable distances and, being evenly distributed, they have a greater chance of germinating and developing into an adult plant, withstanding competition for resources. Roads only facilitate their distribution, providing additional opportunities, which should undoubtedly be taken into account in bioecological studies.

*Key words:* *Betula pendula*, birch seed propagation, anemochore plants, forest roads.

*Поступила в редакцию 11.01.23*

*Принята к печати 02.02.23*