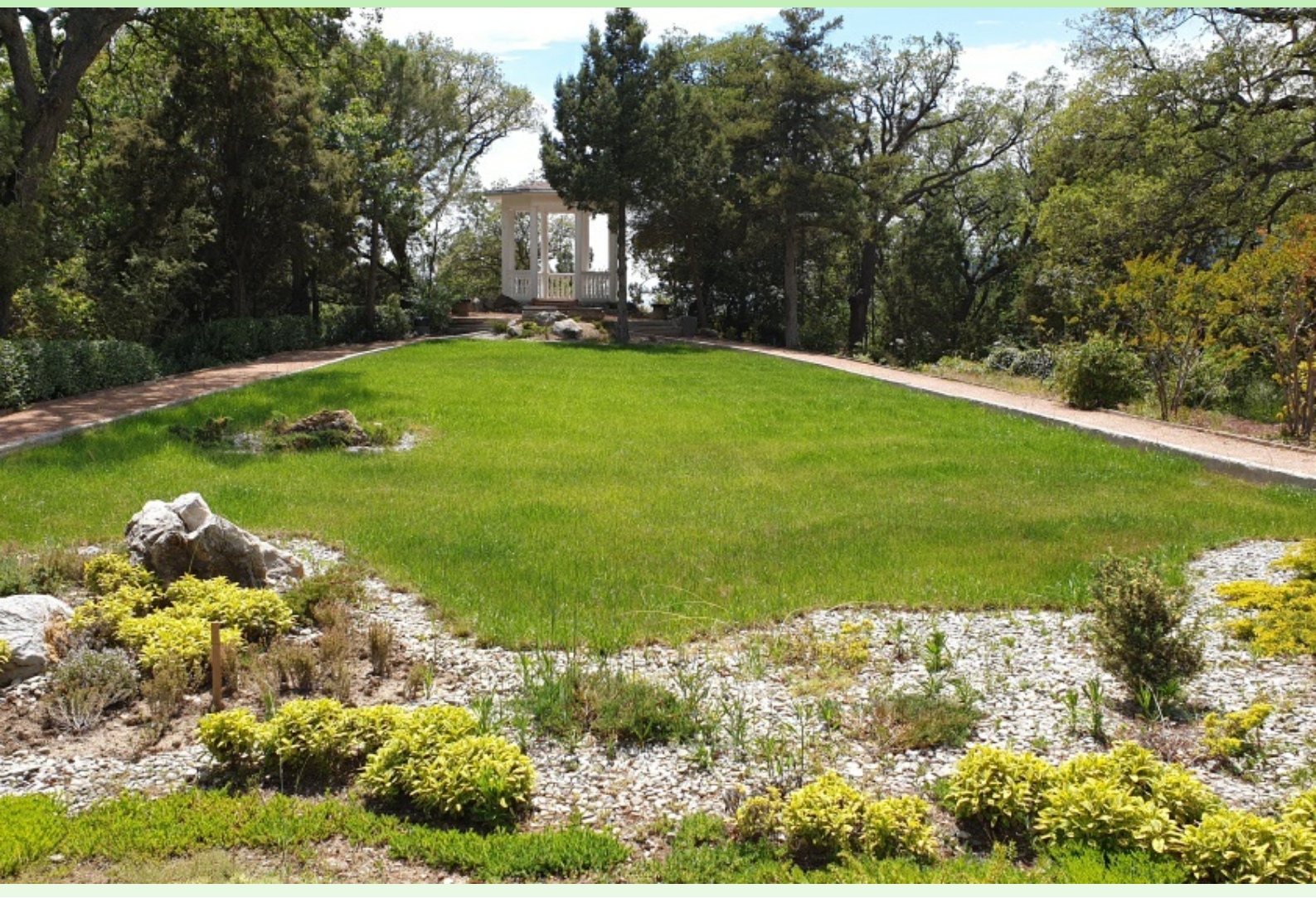




HORTUS BOTANICUS

Журнал Совета ботанических садов СНГ при МААН

19 / 2024



HORTUS BOTANICUS

Журнал Совета ботанических садов СНГ при МААН

19 / 2024

ISSN 1994-3849

Эл № ФС 77-33059 от 11.09.2008

Главный редактор

А. А. Прохоров

Редакционный совет

П. Вайс Джексон
В. Т. Ярмишко,
Лей Ши
Йонг-Шик Ким
В. Н. Решетников
М. С. Романов

Редакционная коллегия

Г. С. Антипина
Е. М. Арнаутова
А. В. Бобров
Ю. К. Виноградова
Е. В. Голосова
Е. Ф. Марковская
Ю. В. Наумцев
Е. В. Спиридович
К. Г. Ткаченко
А. И. Шмаков

Редакция

Е. А. Платонова
С. М. Кузьменкова
Е. В. Голубев

Адрес редакции

185910, Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Анохина, 20, каб. 408.

E-mail: hortbot@gmail.com

<http://hb.karelia.ru>

© 2001 - 2024 А. А. Прохоров

На обложке:

парк Монтедор с ротондой в Никитском ботаническом саду Национальном научном центре РАН. Фото Н. Носкова.

Разработка и техническая поддержка

Отдел объединенной редакции научных журналов ПетрГУ, РЦ НИТ ПетрГУ,
Ботанический сад ПетрГУ

Петрозаводск

2024

Семенное возобновление ясеня пенсильванского (*Fraxinus pennsylvanica* Marshall) в зеленых насаждениях города Петрозаводска

АНТИПИНА Галина Станиславовна	Петрозаводский государственный университет, пр. Ленина, 33, Петрозаводск, 185910, Россия antipina.galina2013@yandex.ru
ПЛАТОНОВА Елена Анатольевна	Петрозаводский государственный университет, пр. Ленина, 33, Петрозаводск, 185910, Россия teles@sampo.ru
МОРОЗОВА Анна Михайловна	Гимназия № 30 им. Музалева Д. Н., ул. Еремеева, 7, Петрозаводск, 185035, Россия morozova.anna.2007@yandex.ru

Ключевые слова:

наука, садоводство, ex situ,
биологические инвазии,
семенное размножение,
самосев, *Fraxinus*
pennsylvanica, Oleaceae

Аннотация:

Ясень пенсильванский (*Fraxinus pennsylvanica* Marshall) - инвазионный вид для многих европейских государств и регионов России. Существуют рекомендации об ограничении его использования в озеленении в связи с инвазионностью и возможным распространением опасного вредителя - ясеновой изумрудной узкотелой златки (*Agrilus planipennis* F.). Изучено семенное размножение ясеня пенсильванского в г. Петрозаводске (Республика Карелия). Определено количество цветков, плодов и семян на 1 суммарном метре приростов побегов прошлого года. Количество цветков на женских деревьях в среднем 4878, на мужских 5853 / 1 метр побега. Потенциальная семенная продуктивность составляет почти 5 тысяч семян / 1 суммарный метр побега. Завязываемость семян 28 %. Полевая всхожесть семян со стратификацией составляет 34 %. У сеянцев к осени сформировались верхушечные и боковые почки, что увеличивает шансы молодых растений на выживание зимой. Семенное возобновление у ясеня пенсильванского в городе ограничено. Проращение семян выражено слабо. Вместе с тем, можно видеть отдельные успешные примеры самосева ясеня пенсильванского, когда растения достигают возраста несколько лет и генеративного состояния. В Карелии ясень пенсильванский не проявляет себя как инвазионный вид, вредитель деревьев ясеновая изумрудная узкотелая златка в республике не зарегистрирован. Ясень пенсильванский не следует исключать из списка видов, используемых в озеленении Петрозаводска в современных условиях климата.

Получена: 23 января 2024 года

Подписана к печати: 11 августа 2024 года

Введение

Введение в культуру инорайонных видов древесных растений для озеленения северных городов значительно повышает видовое разнообразие зеленых насаждений; в условиях городской среды многие из них оказываются более декоративными, устойчивыми и долговечными, чем местные виды. Довольно часто интродуцированные виды представлены различными сортами и имеют эстетическое значение по разнообразию форм и окраски (Лантратова и др., 2007).

Вместе с тем, интродукция растений на новые территории может иметь и отрицательное значение. Широко известны инвазионные виды—«беглецы из культуры». Это растения, которые распространяются за пределы мест возделывания, внедряются в естественные растительные сообщества, вытесняют местные виды, наносят ущерб хозяйственной деятельности (Инвазивные растения и животные Карелии, 2021). Например, в Карелии ярким примером отрицательных последствий введения в культуру является борщевик Сосновского. Важно подчеркнуть, что инвазионные виды, даже не наносящие никакого вреда людям, отрицательно влияют на природную среду региона, так как изменяют структуру и функционирование естественных экосистем.

В связи с этим при проектировании зеленых насаждений следует принимать во внимание возможность нежелательной натурализации, то есть необходима оценка потенциальной инвазионности растений, которые предполагается включить в озеленение. Это особенно актуально для тех видов, которые в других регионах, сходных по природно-климатическим условиям, уже проявили себя как инвазионные (Виноградова и др., 2010). Так, в списке 50 потенциально инвазионных чужеродных видов Москвы и Московской области более половины (34 вида) представлены и во флоре Карелии (Майоров и др., 2020).

Объектом данного исследования является вид широколиственных деревьев – ясень пенсильванский (*Fraxinus pennsylvanica* Marshall), который используется в озеленении города Петрозаводска. Этот вид является инвазионным для многих областей Европейской части России, Сибири, Дальнего Востока (Виноградова и др., 2010; Черная книга флоры Сибири, 2016; Абрамова и др., 2021; Чёрная книга флоры Дальнего Востока, 2021; Литвинова, 2022).

Ясень пенсильванский успешно цветет и плодоносит в условиях Карелии, способен к самостоятельному семенному размножению, то есть дичает из культуры (Растения и лишайники..., 2010). В настоящее время он не входит в список инвазионных растений республики (Инвазивные растения и животные Карелии, 2021). Вместе с тем, учитывая его высокую инвазионную активность в других регионах России, необходимо изучение биологии, особенностей цветения, плодоношения, семенной продуктивности и всхожести семян в условиях нашей северной республики. Эти вопросы являются важными и актуальными для практики озеленения и экологии Петрозаводска.

Цель и задачи работы: дать характеристику семенного возобновления ясеня пенсильванского в зеленых насаждениях города Петрозаводска.

1. Рассмотреть рост побегов и формирование почек у деревьев ясеня пенсильванского.
2. Изучить потенциальную и фактическую семенную продуктивность ясеня пенсильванского, завязываемость семян.
3. Дать морфометрическую характеристику плодов (морфология, размеры, масса).
4. Определить всхожесть семян.
5. Изучить рост и развитие сеянцев первого года.
6. Изучить естественное семенное возобновление растений (самосев).
7. Оценить потенциальную инвазионность ясеня пенсильванского в условиях Петрозаводска и возможность использования этого вида в озеленении города.

Объекты и методы исследований

Ясень пенсильванский (*Fraxinus pennsylvanica* Marshall) – вид семейства Маслиновые (Oleaceae) порядка Маслиноцветные (Oleales) (Тахтаджян, 1987; <https://www.plantarium.ru>). По другим системам порядок Маслиноцветные не выделяется в самостоятельный таксон, семейство Маслиновые относится к порядку Ясноткоцветные (Lamiales) (<https://wfoplantlist.org/plant-list>).

Ясень пенсильванский – североамериканское растение. Его видовое название дано по штату Пенсильвания, где частично располагается ареал вида. Естественный ареал ясеня пенсильванского охватывает восточные и центральные районы Северной Америки (Виноградова и др., 2010) и во многом совпадает с ареалом другого инвазионного для Европы и Азии вида деревьев - клена ясенелистного.

Ясень пенсильванский - прямоствольное высокое дерево, на родине до 15-45 метров в высоту со стволом до 60 см толщиной, с трещиноватой серой корой. Молодые побеги с рыжеватым опушением, реже голые. Листья крупные, до 40 см, супротивные, непарноперистосложные, с 5-9 листочками. Листочки на коротких черешочках, заостренные, с гладким или зубчатым краем. Почки коричневые, иногда рыжеватые, опушенные или голые, почкорасположение супротивное (рис. 1) (Чепик, 1985; Виноградова и др., 2010; Булыгин, Ярмишко, 2003).



Рис. 1. Верхушечная и боковые почки на побегах ясеня пенсильванского. 18.02.2023.

Fig. 1. Apical and lateral buds on the shoots of *Fraxinus pennsylvanica*. 18.02.2023.

Растения двудомные. Соцветия – метёлки (рис. 2, 3). Цветки с простым чашечковидным сростнолистным околоцветником. В мужском цветке 2 тычинки. В женском цветке один пестик из двух плодолистиков (но формируется односемянный плод), рыльце пестика двухлопастное, завязь верхняя. Опыление - анемофилия.

Из цветков каждого соцветия на женских деревьях формируются свисающие вниз плоды (рис. 4, 5). Плоды – однокрылатки (орешки с удлинённым однобоким крылом) длиной 2-7 см при ширине 5-12 мм, сначала светлые, желтовато-зелёные, потом светло-бурые. Плод и семя узкие, веретеновидные. Орешек продолговато-эллиптический, значительно короче свободной части крыла. Крыло плоское, ланцетное, охватывает орешек только в его верхней части. Семенное гнездо не крылатое, составляет около 1/3 длины плода (Чепик, 1885; Виноградова и др., 2010). Крыло обеспечивает анемохорию: крылатки способны к вращательному (ротирующему) движению и к горизонтальному полету при сильном ветре.

Распространение плодов продолжается и зимой, плоды могут разноситься также по насту. Может наблюдаться и синзоохория (Левина, 1987). У ясеня крылатки висят на дереве долго – плоды предыдущего года висят на дереве в период нового цветения, а в июле можно видеть на отдельных побегах женского растения плоды и текущего, и предыдущего года.



Рис. 2. Начало роста побегов ясеня пенсильванского с женскими соцветиями. 22.05.2023.

Fig. 2. Beginning of growth of *Fraxinus pennsylvanica*'s shoots with female flowers. 22.05.2023.

При удалении основного ствола наблюдается образование пневой поросли, растение приобретает кустовидную форму. Многолетние побеги из спящих почек в основании ствола цветут, у женских растений плодоносят.

Ясень пенсильванский в Северной Америке широко используется в городском озеленении, для создания ветрозащитных полос. Известны культивары: 'Patmore' с пирамидальной или овальной кроной, 'Summit' с узкой кроной, 'Marshall's Seedless' с округлой кроной и меньшей морозостойкостью, 'Kindred', 'Cardan' и другие (Brakie, 2013). В Европе ясень пенсильванский выращивается с начала 18 века, был завезен как

декоративное дерево и для получения древесины в пойменных лесах (Schmiedel et al., 2013).



Рис. 3. Женские соцветия ясеня пенсильванского.
22.05.2023.

Fig. 3. Female inflorescences of *Fraxinus pennsylvanica*.
22.05.2023.



Рис. 4. Плодоношение ясеня пенсильванского.
29.08.2023.

Fig. 4. Fruiting of *Fraxinus pennsylvanica*.
29.08.2023.



Рис. 5. Крылатки ясеня пенсильванского. 1.10.2023.

Fig. 5. The fruits of *Fraxinus pennsylvanica* – samaras. 1.10.2023.

Дичание ясеня пенсильванского, его «уход из культуры», натурализация относится ко второй половине 20 века. Сеянцы этого вида оказались более устойчивым к разливам рек, чем у местных видов деревьев, поэтому растение продолжает внедряться в поймы рек Европы, создавая новые типы биотопов на участках, где другие деревья ранее отсутствовали

(Schmiedel et al., 2013). В настоящее время во многих странах Европы (Kremer et al., 2006; Ryšek et al., 2022) он считается инвазионным видом, приуроченным, главным образом, к пойменным лесам и берегам водных путей. По характеру негативного воздействия относится к группе видов, проявляющих высокую конкурентную способность и изменяющих структуру естественных экосистем (Ryšek et al., 2022), то есть видов-трансформеров.

В России ясень пенсильванский часто используется в городском озеленении, при создании лесополос в южных областях (Виноградова и др., 2010). В ряде регионов России этот вид в настоящее время имеет статус инвазионного, распространяется самосевом по открытым рудеральным местообитаниям, обочинам дорог, нарушенным листовенным лесам, пойменным лесам, берегам рек (Виноградова и др., 2010, 2011; Фирсов, Бялт, 2015; Майоров и др., 2020; Чёрная книга флоры Дальнего Востока, 2021; Литвинова, 2022; Магомедова, 2013). Внесен этот вид и в перечень «Самые опасные инвазионные виды России» (2018), а в Поволжье отнесен к видам-трансформерам (Васюков, 2012). Показано, что массовое распространение ясеня пенсильванского оказывает угнетающее влияние на местные виды деревьев.

Кроме того, в ряде регионов с ясенем пенсильванским связано расселение опасного вредителя – ясеновой изумрудной узкотелой златки (*Agrilus planipennis* F.), что приводит к гибели деревьев не только ясеня пенсильванского, но и других видов ясеня (обыкновенного, американского, китайского, маньчжурского и других) (Виноградова и др., 2010). На территории Карелии ясеновая изумрудная узкотелая златка пока не отмечена, однако вид уже зарегистрирован на территории Ленинградской области, и выявление этого насекомого в Карелии может быть вполне вероятным (Инвазивные растения и животные Карелии, 2021). В связи с интенсивной натурализацией вида и поддержанием этим распространения опасного насекомого-вредителя существует предложение о прекращении использования ясеня пенсильванского для озеленения и посадок в лесополосах (Виноградова и др., 2010, 2011; Черная книга Сибири, 2016; Самые опасные..., 2018). Возможна выборочная рубка деревьев с удалением женских экземпляров.

Ясень пенсильванский входит в состав флоры Карелии как вид, дичающий из культуры. Растения цветут и плодоносят, наблюдается самосев по нарушенным участкам почвы (Лантратова, 1991; Антипина, 2002; Кравченко, 2007; Растения и лишайники..., 2010).

В Гербарии ПетрГУ хранятся гербарные листы этого вида 1947 и 1952 гг. из города Сортавалы и Сортавальского района Карело-Финской ССР (бывшая территория Финляндии) (рис. 6, 7). Но вид появился на территории Карелии раньше: самосев ясеня пенсильванского был впервые отмечен Р. Регелем на острове Валаам в 1917 году (Виноградова и др., 2010).

В монографии А. С. Лантратовой с соавторами (2007) отмечено, что этот высоко декоративный вид из Североамериканского интродукционного центра представлен в зеленых насаждениях разных городов Карелии и отнесен к перспективным для озеленения видам. По данным И. Т. Кищенко (Kishchenko, 2020), ясень пенсильванский уступает по морозостойкости ясеню обыкновенному, но в целом успешно растет и плодоносит в Карелии. По данным А. В. Еглачевой (2007), ясень пенсильванский в условиях Карелии является зимостойким видом, за вегетационный период происходит восстановление обмёрзших зимой побегов.

У ясеня пенсильванского в Карелии, по сравнению с более южными и восточными регионами России, не выражено массовое самостоятельное семенное размножение. Этот вид не включен в список инвазионных видов нашей республики (Инвазивные растения и животные Карелии, 2021). Но, учитывая его высокую инвазионную активность в других регионах России и поддержание за счет ясеня пенсильванского распространения опасного вредителя - ясеновой узкотелой изумрудной златки, необходимо изучение биологии размножения и возможности натурализации и распространения этого вида в условиях

Карелии с точки зрения оценки его потенциальной инвазионности.

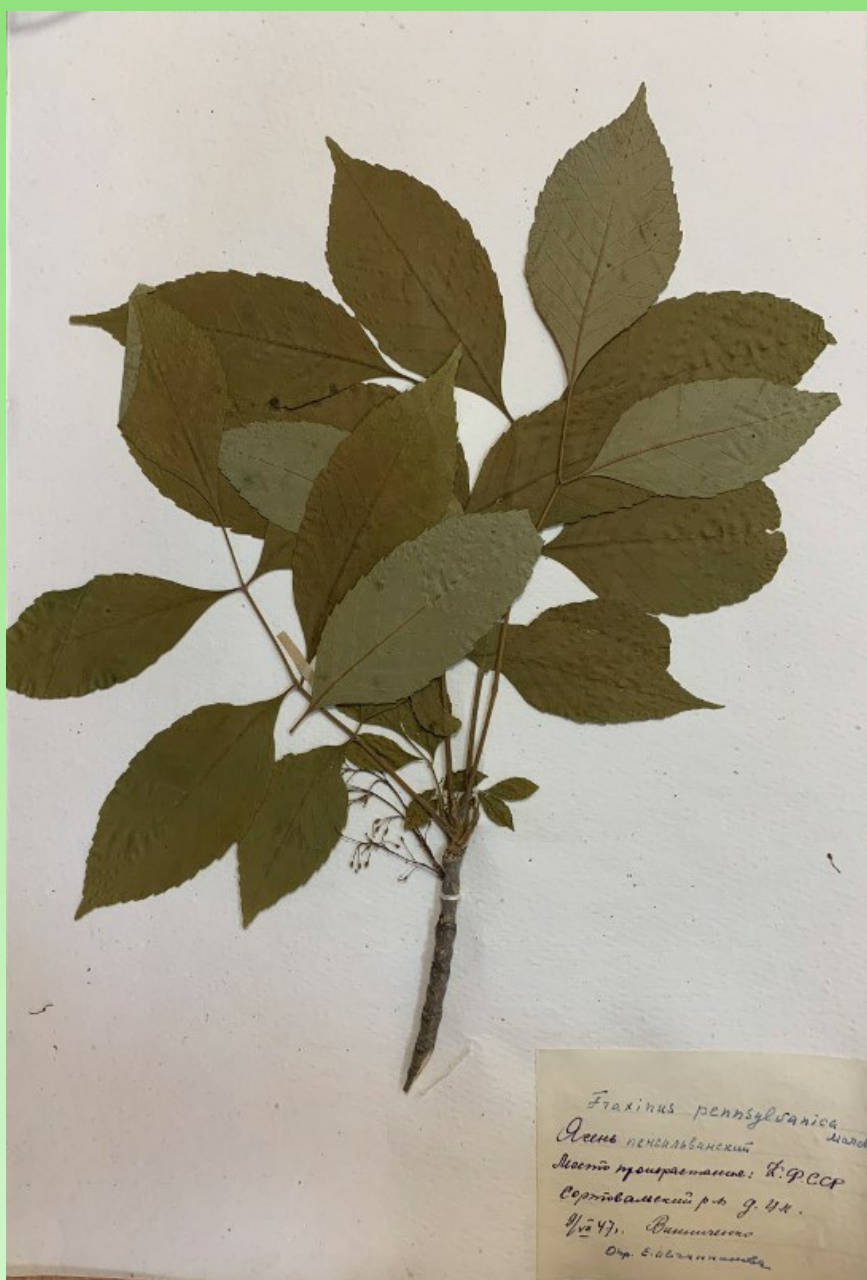


Рис. 6. Гербарный лист ясеня пенсильванского. Сортавальский район Карело-Финской ССР. 0.07.1947. Коллекторы Е. Ф. Винниченко, Е. А. Овчинникова.

Fig. 6. The herbarium sample of *Fraxinus pennsylvanica*. Sortavala region of the Karelo-Finnish SSR. 0.07.1947. Collectors E. F. Vinnichenko, E. A. Ovchinnikova.

Исследования проводили в зеленых насаждениях г. Петрозаводска (Южная Карелия). Климат Карелии можно охарактеризовать как переходный от морского к континентальному. В течение года преобладают воздушные массы атлантического и арктического происхождения. Близость Балтийского, Белого и Баренцева морей, интенсивная циклоническая деятельность во все времена года, комплекс местных, крайне разнообразных природных факторов обуславливают продолжительную, но не суровую зиму, относительно высокую влажность воздуха, значительное количество осадков и неустойчивые погодные условия в течение всех сезонов. В Южной Карелии проходит граница 3 и 4 зон морозостойкости. Среднегодовая температура в Петрозаводске за последние 10 лет — $+4.41^{\circ}$, годовое количество осадков — 632 мм (расчет [по данным метеостанции 22820](#)).

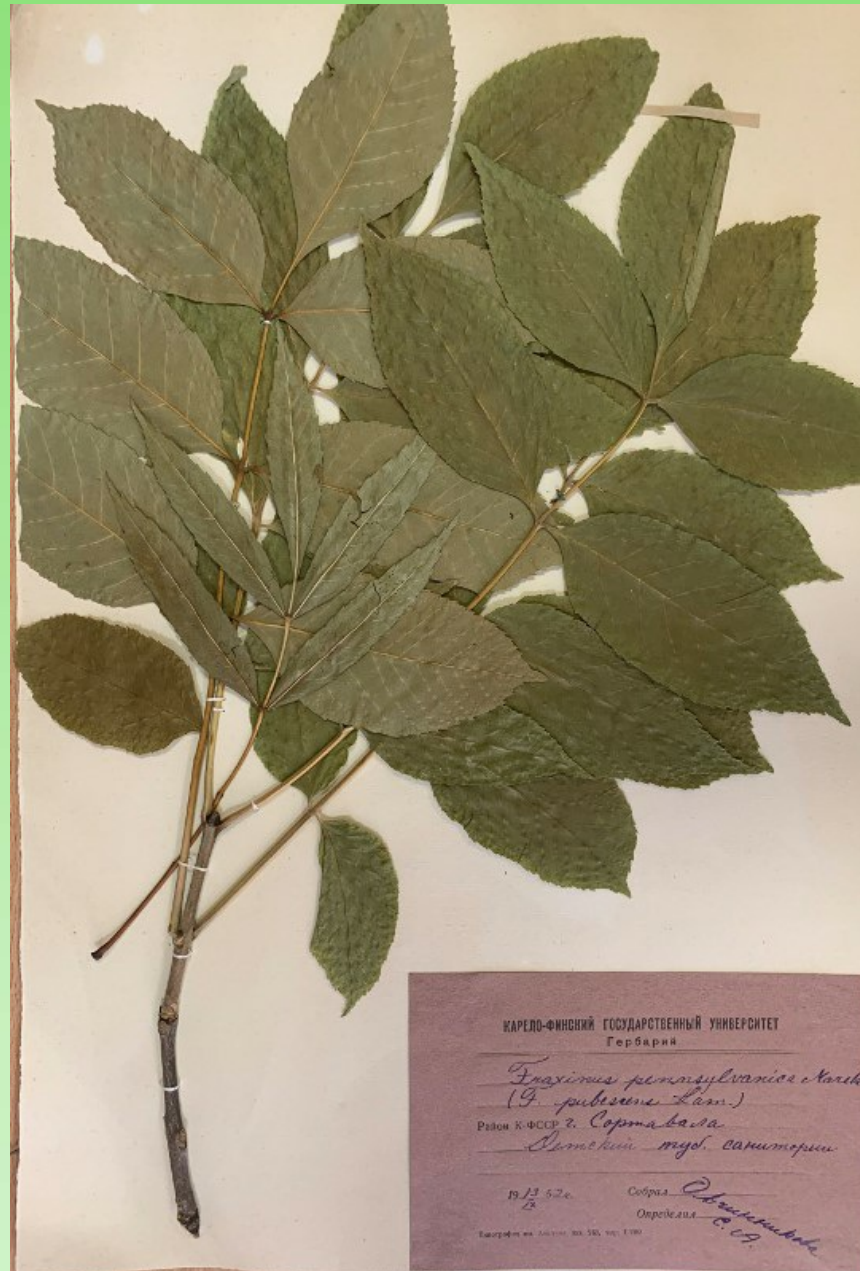


Рис. 7. Гербарный лист ясеня пенсильванского. Город Сортавала. 13.09.1952. Коллектор Е. А. Овчинникова.

Fig. 7. The herbarium sample of *Fraxinus pennsylvanica*. City Sortavala. 13.09.1952. Collector E. A. Ovchinnikova.

Основную часть исследований проводили в центральной части города, на Пионерской аллее (ул. Анохина) и парке Ямка (бывший парк Онежского тракторного завода). Наблюдения за самосевом выполнены также в других районах Петрозаводска.

Замеры приростов

Измерения прироста производили в 2022 и 2023 гг. у генеративных растений возрастом около 30 лет, произрастающих на Пионерской аллее (улица Анохина). Среди растений представлены типичные одноствольные деревья высотой до 10 м и деревья, имеющие жизненную форму дерева-куста высотой до 5-6 метров. Исследовали как женские, так и мужские экземпляры. Измеряли годовые приросты в 2022 и в 2023 году осенью после завершения роста побегов. Всего было измерено по 20 приростов побегов со всех сторон кроны у женских (5 деревьев) и мужских (2 дерева) экземпляров.

Определение потенциальной и реальной семенной продуктивности

Определение количества цветков и плодов и их соотношения позволяет определить потенциальную (то есть максимально возможную) и фактическую (то есть реальную) семенную продуктивность и установить степень успешности семенного размножения растений. Особенно важен этот показатель для инвазионных и потенциально инвазионных видов растений.

У ясеня соцветия формируются из боковых почек на приростах прошлого года. Боковые почки смешанные: нижние метамеры вегетативные (формируют стебель и листья), верхние – генеративные (формируют соцветия и цветки). Расположение почек супротивное, в зависимости от числа пар почек на прошлогоднем побеге формируются от 1 до 4 пар супротивно расположенных соцветий, а затем (на женских экземплярах) – плодов.

Определение количества цветков и плодов проводится или на единицу площади кроны дерева, или на единицу длины побега (Корчагин, 1960). В данной работе использовали методику определения количества цветков и плодов на 1 суммарный метр годового прироста побегов. Длина годового побега 1 метр складывалась из суммы нескольких (от 14 до 32) годовых приростов 2022 года, на которых весной (май 2023 года) учитывали количество цветков, а осенью (сентябрь 2023 года) на женских экземплярах – количество плодов.

Количество цветков подсчитывали в пятикратной повторности - на пяти многолетних побегах с суммарной длиной годовых приростов 2022 года по 1 метру. Подсчет количества женских цветков позволило оценить потенциальную семенную продуктивность, то есть максимально возможное количество плодов и семян. У ясеня с плодом-крылаткой этот показатель соответствует количеству женских цветков.

Подсчет количества плодов выполняли для оценки фактической (реальной) семенной продуктивности, так как не все цветки дают плоды и семена. У ясеня количество семян соответствует количеству односеменных плодов. По соотношению реальной и потенциальной семенной продуктивности определили завязываемость семян.

Морфометрия плодов

Сбор плодов провели у одних и тех же деревьев в декабре 2022 года и октябре 2023 года. С каждого дерева брали по 50 плодов, затем делали смешанную пробу. Из средней пробы отбирали нормально развитые неповрежденные плоды для дальнейшей работы.

С помощью миллиметровой бумаги измеряли суммарную длину плода, отдельно длину орешка и крыла, ширину орешка и крыла. Измеряли по 100 плодов в 2022 и в 2023 гг. Определение массы воздушно-сухих плодов-крылаток проводили в 5 повторностях на основе стандарта [ГОСТ 13056.4-67 «Семена деревьев и кустарников. Методы определения массы](#)

[1000 семян» \(1985\).](#)

Определение всхожести семян

Всхожесть семян – важный показатель, который указывает на степень созревания зародыша семени, следовательно, семенного возобновления растений и получения нового урожая плодов и семян. Для инвазионных растений он особенно важен, так как показывает возможность семенного размножения вида в новом для него регионе и косвенно служит для прогноза расселения нежелательного вида. Всхожесть оценивали согласно [ГОСТ 13056.6-97. «Семена деревьев и кустарников. Метод определения всхожести» \(1998\)](#). В данной работе определена полевая (грунтовая) всхожесть семян.

В практике сельского и лесного хозяйства используют стратификацию семян, то есть выдерживание влажных семян или плодов в холодных условиях. Стратификация применяется для ускорения прорастания семян, в том числе семян деревьев и кустарников. Пробы для определения всхожести по 100 плодов отбирали в декабре после кратковременных морозов. При этом одна проба 100 плодов была поставлена на дополнительную стратификацию, т.к. имеются рекомендации более продолжительной холодной стратификации для прорастания семян (Николаева и др., 1985). У плодов отрезали крыло, так как на нем часто развивается мицелий грибов. Влажные плоды выдерживали в холодильнике при температуре 4 °С в течение 1 месяца - с 11 марта по 9 апреля 2023 г. Плоды из второй пробы сеяли без дополнительной стратификации.

После стратификации семена выдерживали увлажненными на рассеянном освещении при комнатной температуре в течение трех недель - с 9 по 29 апреля 2023 г. В таких же условиях выдерживали нестратифицированные семена.

На участке в пос. Шуя была организована опытная грядка (61,9° с. ш., 34,3° в. д.) размером 3х0,5 м. Почва подзолистая, окультуренная. Посев производили на глубину 2-3 см. При необходимости осуществляли полив. По мере прорастания семян подсчитывали количество всходов.

Наблюдения за самосевом деревьев

Основные наблюдения за самосевом, то есть естественным прорастанием семян и развитием проростков, проводили с мая по октябрь 2023 года на Пионерской аллее (ул. Анохина). Определяли плотность (количество проростков на 1 кв. метр почвы) и состояние сеянцев. Самосев деревьев также был выявлен в ряде других районов Петрозаводска.

Результаты и обсуждение

Приросты побегов

Рост побегов у генеративных деревьев ясеня пенсильванского продолжается с середины мая - начала июня до конца июля - начала августа (Кищенко, Потапова, 2014), в конце августа у побегов текущего прироста формируются почки. Почкорасположение супротивное: на годичном приросте формируются от 1 до 4 пар почек. Приросты верхушечных побегов больше, чем боковых (табл. 1). Длина приростов зависит от условий роста побегов: если побеги находятся на более освещенной стороне (например, обращены в сторону проезжей части), то приросты длиннее, чем у побегов на теневой стороне (например, обращенные в сторону домов). Размер приростов по годам различаются незначительно у женских экземпляров и более существенно – у мужских (табл. 1). Особенно длинные приросты характерны для побегов, формирующихся в основании ствола из спящих почек. На стороне,

обращенной к открытому пространству (к проезжей части улиц в нашем случае), зафиксированы такие побеги длиной до 120 см.

Таблица 1. Приросты побегов ясеня пенсильванского в 2022 и 2023 гг.

Table 1. Annual shoots length of *Fraxinus pennsylvanica* in 2022 and 2023.

Женские экземпляры			Мужские экземпляры		
Год	Побеги	Приросты, см	Год	Побеги	Приросты, см
2022	Верхушечные	14.3±3.3	2022	Верхушечные	10.0±2.8
	Боковые	3.3±0.3		Боковые	3.8±2.4
2023	Верхушечные	13.5±1.4	2023	Верхушечные	16.3±2.4
	Боковые	4.2±0.4		Боковые	5.8±1.0

Таким образом, для ясеня пенсильванского в зеленых насаждениях Петрозаводска характерен завершённый процесс побегообразования и стабильный прирост побегов от 3 до 16 см за вегетационный период.

Потенциальная и реальная семенная продуктивность

В 2023 г. цветение деревьев ясеня пенсильванского продолжалось с начала до конца мая, т.е. происходило в более ранние сроки по сравнению с литературными данными (Кищенко, Потапова, 2014). У ясеня пенсильванского количество цветков на побегах очень велико: у женского экземпляра варьирует от 3,5 тыс. до 6,5 тыс. / 1 суммарный метр побега (в среднем 4878 цветков), у мужского экземпляра от 4,8 тыс. до 7,4 тыс. / 1 метр побега (в среднем 5853 цветка).

Исходя из количества женских цветков исследованного вида можно оценить потенциальную семенную продуктивность, то есть то количество семян, которое сформировалось бы на побеге при условии, что из каждого женского цветка сформировался плод с 1 семенем. Как видно из таблицы 2, каждый суммарный метр годичного прироста побегов потенциально может формировать около 5 тысяч семян. Однако, как показывает подсчет сформировавшихся плодов, этот потенциал растений реализуется в северных условиях не полностью. Реальное количество плодов–крылаток варьирует от 832 до 1960 на 1 метр, в среднем 1371 плодов на 1 метр годичного прироста предыдущего года. Соотношение фактической и потенциальной семенной продуктивности показывает завязываемость семян, то есть долю семязачатков, которые развиваются в семена.

Таблица 2. Семенная продуктивность и завязываемость семян ясеня пенсильванского

Table 2. Seed productivity and seed set of *Fraxinus pennsylvanica*

Семенная продуктивность, шт. семян / 1 суммарный метр побега		Завязываемость семян, %
потенциальная	фактическая	
4878±493	1371±222	28

Результаты показывают, что у ясеня пенсильванского семена формируют менее трети женских цветков. Суммарная длина годичных приростов у взрослого дерева, вероятно, составляет несколько десятков метров. Таким образом, на каждом женском экземпляре ясеня даже при невысокой завязываемости семян формируются несколько тысяч плодов и семян, которые ветром разносятся от материнского дерева. Сведения о семенной

продуктивности ясеня пенсильванского в литературе единичны. Есть данные о высокой семенной продуктивности ясеня пенсильванского в регионах средней Европы – от 25-50 тыс. (Clausen, 1979, цит по Schmiedel, 2013) до 220-280 тыс. семян на одно дерево (Schmiedel, 2010).

Семенная продуктивность исследованного вида не является постоянной величиной и меняется по годам в зависимости от конкретных погодных условий. Так, в 2022 году фактическая семенная продуктивность в Петрозаводске была ниже - 791 шт. семян / 1 суммарный метр побега (Платонова и др., 2023).

Морфометрия плодов (размеры и масса)

Согласно данным из регионов России и ближнего зарубежья, длина крылатки ясеня пенсильванского находится в диапазоне 30-70 мм, ширина крыла 5-12 мм (Аблаев и др., 2009; [Ботанические коллекции МГУ, 2024](#); [Растения Беларуси, 2024](#)). Размеры плодов и их отдельных элементов (крыла, орешка) ясеня пенсильванского в условиях Карелии соответствуют видовым характеристикам (табл. 3).

Таблица 3. Размеры и масса плодов ясеня пенсильванского

Table 3. Sizes and weight of *Fraxinus pennsylvanica*'s seeds

Год	Общая длина, мм	Длина орешка, мм	Ширина орешка, мм	Длина крыла, мм	Ширина крыла, мм	Масса 1 плода, мг	Масса 1000 плодов, г
2022	46.0±0.5	18.1±0.3	3.1±0.1	31.2±0.4	6.9±0.1	41.5-51.5	45.9±0.1
2023	43.7±0.7	17±0.5	2.9±0.1	27.2±0.5	6.2±0.1	42.8 - 52.6	49.8±0.8

Средняя масса плодов – это видовой признак, хотя он зависит от региона произрастания растений и погодных условий в период созревания плодов и семян. Стандартом для деревьев и кустарников предусмотрено определение массы 1000 семян, но у кленов, ясеней, вязов определяют массу не семян, а 1000 односемянных плодов-крылаток.

Диапазон массы одного плода-крылатки ясеня пенсильванского в условиях Карелии составляет 41.5-52.6 мг, средняя масса воздушно-сухих 1000 плодов оказалась 46-50 г (табл. 3). В 2022 году масса 1000 плодов этого же вида в зеленых насаждениях Петрозаводска была несколько ниже – 37.8-39.6 г (Платонова и др., 2023). Вариабельность показателя демонстрирует индивидуальные биологические особенности разных деревьев, а также может быть связана с погодными условиями вегетационного сезона. В целом, масса плодов ясеня пенсильванского в зеленых насаждениях Петрозаводска соответствует видовой норме. Так, масса 1000 семян очищенных (без крыла), собранных в природных популяциях Северной Америки, составляет 24-74 г (Bonner, Karrfalt, 2008), в Беларуси масса 1000 неочищенных плодов – 44 г ([Растения Беларуси, 2024](#)), Ташкенте – 25-50 г (в среднем 37 г) (Аблаев и др., 2009), Владивостоке 17-24 г (Шихова, Орехова, 2010), Йошкар-Оле 36-56 г (Мухамедова, Семенова, 2023).

Всхожесть семян

Плоды ясеня были посеяны в грунт в апреле 2023 года в двух вариантах опыта – с продолжительной стратификацией и без дополнительной стратификации - (по 100 плодов в каждом варианте). В первом опыте плоды, собранные в декабре 2022 года, находясь до этого времени на дереве, прошли холодную стратификацию в течение нескольких недель.

Во втором опыте плоды, согласно рекомендациям (Николаева и др., 1985), дополнительно стратифицировали в течение 1 месяца.

Первые всходы в грунтовых посевах начали появляться через 10-12 дней. Прорастание семян продолжалось с начала мая до начала июля. За 6 месяцев наблюдения несколько всходов в каждом варианте опыта погибли. Динамика прорастания представлена на рис. 8.

Всхожесть семян без дополнительной стратификации и дополнительно стратифицированных семян ясеня составила соответственно 28 и 34 %. Лабораторная стратификация несколько повышает всхожесть семян. Ранее для Петрозаводска для стратифицированных семян 2021 года, которые проращивались в вегетационных сосудах в Ботаническом саду ПетрГУ, всхожесть семян ясеня пенсильванского составила 54 % (Платонова и др., 2023).

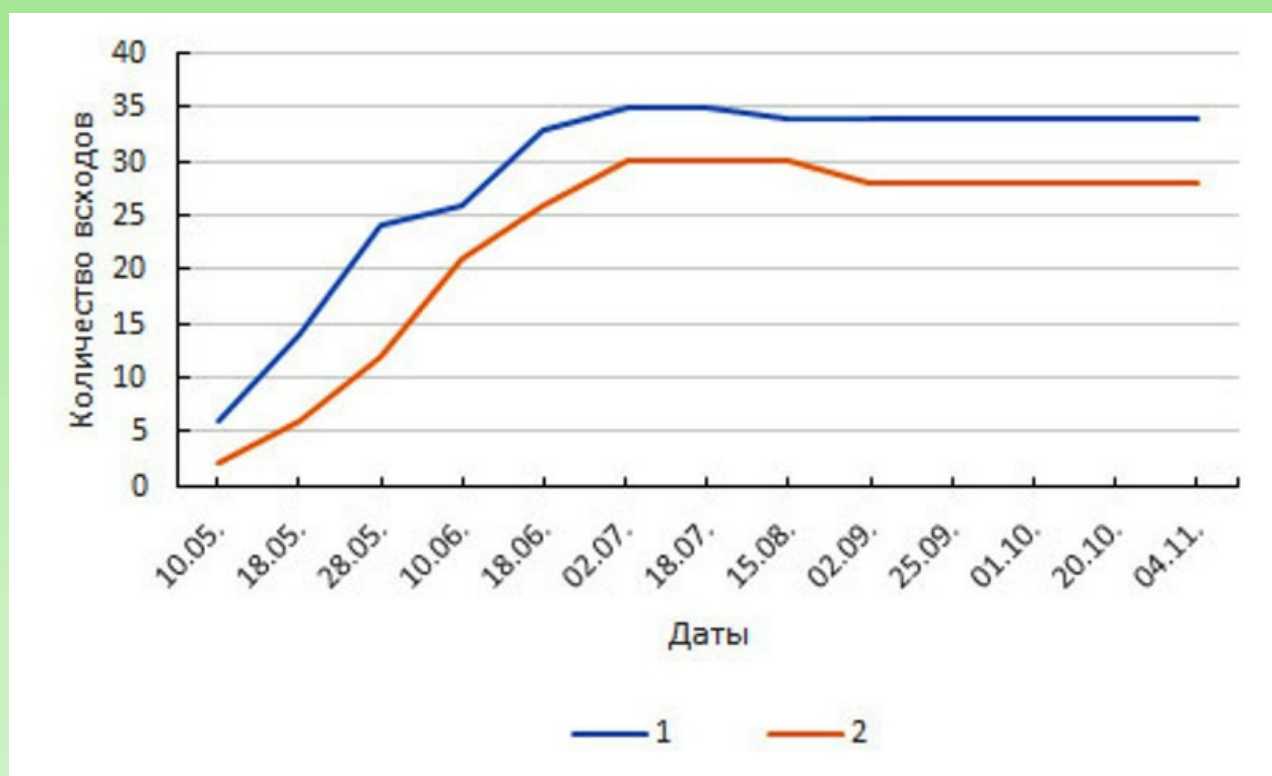


Рис. 8. Динамика прорастания семян и сохранности сеянцев ясеня пенсильванского. 1 – длительно стратифицированные семена, 2 – семена без дополнительной стратификации.

Fig. 8. Dynamics of seed germination and survival of *Fraxinus pennsylvanica*'s seedlings. Experiment: 1 – with long-stratified seeds, 2 – with seeds without long stratification.

Всхожесть семян ясеня пенсильванского, произрастающего в Петрозаводске, уступает показателям, приведенным для деревьев природных популяций Северной Америки. На родине этот показатель варьирует от 60 до 90 %, в лабораторных условиях - около 80 % и более (Preece et al, 1995; Bonner, Karrfalt, 2008). В то же время, в отдельные редкие годы ясень пенсильванский дает всего 25 % полноценных семян (Preece et al., 1995), что сопоставимо с нашими данными. Тем не менее, ясень пенсильванский в более северных, по сравнению с природным ареалом, условиях способен формировать полноценные плоды и семена, которые могут обеспечить возобновление этого вида.

Развитие сеянцев ясеня пенсильванского в полевом опыте показано в таблице 4 и рис. 9-10. За 6 месяцев растения прошли путь от прорастающих семян до сеянцев высотой 4-12 см. У сеянцев к осени сформировались верхушечные и боковые почки, что увеличивает шансы

молодых растений на выживание зимой.

Таблица 4. Развитие сеянцев ясеня пенсильванского в экспериментальном посеве в открытом грунте (посев 30 апреля 2023 г.)

Table 4. Growth of *Fraxinus pennsylvanica*'s seedlings in experimental sowing in open ground (sowing April 30, 2023)

Дата	Описание сеянцев
10-15 мая	Появление первых всходов.
16-28 мая	Сеянцы с семядольными листьями. Высота растений 1-2 см.
10 июня	Сеянцы с семядольными листьями, единичные формируют первую пару настоящих листьев. Высота растений 2-4 см.
18 июня	Все сеянцы имеют пару семядольных и две пары настоящих листьев. Высота растений 2-5 см.
2 июля	Все сеянцы имеют пару семядольных и две пары настоящих листьев. Высота растений 2-7 см.
18 июля	Часть сеянцев сформировала третью пару настоящих листьев, листья простые цельные. Семядольные листья сохраняются. Высота растений 2-9 см.
15 августа	Сеянцы имеют три или четыре пары настоящих листьев, листья простые, цельные. Семядольные листья сохраняются у половины растений. Высота 2-10 см.
2 сентября	Сеянцы имеют три или четыре пары настоящих листьев, листья простые, цельные. Семядольные листья сохраняются у трети растений. Высота 4-12 см. У половины сеянцев начала формироваться верхушечная почка, боковых почек нет. Листья зеленые. Рост сеянцев заканчивается.
25 сентября	Рост сеянцев закончился. Высота 4-12 см, диаметр стволика у основания 4-5 мм. Почти у всех сформирована верхушечная почка, боковые почки появились у половины растений. У половины сеянцев сохраняются семядольные листья. Листья простые, цельные, зеленые.
1 октября	Высота 4-12 см, диаметр стволика у основания 4-5 мм. У всех сформированы верхушечные и боковые почки. Семядольные листья сохраняются у единичных сеянцев. Начало осенней окраски листьев.
20 октября	После первых заморозков листья в основном опали, но у половины растений сохраняются самые верхние листья. Верхушечные почки размером 2-3 мм, боковые около 1 мм.
4 ноября	После снегопада и заморозка до -5 градусов листья опали полностью. Сеянцы в снегу, но верхушки отдельных стволиков видны над снегом.
Декабрь	После сильных снегопадов и формирования устойчивого снежного покрова сеянцы полностью покрыты снегом.

Развитие сеянцев ясеня продолжается с начала мая до начала сентября, в сентябре формируются верхушечные и боковые почки. Учитывая количество плодов, которые образуются на деревьях ясеня пенсильванского, то даже при невысокой всхожести семян количество новых растений при благоприятных условиях может измеряться сотнями.

Самосев деревьев в условиях города

Для исследуемого вида в Петрозаводске отмечен самосев (Еглачева, 2007; Кравченко, 2007), то есть естественное семенное возобновление, самостоятельное развитие молодых растений из семян местной репродукции.

Наблюдения за самосевом выполнены на Пионерской аллее на ул. Анохина. Осенью 2022 года на Пионерской аллее проводилась реконструкция освещения, затем на газоны была завезена почва. Так на аллее образовались полосы плодородной земли, свободные от других растений. Именно на этих участках весной 2023 года при отсутствии конкуренции со стороны других растений наблюдалось прорастание семян ясеня пенсильванского.

Прорастание семян началось в конце апреля после схода снега. На почве к этому времени лежал «ковер» из плодов ясеня, опавших с деревьев в течение осени 2022 - весны 2023 гг. При этом плотность всходов ясеня оказалась невысокой (2-3 сеянца / кв. метр). Прорастание семян продолжалось с конца апреля до середины июня, но затем постепенно началось отмирание молодых растений. Первая волна отмирания наблюдалась в середине мая, когда началось распускание листьев на деревьях, и для сеянцев уменьшилась освещенность и увлажнение почвы. Вторая волна началась одновременно с развитием травяного покрова: миниатюрные проростки не могли составить конкуренцию одуванчику, сныти, крапиве, злакам и другим многолетним растениям. Часть проростков погибла позднее, когда на аллее начался покос газонов. Далее на листьях проявилось грибковое заболевание. В результате к середине июля все проростки ясеня погибли.



Рис. 9. Всходы ясеня пенсильванского с семядольными листьями. 30.05.2023.

Fig. 9. Shoots of *Fraxinus pennsylvanica* with cotyledon leaves. 30.05.2023.



Рис. 10. Сеянцы имеют три пары настоящих листьев, семядольные листья сохраняются у большинства растений. 18.07.2023.

Fig. 10. Seedlings have three pairs of juvenile leaves; the most plants have also cotyledon leaves. 18.07.2023.

Таким образом, естественное семенное возобновление ясеня пенсильванского в условиях города ограничено. Как указывают некоторые исследователи (Фирсов, Бялт, 2015; Холенко, Семенищенков, 2020), несмотря на огромное количество семян ясеня на почве на городских газонах, их прорастание выражено слабо. Это связано не с качеством семян, а с внешними условиями — недостаточными освещенностью и увлажнением почвы,

конкуренцией со стороны деревьев, кустарников и многолетних трав. Вместе с тем, в наших условиях не выражено массовое прорастания семян ясеня в местах скопления воды и на непросыхающих субстратах: в трещинах асфальта, у фундамента зданий с застаивающейся или стекающей водой, о котором пишут другие авторы (Холенко, Семенищников, 2020). В целом возобновление ясеня пенсильванского семенным путем в городских местообитаниях можно считать малоэффективным.



Рис. 11. Самосев ясеня пенсильванского в г. Петрозаводске. Пустырь у проезжей части по ул. Шотмана. 4.06.2023.

Fig. 11. Self-seeding of *Fraxinus pennsylvanica* in Petrozavodsk. A wasteland near the roadway along the Shortman street. 4.06.2023.

Вместе с тем, можно видеть отдельные успешные примеры самосева ясеня пенсильванского в Петрозаводске (рис. 11, 12), когда растения доживают до возраста в несколько лет и генеративного состояния. Например, на обочине улицы Шотмана у железной дороги растет молодое деревце ясеня пенсильванского высотой около 2 метров. Возле железной дороги на пустыре в районе улицы Коммунальной растет более взрослый женский

экземпляр ясеня высотой больше 3 метров, растение в 2023 году цвело и плодоносило. Довольно много самосева встречается во дворах домов на улице Достоевского, высота растений до 0,8-1 метра. Таким образом, в городе выживают сеянцы, которые выросли в основном на пустырях в условиях отсутствия конкуренции со стороны многолетних трав и древесных растений.



Рис. 12. Самосев ясеня пенсильванского в г. Петрозаводске. Пустырь у железной дороги по ул. Коммунальной. 24.09.2023.

Fig. 12. Self-seeding of *Fraxinus pennsylvanica* in Petrozavodsk. A wasteland near the railway on the Kommunalnaya street. 24.09.2023.

Оценка потенциальной инвазионности ясеня пенсильванского в условиях Петрозаводска

Ясень пенсильванский для многих регионов России и сопредельных государств является высокоинвазионным видом, активно расселяется самосевом, подавляет развитие местных

древесных растений. Предложения об ограничении посадки ясеня пенсильванского связаны не только с его инвазионными свойствами, но и распространением вредителя ясеней – ясеновой изумрудной узкотелой златки (Самые опасные..., 2018). В связи с этим существуют предложения об ограничении использования и даже исключения этих видов из озеленения, садоводства и паркостроения (Виноградова и др., 2010, 2011; Самые опасные..., 2018; Абрамова и др., 2021; Чёрная книга флоры Дальнего Востока, 2021 и др.).

В условиях Карелии деревья ясеня пенсильванского цветут, женские экземпляры характеризуются стабильным плодоношением, образуя тысячи плодов и семян. Однако, только обилие плодов не может обеспечить массовое распространение интродуцированного вида на новой территории. Условием успешного распространения инвазионного вида является сочетание высоких показателей количества плодов и семян, достаточно высокой всхожести семян и хорошей выживаемости проростков. Включая в анализ семенной продуктивности сведения о всхожести семян (без лабораторной стратификации) получаем следующие данные (табл. 5).

Таблица 5. Потенциальное количество всходов ясеня пенсильванского

Table 5. Potential number of *Fraxinus pennsylvanica*'s seedlings

Фактическая семенная продуктивность, шт. семян / 1 метр побега	Всхожесть семян, %	Потенциальное количество всходов из семян 1 суммарного метра побегов
1371	28	384

Таким образом, растения ясеня пенсильванского в зеленых насаждениях Петрозаводска обладают высоким инвазионным потенциалом: из семян, формирующихся на каждом суммарном метре годичных приростов женского экземпляра деревьев, может вырасти несколько сотен молодых растений. Вместе с тем, данные о всхожести относятся только к сеянцам, выращенным в условиях культуры. Наблюдения за самосевом в условиях Петрозаводска показывают, что большинство проростков (95-98 %) погибают в течение нескольких месяцев еще до наступления осени. Немногие экземпляры самосева переносят первую зиму, и только единичные сеянцы достигают возраста нескольких лет и вступают в фазу цветения и плодоношения. Но нельзя исключить, что в годы, особенно благоприятные для созревания плодов и семян, прорастания семян и сохранности молодых растений, будет наблюдаться массовый самосев и выживание сеянцев.

Следовательно, инвазионный потенциал ясеня пенсильванского в условиях Карелии не реализуется, не наблюдается массового самосева и широкого расселения этого вида за пределы зеленых насаждений. Опасный вредитель ясеновая узкотелая изумрудная златка в республике сегодня не зарегистрирован. Ясень пенсильванский - декоративный устойчивый в условиях Карелии широколиственный вид, перечень таких видов не так широк в условиях севера. Тем не менее, многие специалисты рекомендуют ограничить или вообще прекратить использование ясеня пенсильванского в озеленении и возможным распространением златки. В целом, вопрос о возможности использования потенциально инвазионных видов в озеленении нашего города требует тщательного изучения и пока остается открытым.

Выводы и заключение

Для ясеня пенсильванского в зеленых насаждениях Петрозаводска характерен стабильный рост побегов: 3-16 см за вегетационный период. У деревьев наблюдается устойчивое цветение и плодоношение, формирование нормально развитых плодов, размеры и масса которых соответствуют видовым характеристикам.

Исходя из количества женских цветков, каждый суммарный метр побега потенциально

может дать тысячи семян. Однако этот потенциал растений реализуется в северных условиях не полностью. Завязываемость семян у ясеня пенсильванского около 30 %, но и при таком показателе для вида в Петрозаводске характерна высокая фактическая семенная продуктивность: более 1.3 тыс. семян на 1 суммарный метр прошлогоднего прироста побегов.

Всхожесть семян в полевом опыте составляет 28-34 %, при этом более длительная стратификация повышает всхожесть семян. Учитывая количество плодов, которые образуются на деревьях ясеня пенсильванского, даже при такой невысокой всхожести количество новых растений при благоприятных условиях может измеряться сотнями.

Рост сеянцев продолжается с начала мая до начала сентября, верхушечные и боковые почки формируются в конце сентября. К концу вегетационного сезона сеянцы достигают высоты 4-12 см, имеют три или четыре пары настоящих простых листьев, сформированные верхушечные и боковые почки. Семядольные листья сохраняются у единичных сеянцев.

Самосев ясеня пенсильванского в условиях города встречается редко. Гибель всходов составляет 95-98 % и связана не с качеством семян, а с недостатком света, влаги и конкуренцией со стороны многолетних трав, деревьев и кустарников.

Инвазионный потенциал ясеня пенсильванского в условиях Петрозаводска не реализуется, массовый самосев и широкое расселение этого вида не наблюдается, он не проявляет тенденции к активной натурализации и не проявляет себя как инвазионный вид. Учитывая высокую инвазионную активность ясеня пенсильванского и возможную зараженность саженцев ясеня пенсильванского ясеновой узкотелой златкой в других регионах России, необходим ботанический контроль и фитосанитарный контроль посадочного материала в условиях города.

Благодарности

Выражаем благодарность консультанту Управления благоустройства и экологии Администрации Петрозаводского городского округа к. б. н. Еглачевой А. В. за содействие при выполнении работы.

Литература

Аблаев С. М., Юлдашов Я. Х., Эшанкулов Б. И. Лесные культуры основных древесных и кустарниковых лесных пород Узбекистана. Ташкент, 2009. 160 с.

Абрамова Л. М., Голованов Я. М., Мулдашев А. А. Чёрная книга флоры Республики Башкортостан. М., 2021. 174 с.

Антипина Г. С. Урбанофлора Карелии. Петрозаводск, 2002. 200 с.

Ботанические коллекции МГУ; URL <http://botany-collection.bio.msu.ru/plant/view?id=381> (data: 15.01.2024).

Булыгин Н. Е., Ярмишко В. Т. Дендрология. М., 2003. 528 с.

Васюков В. М. Виды-трансформеры во флоре Приволжской возвышенности // Проблемы изучения адвентивной и синантропной флор России и стран ближнего зарубежья: Материалы IV международной научной конференции. Москва – Ижевск, 2012. С. 51—52.

Виноградова Ю. К., Майоров С. Р., Нотов А. А. Черная книга флоры Тверской области. Москва, 2011. 292 с.

Виноградова Ю. К., Майоров С. Р., Хорун Л. В. Черная книга флоры Средней России. Москва, 2010. 512 с.

ГОСТ 13056.4-67 Семена деревьев и кустарников. Методы определения массы 1000 семян (с Изменением № 1) . 63 с. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200025565> (data: 10.09.23).

ГОСТ 13056.6-97. Семена деревьев и кустарников. Метод определения всхожести. 29 с. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200025567> (data: 10.02.2023).

Еглачева А. В. Древесные растения в городских экосистемах Карелии. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 2007. 22 с.

Инвазивные растения и животные Карелии. Петрозаводск, 2021. 223 с.

Кищенко И. Т., Потапова М. Н. Сезонный ритм развития интродуцированных видов *Fraxinus* (*Oleaceae*) в условиях Карелии // Растительные ресурсы. 2014. Т. 50. № 2. С. 184-194.

Корчагин А. А. Методы учета семеношения древесных пород и лесных сообществ // Полевая геоботаника. Т. 2. М.-Л., 1960. С. 41—128.

Кравченко А. В. Конспект флоры Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. 403 с.

Лантратова А. С. Деревья и кустарники Карелии. Петрозаводск, 1991. 232 с.

Лантратова А. С., Еглачева А. В., Марковская Е. Ф. Древесные растения, интродуцированные в Карелии. Петрозаводск, 2007. 196 с.

Левина Р. Е. Морфология и экология плодов. Ленинград, 1987. 160 с.

Литвинова Н. В. История и последствия интродукции *Fraxinus pennsylvanica* Marshall в Астраханском государственном заповеднике // Труды Мордовского государственного природного заповедника им. П. Г. Смидовича. 2022. № 31. С. 207—221.

Магомедова Б.М. Интродукционный потенциал и экологические особенности древесных растений г. Махачкалы. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Махачкала, 2013. 22 с.

Майоров С. Р., Алексеев Ю. Е., Бочкин В. Д., Насимович Ю. А., Щербаков А. В. Чужеродная флора Московского региона: состав, происхождение и пути формирования. Москва, 2020. 573 с.

Мухаметова С. В., Семенова В. И. Семенное размножение интродуцированных деревьев с перистосложными листьями в Республике Марий Эл // Вестник ландшафтной архитектуры. 2023. № 34. С. 62—65.

Николаева М. Г., Разумова М. В., Гладкова В. Н. Справочник по проращиванию покоящихся семян. Л., 1985. 346 с.

Платонова Е. А., Антипина Г. С., Антипова Т. А. Семенное возобновление широколиственных деревьев в г. Петрозаводске // История и перспективы интродукции растений в России. Всероссийская научная конференция с международным участием, посвященная 100-летию со дня рождения А. С. Лантратовой. Петрозаводск, 2023. С. 48.

Растения Беларуси; URL <http://hbc.bas-net.by/plantae/> (data 15.01.2024).

Растения и лишайники города Петрозаводска. Аннотированные списки видов. Петрозаводск, 2010. 208 с.

Самые опасные инвазионные виды России (ТОП-100). М., 2018. 688 с.

Тахтаджян А. Л. Система Магнолиофитов. Л., 1987. 440 с.

Фирсов Г. А., Бялт В. В. Обзор древесных экзотов, дающих самосев в г. Санкт-Петербурге (Россия) // Российский журнал биологических инвазий. 2015. № 4 С. 129—152.

Холенко М. С., Семенищенков Ю. А. Репродуктивные возможности чужеродного вида *Fraxinus pennsylvanica* Marsh. в лесных насаждениях города Брянска // Российский журнал биологических инвазий. 2020. Т. 13. № 4. С. 141—153.

Чепик Ф. А. Определитель деревьев и кустарников. М., 1985. 232 с.

Чёрная книга флоры Дальнего Востока: инвазионные виды растений в экосистемах Дальневосточного Федерального Округа. М., 2021. 510 с.

Чёрная Книга флоры Сибири. Новосибирск, 2016. 440 с.

Шихова Н. С., Орехова Т. П. Особенности плодоношения и качество семян видов рода *Fraxinus* (Oleaceae) в зеленых насаждениях г. Владивостока // Растительные ресурсы. 2010. Т. 46. № 3. С. 18—26.

Bonner F. T., Karrfalt R. P., eds. The Woody Plant Seed Manual. Agric. Handbook No. 727. Washington, DC. U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 2008. 1223 p.

Brakie M. Plant Guide for green ash (*Fraxinus pennsylvanica*). USDA-Natural Resources Conservation Service, East Texas Plant Materials Center. Nacogdoches, Texas. 2013. 75964. https://plants.usda.gov/DocumentLibrary/plantguide/pdf/pg_frpe.pdf.

Kishchenko I. T. Growth and development of the introduced *Fraxinus* L. species in the taiga zone (Karelia) // Arctic Environmental Research. 2020. Vol. 20 (1). P. 29—36.

Kremer D., Pernar R., Ancic M. Distribution of North American ash species in the Drava River basin and Danube basin (Croatia) // Acta Bot. Croat. 2006. Vol. 65 (1). P. 57—66.

Preece J. E., Bates S. A., Van Sambeek J. W. Germination of cut seeds and seedling growth of ash (*Fraxinus* spp.) in vitro // Can. J. For. Res. 1995. 25. P. 1368—1374.

Pyšek P., Sádlo J., Chrtek Jr., Chytrý M., Kaplan Z., Pergl J., Pokorná A., Axmanová I., Čuda J., Doležal J., Dřevojan P., Hejda M., Kočár P., Kortz A., Lososová Z., Lustyk P., Skálová H., Štajerová K., Večeřa M., Vítková M., Wild J., Danihelka J. Catalogue of alien plants of the Czech Republic (3rd edition): species richness, status, distributions, habitats, regional invasion levels, introduction pathways and impacts // Preslia. 2022. Vol. 94. P. 447—577.

Schmiedel D. Invasionsbiologie und ökologisches Verhalten der gebietsfremden Baumart *Fraxinus pennsylvanica* Marsh. in den Auenwäldern der Mittelbe im naturschutzfachlichen Kontext. Als Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades Doctor rerum silvaticarum (Dr. rer. silv.) im Fach Forstwissenschaften eingereicht an der Fakultät für Forst-, Geo- und Hydrowissenschaften der Technischen Universität Dresden. Dresden, 2010. 204 s.

Schmiedel D., Huth F., Wagner S. Using Data From Seed-Dispersal Modelling to Manage Invasive Tree Species: The Example of *Fraxinus pennsylvanica* Marshall // Europe Environmental Management. 2013. Vol. 52. P.851—860.

Seed regeneration of green ash (*Fraxinus pennsylvanica* Marshall) in green spaces of Petrozavodsk city

ANTIPINA Galina Stanislavovna	Petrozavodsk State University, Lenina av., 33, Petrozavodsk, 185910, Russia antipina.galina2013@yandex.ru
PLATONOVA Elena	Petrozavodsk State University, Leninskiy av., 33, Petrozavodsk, 185910, Russia meles@sampo.ru
MOROZOVA Anna	Gymnasium № 30, Eremeeva st., 7, Petrozavodsk, 185035, Russia morozova.anna.2007@yandex.ru

Key words:

science, horticulture, ex situ, biological invasions, seed germination, self-seeding, *Fraxinus pennsylvanica*, Oleaceae

Summary:

Green ash (*Fraxinus pennsylvanica* Marshall) is an invasive species in many European countries and regions of Russia. A number of experts recommend limiting the use of this species in landscaping due to its intensive rapid and the possible spread of a dangerous pest *Agrilus planipennis* F. The study was carried out in Petrozavodsk (Republic of Karelia), located in the middle taiga subzone, where green ash is common in street landscaping, parks, and courtyards. Seed productivity of the trees, morphometric parameters, and germination rate of seeds were estimated in 2023. The number of flowers on the shoots is large: on female trees from 3.5 thousand to 6.5 thousand / 1 total meter of shoot (on average 4878 flowers), on male trees from 4.8 thousand to 7.4 thousand / 1 meter of shoot (average 5853 flowers). Potential seed productivity is almost 5 thousand seeds / 1 total meter of shoot. The sizes and morphology of the samaras correspond to the species characteristics. Field germination of seeds with stratification is 34%. By autumn, the seedlings have formed apical, and lateral buds, which increases the chances of young plants to survive in the winter. Seedlings of green ash in Petrozavodsk occur sporadically. Seed germination is limited possibly by deficit of light and moisture, competition from trees, shrubs and perennial grasses. At the same time, there are individual successful examples of self-seeding of green ash in Petrozavodsk, and the plants reach the age of several years and form seeds. Thus, the invasive potential of the plant in the conditions of South Karelia is not realized; mass self-seeding and widespread dispersal of this species outside the green spaces are not observed. The dangerous pest *Agrilus planipennis* is not registered in the republic. In the northern region there are not many beautiful broad-leaved woody species that demonstrate successful growth in urban environments. Green ash should not be excluded from the list of species used in landscaping in Petrozavodsk in present climate conditions. Botanical control and phytosanitary control of planting material in urban conditions is necessary.

Is received: 23 january 2024 year

Is passed for the press: 11 august 2024 year

References

- Ablaev S. M., Yuldashov Ya., Eshankulov B. I. Forest crops of the main tree and shrub forest species of Uzbekistan. Tashkent, 2009. 160 p.
- Abramova L. M., Golovanov Ya. M., Muldashev A. A. Black book of flora of the Republic of

Bashkortostan. M., 2021. 174 p.

Antipina G. S. Urban flora of Karelia. Petrozavodsk, 2002. 200 p.

Black Book of the Flora of Siberia. Novosibirsk, 2016. 440 p.

Black Book of the Flora of the Far East: invasive plant species in the ecosystems of the Far Eastern Federal District. M., 2021. 510 p.

Bonner F. T., Karrfalt R. P., eds. The Woody Plant Seed Manual. Agric. Handbook No. 727. Washington, DC. U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 2008. 1223 p.

Botanical collections of Moscow State University; URL <http://botany-collection.bio.msu.ru/plant/view?id=381> (data: 15.01.2024).

Brakie M. Plant Guide for green ash (*Fraxinus pennsylvanica*). USDA-Natural Resources Conservation Service, East Texas Plant Materials Center. Nacogdoches, Texas. 2013. 75964. https://plants.usda.gov/DocumentLibrary/plantguide/pdf/pg_frpe.pdf.

Bulygin N. E., Yarmishko V. T. Dendrology. M., 2003. 528 p.

Eglatcheva A. V. Woody plants in urban ecosystems of Karelia. Avtoref. dip. ... kand. biol. nauk. Petrozavodsk, 2007. 22 p.

Firsov G. A., Byalt V. V. Review of woody exotics species producing a self-sowing in Saint-Petersburg (Russia) // Rossijskij zhurnal biologicheskikh invazij. 2015. No. 4 P. 129—152.

GOST 13056.4-67. Seed of trees and shrubs. Methods for determination of 1000 seeds mass. 63 p. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200025565> (data: 10.09.23).

GOST 13056.6-97. Seeds of trees and shrubs. Method for determination of germination. 29 p. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200025567> (data: 10.02.2023).

Invasive plants and animals of Karelia. Petrozavodsk, 2021. 223 p.

Kholenko M. S., Semenitshenkov Yu. A. Reproductive possibilities of alien species *Fraxinus pennsylvanica* Marsh. in the forest stands of the city of Bryansk // Rossijskij zhurnal biologicheskikh invazij. 2020. V. 13. No. 4. P. 141—153.

Kishchenko I. T. Growth and development of the introduced *Fraxinus* L. species in the taiga zone (Karelia) // Arctic Environmental Research. 2020. Vol. 20 (1). P. 29—36.

Kitshenko I. T., Potapova M. N. The seasonal rhythm of introduced *Fraxinus* species (Oleaceae) development under the conditions of Karelia // Rastitelnye resursy. 2014. V. 50. No. 2. P. 184-194.

Kortchagin A. A. Methods for accounting for seed production of tree species and forest communities // Field Geobotany. V. 2. M, L., 1960. P. 41—128.

Kravtchenko A. V. Abstract of the flora of Karelia. Petrozavodsk: KarNTs RAN, 2007. 403 p.

Kremer D., Pernar R., Ancic M. Distribution of North American ash species in the Drava River basin and Danube basin (Croatia) // Acta Bot. Croat. 2006. Vol. 65 (1). P. 57—66.

Lantratova A. S. Trees and shrubs of Karelia. Petrozavodsk, 1991. 232 p.

Lantratova A. S., Eglatcheva A. V., Markovskaya E. F. Woody plants introduced in Karelia. Petrozavodsk, 2007. 196 p.

Levina R. E. Morphology and ecology of fruits. Leningrad, 1987. 160 p.

Litvinova N. V. History and consequences of the introduction of *Fraxinus pennsylvanica* Marshall in the Astrakhan State Nature Reserve // Proceedings of the Mordovian State Natural Reserve named after P. G. Smidovich. 2022. No. 31. P. 207—221.

Magomedova B.M. Introduction potential and ecological features of woody plants in Makhachkala. Avtoref. dip. ... kand. biol. nauk. Makhachkala, 2013. 22 p.

Majorov S. R., Alekseev Yu. E., Botchkin V. D., Nasimovitch Yu. A., Tsherbakov A. V. Alien flora of the Moscow region: composition, origin and ways of formation. Moskva, 2020. 573 p.

Mukhametova S. V., Semenova V. I. Seed propagation of introduced trees with decompound leaves in the Republic of Mari El// Vestnik landshaftnoj arkhitektury. 2023. No. 34. P. 62—65.

Nikolaeva M. G., Razumova M. V., Gladkova V. N. A Guide to Germinating Dormant Seeds. L., 1985. 346 p.

Plants and lichens of the city of Petrozavodsk. Annotated species lists. Petrozavodsk, 2010. 208 p.

Plants of Belarus; URL <http://hbc.bas-net.by/plantae/> (data 15.01.2024).

Platonova E. A., Antipina G. S., Antipova T. A. Seed renewal of broad-leaved trees in Petrozavodsk // History and prospects of plant introduction in Russia. All-Russian scientific conference with international participation, dedicated to the 100th anniversary of the birth of A. S. Lantratova. Petrozavodsk, 2023. P. 48.

Preece J. E., Bates S. A., Van Sambeek J. W. Germination of cut seeds and seedling growth of ash (*Fraxinus* spp.) in vitro // Can. J. For. Res. 1995. 25. P. 1368—1374.

Pyšek P., Sádlo J., Chrtek Jr., Chytrý M., Kaplan Z., Pergl J., Pokorná A., Axmanová I., Čuda J., Doležal J., Dřevojan P., Hejda M., Kočár P., Kortz A., Lososová Z., Lustyk P., Skálová H., Štajerová K., Večeřa M., Vítková M., Wild J., Danihelka J. Catalogue of alien plants of the Czech Republic (3rd edition): species richness, status, distributions, habitats, regional invasion levels, introduction pathways and impacts // Preslia. 2022. Vol. 94. P. 447—577.

Schmiedel D. Invasionsbiologie und ökologisches Verhalten der gebietsfremden Baumart *Fraxinus pennsylvanica* Marsh. in den Auenwäldern der Mittelbe im naturschutzfachlichen Kontext. Als Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades Doctor rerum silvaticarum (Dr. rer. silv.) im Fach Forstwissenschaften eingereicht an der Fakultät für Forst-, Geo- und Hydrowissenschaften der Technischen Universität Dresden. Dresden, 2010. 204 s.

Schmiedel D., Huth F., Wagner S. Using Data From Seed-Dispersal Modelling to Manage Invasive Tree Species: The Example of *Fraxinus pennsylvanica* Marshall // Europe Environmental Management. 2013. Vol. 52. P.851—860.

Shikhova N. S., Orekhova T. P. Fructification and seed quality of *Fraxinus* (Oleaceae) in Vladivostok green plantation// Rastitelnye resursy. 2010. V. 46. No. 3. P. 18—26.

Takhtadzhyan A. L. The system of Magnoliophyta. L., 1987. 440 p.

Tchepik F. A. Guide to trees and shrubs. M., 1985. 232 p.

The most dangerous invasive species in Russia (TOP-100). M., 2018. 688 p.

Vasyukov V. M. Species-transformers in the flora of the Volga Upland // Problems of studying adventive and synanthropic floras of Russia and neighboring countries: Proceedings of the IV

international scientific conference. Moskva – Izhevsk, 2012. P. 51—52.

Vinogradova Yu. K., Majorov S. R., Khorun L. V. Black Book of the Flora of Central Russia. Moskva, 2010. 512 p.

Vinogradova Yu. K., Majorov S. R., Notov A. A. Black book of flora of the Tver region. Moskva, 2011. 292 p.

Цитирование: Антипина Г. С., Платонова Е. А., Морозова А. М. Семенное возобновление ясеня пенсильванского (*Fraxinus pennsylvanica* Marshall) в зеленых насаждениях города Петрозаводска // Hortus bot. 2024. Т. 19, 2024, стр. 197 - 221, URL:

<http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=9105>. DOI: [10.15393/j4.art.2024.9105](https://doi.org/10.15393/j4.art.2024.9105)

Cited as: Antipina G. S., Platonova E. A., Morozova A. (2024). Seed regeneration of green ash (*Fraxinus pennsylvanica* Marshall) in green spaces of Petrozavodsk city // Hortus bot. 19, 197 - 221. URL: <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=9105>