

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ДЕПОНИРОВАНИЯ УГЛЕРОДА ЛЕСАМИ

Н.П. Савиных¹, А.А. Тетерин^{1,2}

¹Вятский государственный университет, Киров

²Министерство природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии
Пермского края, Пермь

Ареал и эколого-биологические особенности лиственницы сибирской (*Larix sibirica* L.) оценены с позиций способностей изъятия из атмосферы и связывания углерода. Отмечена обусловленность широкого географического и экологического ареалов экологическими предпочтениями и биологическими особенностями вида. Показаны высокие секвестрирующие и депонирующие свойства особей вида. Сделан вывод о возможности использования *L. sibirica* для восстановления лесов на северо-востоке европейской России (в частности, в Кировской области) и повышения, в связи с этим, биоразнообразия и экосистемных функций лесов, включая продукцию высококачественной древесины.

Ключевые слова: климат планеты, секвестрация углерода, депонирование углерода, лиственница сибирская, прирост древесины, запас древесины, экологические потенциалы вида.

Введение. Неблагоприятные последствия изменения климата планеты из-за повышения выбросов парниковых газов в атмосферу стали объектом пристального внимания человечества на протяжении последних десятилетий. Потепление климата признано всеобщей проблемой. В 1992 году подписана Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата Земли (Рамочная конвенция, 1992). Но реальных результатов на основе этого документа достигнуть не удалось: повсеместно наблюдалось повышение средних температур и увеличение природных катаклизмов. Для активизации положений Конвенции в 2015 году ведущими странами мира подписано Парижское соглашение по климату. Одним из наиболее эффективных приемов выведения парниковых газов из атмосферы признаны биологические методы на основе использования потенциала природных экосистем (Битва за климат..., 2021). Президент России В.В. Путин на саммите мировых лидеров в Глазго в рамках 26-й сессии Конференции Сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата 02 ноября 2021 года отметил, что одним из действенных способов регулирования климата Земли может стать устойчивое

управление лесами. Россия – одна из крупнейших стран для решения этих проблем в мире: здесь расположено 20% всех лесов планеты (около 809 млн. га) (Битва за климат..., 2021). Деревья выполняют главную роль в процессах связывания и депонирования углерода. Но скорость этих процессов напрямую зависит от конкретного вида и стадии развития лесного сообщества. Поэтому выявление видов, способных в наибольшей степени обеспечить выведение углерода из атмосферы, и введение их в процессы лесовосстановления в настоящее время особенно актуальны.

В связи с этим цель данного исследования – оценка возможностей депонирования углерода одним из наиболее распространенных видов лесных деревьев России – лиственницы сибирской (*Larix sibirica* L.) на основе ее экологических и биологических особенностей в климатических условиях Кировской области – одного из крупнейших лесных регионов Европейской части РФ. В соответствии с этим решали следующие задачи:

1. Охарактеризовать экологические и биологические особенности *L. sibirica*, обеспечивающие ее широкое распространение.
2. Оценить биологические особенности вида в связи с механизмами секвестрации и депонирования углерода.
3. Оценить возможности использования *L. sibirica* в восстановлении лесов на северо-востоке европейской России (на примере Кировской области).

Методика. В работе использованы лесоводственные, ботанические и экологические подходы к оценке *L. sibirica* в сравнении с другими лесобразующими породами с позиций секвестрации и депонирования углерода. Понятия «секвестрация углерода» и «депонирование углерода» рассматриваем в общепринятой трактовке. Секвестрация углерода – долгосрочное удаление, улавливание углекислого газа из атмосферы, что свидетельствует о способности улучшения её газового состава. Депонирование углерода – связывание, накопление углерода и предотвращение его выхода в атмосферу (Битва за климат..., 2021 и др.).

Ареал вида приведен по Флоре СССР (1934). Жизненная форма определена по И.Г. Серебрякову (1962).

Экологические позиции *L. sibirica* описаны в соответствии со шкалами Д. Н. Цыганова (Цыганов, 1983; Экологические шкалы, 2010). Приведены характеристики вида по большинству факторов (за исключением шкал богатства почвы азотом (Nt) и переменности увлажнения (fH), по которым нет данных). По указанным в шкалах значениям определены 1) экологическая амплитуда (амплитуда толерантности вида) – отрезок шкалы режима фактора, в пределах

которого возможно существование вида; 2) экологический ареал – жизненное поле вида, ограниченное совокупностью экологических амплитуд по всем основным или нескольким избранным факторам. При соотнесении экологической амплитуды с числом ступеней шкалы по фактору рассчитана потенциальная экологическая валентность (РЕV) как мера приспособленности популяций конкретного вида к изменению только одного экологического фактора. На основании полученных данных установлены индексы толерантности климатический, почвенный и общий, фракции валентности и группы толерантности вида.

По каждому фактору рассчитан балл условно оптимального режима (БУОР) как среднее между двумя крайними значениями экологической амплитуды и установлены типы режима. По значениям БУОР каждого фактора определен коэффициент удовлетворительности условий среды обитания (КС) *L. sibirica*, определяющий качество среды для особей вида. Этот показатель вычисляется как частное от делимого (разности произведения удвоенного числа порядкового номера типа режима от края амплитуды толерантности вида по этому фактору и единицы) и делителя (числового значения числа элементарных режимов фактора, охватываемых амплитудой толерантности вида (Цыганов, 1983).

По известным данным (Природа..., 1960; Переведенцев и др., 2010) установлены значения основных факторов среды для подзоны южной тайги, распространенной на большей части Кировской области: теплового режима в мДж/м²/год, средней температуры самого холодного месяца (январь), гидротермического коэффициента (соотношение средних осадков и испарения), содержанию гумуса в почве, её кислотности. Соотнесены значения климата региона и каждого типа экологического режима по Д.Н. Цыганову (1983); оценено качество режима, возможности и способности существования лиственницы сибирской в Кировской области. Данные занесены в таблицу.

Непосредственная способность *L. sibirica* к секвестрации и депонированию углерода оценена на основании запасов и годового прироста древесины, продуктивности лесов. Для этого использованы литературные источники и лесоводственные материалы: региональные таблицы хода роста основных лесообразующих древесных пород для лесов Европейской части соответствующих бонитетов (Таблицы и модели роста..., 2006). Для сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и лиственницы использовали таблицы хода роста лесных культур. По ели (*Picea* L.) и березе (*Betula* L.) подобные таблицы в справочных материалах отсутствуют, поэтому в работе использованы таблицы хода роста древостоев. Поскольку осина обыкновенная (*Populus*

tremula L.) имеет обычно порослевое возобновление, для этого вида использовали таблицы хода роста осины порослевого происхождения.

Из указанных выше табличных данных использовали показатели запаса насаждения в кубических метрах по возрастам от 20 до 110 лет, а также текущее изменение запаса в кубических метрах на 1 гектар в год – прирост насаждения (далее – прирост).

Результаты и обсуждение. Территория Кировской области 120 тыс. км², простирается на 570 км с севера на юг и 440 км с запада на восток. Вследствие разного количества тепла и влаги, поступающих в природную среду, спектра типов почв и лесов, на территории региона выделены три лесорастительные зоны: средней тайги, южной тайги и хвойно-широколиственных лесов и соответственно три подзоны растительности: южной тайги, средней тайги, широколиственно-хвойных лесов (Природа..., 1960).

Климат континентальный с умеренно-холодной зимой и теплым летом. Поступление тепла оценивается в 300 мДж/м² /год; гидротермический коэффициент 1,4–1,5, что определяет превышение выпадающих осадков над испарением; температура самого холодного месяца (январь) – -12,8⁰ – -14,5⁰. Территория расположена в зоне достаточного увлажнения с максимумом на лето. Почвы, пригодные для выращивания лесов, в основном дерново-подзолистые: слабо- и сильно оподзоленные с содержанием гумуса от 1,5 до 2,5 %, невысокой кислотности (РН 5,6–6,5) и сильно оподзоленные малоплодородные с содержанием гумуса 0,1–0,4 % и высокой кислотности (РН 4,0–5,5).

Леса в регионе расположены на около 7542,6 тыс. га (20% лесов Приволжского федерального округа); преимущественно бореального типа. Средний состав насаждений по породному составу выражается формулой 2С3Е3Б1Ос1Лц+ПедОлс (Лесной план Кировской области., 2018; О состоянии..., 2021). Основные лесообразующие породы: ель (на 2295,4 тыс. га с запасом 356,94 млн. м³), сосна обыкновенная (на 1594,6 тыс. га с запасом 268,55 млн. м³), осина обыкновенная (732,9 тыс. га с запасом 108,54 млн. м³), береза (2683,4 тыс. га с запасом 367,13 млн. м³). Также встречаются лиственница сибирская (*L. sibirica* L.), пихта сибирская (*Abies sibirica* L.), ольха серая (*Alnus incana* L.) Общий запас древесины в лесах, расположенных на землях всех категорий, составляет около 1,14 млрд. м³, в том числе хвойных пород 0,64 млрд. м³ (56%), мягколиственных – 0,50 млрд. м³ (44%).

Один из наиболее распространенных лесообразующих видов в России – *Larix sibirica*. Лиственничники занимают 41,6% покрытой лесом площади страны (Карасева, 2003).

Larix sibirica – летнезеленое листопадное прямостоячее одноствольное дерево. На западе ареал вида охватывает подзону

северной тайги до Белого моря. Северная граница ареала совпадает с границей тундр и достигает низовий Енисея и Пясины. Восточная граница проходит по водоразделу Лены и Енисея и далее к Яблоневому хребту. Изолированный участок ареала расположен в горах Саур и Табагатай. *Larix rossica* (Rgl.) Trautv., распространенная в Европейской части России, морфологически и экологически практически не отличается от сибирских популяций и рассматривается ныне как синоним *Larix sibirica* (Афонин и др., 2008). В Кировской области *L. rossica* активно возобновляется, особенно в сосняках на песчаных почвах. Среди вятских лесов есть участки разновозрастных лиственничников, возможно, естественного происхождения, особенно вдоль реки Вятки. По нашим наблюдениям, они представлены полноценными продуктивными лесами с элементами борового и неморального эколого-ценотических комплексов. Такие сообщества включены в перечень высоких природоохранных ценностей региона (Савиных и др., 2021).

Экологические позиции *L. sibirica* определены с помощью экологических шкал Д.Н. Цыганова (1983) (рис. 1, таблица).

Экологические амплитуды *L. sibirica* по разным факторам включают разное число элементарных режимов (ступеней по шкалам): три из 15 по Om и 11 из 13 по Rc. Экологические режимы занимают на шкалах разное положение: по Tm, Cr, Tr – от минимальных до средних значений; по Om и Hd – только средние значения; по Kп – от средних до максимальных. Этим определяется потенциальная экологическая валентность (PEV) вида. По Om и Cr лиственница сибирская стенобионт; по Tm, Tr и Hd – гемистенобионт; по Rc и Lc – эврибионт.

Индекс толерантности климатический (0,34) характеризует вид как гемистенобионт; почвенный (0,56) – как мезобионт; общий (0,45) – также как гемистенобионт. Согласно этим данным, *L. sibirica* достаточно требовательна к условиям среды. Но по коэффициенту удовлетворительности среды (КС) основные климатические факторы (Tm, Kп, Om) и Hd лучшие (КС равен или более 100%). По шкалам Cr и Hd – хорошие. Лишь по шкалам Rc и Lc с широкой зоной толерантности удовлетворительные. По-видимому, это обусловлено расположением экологических режимов вида в пределах шкалы фактора. Именно поэтому, несмотря на значения PEV, растение способно существовать в широком диапазоне экологических режимов и имеет значительный экологический ареал. Наиболее показательным для оценки условий региона согласно общим позициям вида, имеет, на наш взгляд, определение условно оптимального экологического режима.

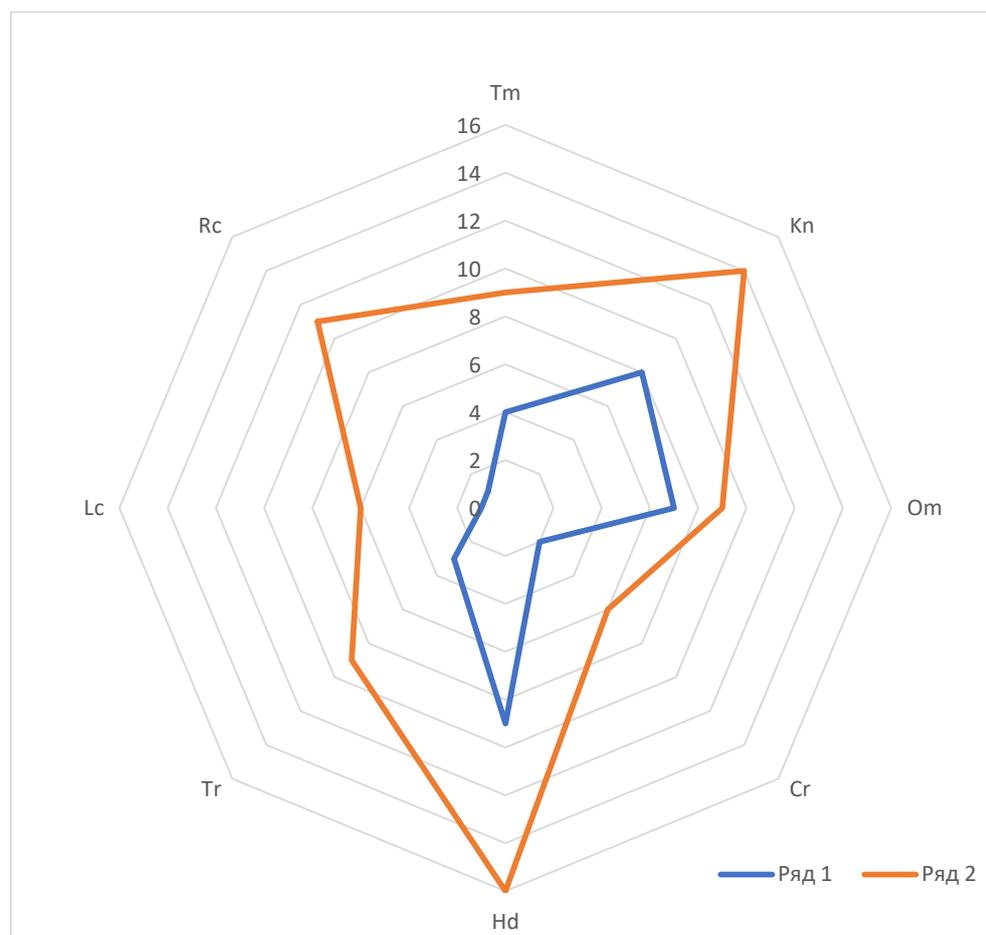


Рис. 1. Экологический ареал *Larix sibirica*: шкалы: Tm – термоклиматическая; Kn – континентальности климата; Om – аридности-гумидности; Cr – криоклиматическая; Hd – увлажнения почвы; Tr – солевого режима; Lc – освещенности – затенения; Rc – кислотности почв; ряд 1 – минимальные, ряд 2 – максимальные значения фактора среды; цифровые значения амплитуды факторов указаны в таблице

Оказалось, что БУОР и определенный по нему этот показатель по всем факторам соответствуют континентальному климату с умеренно-холодной зимой и особенностям почв (небогатых, от слабокислых до кислых) Кировской области. Поэтому, согласно экологическим потребностям, *L. sibirica* можно успешно использовать для восстановления лесных ресурсов Кировской области. Но при выборе участка для создания посадок необходимо учитывать кислотность почв, а при уходе за посадками поддерживать необходимый световой режим.

Таблица

Экологические позиции *Larix sibirica*

Шкала (признак) значения для Кировской области	1	2	3	4	5	6	7
Tm (ккал/см ² /год) 300 мДж/м ² /год	17	$\frac{4-9}{6,5}$	0,35 Гс	0,34 Гс	Бореальный – суббореальный	133/ 100/ 116	Минимальные значения КС 100%, вид вынослив по этому фактору по всему ареалу. Условия лучшие.
Kп (изотерма самого холодного месяца) Климат континентальный	15	$\frac{8-14}{11}$	0,47 М		Субконтинентальный	114/ 100/ 107	
Om (разность годовых сумм осадков и испаряемости) Гидротермический коэффициент 1,4–1,5	15	$\frac{7-9}{8}$	0,2 С		Субаридный – субгумидный	155/ 133/ 144	
Ст (температура самого холодного месяца) – 12,8 – 14,5° Умеренно холодная зима. Теплое лето.	15	$\frac{2-6}{4}$	0,33 С		Промежуточная между условиями суровых зим и довольно суровых зим	66/ 33/ 50	
Nd	23	$\frac{9-16}{12,5}$	0,35 Гс	0,56 М	Промежуточная между сухолесо- луговой и влажнолесолуговой	225/ 200/ 219	Минимальные значения КС более 100%, по всему ареалу условия лучшие
Tr Содержание гумуса 1,5–2%, у 45% почв – 0,1–0,4	19	$\frac{3-9}{6}$	0,37 Гс		Промежуточная между небогатыми и довольно богатыми почвами	86/ 57/ 55	Условия хорошие, при выборе площадки для посадок учитывать тип почв
Rc РН = 5,6–6,5 у слабокислых почв, 4,0–5,5 у кислых	13	$\frac{1-11}{6}$	0,85 Э		Промежуточная между кислыми и слабокислыми почвами	18/ 0/ 9	По среднему показателю условия удовлетворительные, КС больше 7–8%. При посадках учитывать кислотность почв
Lc	9	$\frac{1-6}{3,5}$	0,67 Э		От полуоткрытых пространств до светлых лесов	32/ 0/ 16	Условия удовлетворительные, освещенность регулировать уходами

Примечание. 1– число ступеней шкалы; 2 – в числителе – экологический ареал, в знаменателе – балл условно оптимального режима; 3 – потенциальная экологическая валентность; 4 – индекс толерантности; 5 – условно оптимальный экологический режим; 6 – коэффициент удовлетворительности среды: по максимальному значению/по минимальному значению/по баллу условно оптимального режима; 7 – примечание.

В середине прошлого века кировские лесоводы активно экспериментировали, создавая лесные культуры из разных видов основных лесообразующих пород. В ряде районов в 50–60-е годы была посажена и *L. sibirica*. Преимущественно это были небольшие по площади участки среди лесов или в их окрестностях, на зарастающих лесом полях. К настоящему времени на месте посадок сформировались самостоятельные лесные насаждения. Эти данные дополнительно свидетельствуют о возможности создания лиственничных лесов в Кировской области.

По сравнению с другими лесообразующими видами хвойных деревьев лиственницы обладают особыми биологическими свойствами. Благодаря толстой коре, деревья наиболее устойчивы к низовым лесным пожарам и практически не повреждаются при низкой и средней степени их интенсивности, препятствуя возвращению углерода в атмосферу и повышению содержания парниковых газов.

Лиственницы способны всасывать воду при минимальных ее значениях (Карасева, 2003), отличаются высокой ассимиляционной способностью. Они в 2–2,5 раза быстрее поглощают углекислый газ из воздуха, чем ель, и почти в 1,5 раза быстрее, чем сосна (Иванов, 1946).

Один килограмм хвои лиственницы продуцирует до 3 кг органического вещества, тогда как ель – 0,5–0,6 кг, сосна – 1,3–2,0 кг (Дылис, Носова, 1977). В теплые солнечные дни 1 га лиственницы, поглощая 220–280 кг углекислого газа, выделяет 150–220 кг кислорода (Белов, 1964; Карасева, 2003). Очевидны высокие секвестрирующие и депонирующие способности особей этого вида.

Из-за продуцирования особых биологически активных веществ, особенно содержащихся в смоле, *Larix* превосходит все древесные породы по прочности древесины и сопротивляемости гниению в самых неблагоприятных условиях, в том числе в сырых местах и воде (Карасева, 2003). Поэтому это дерево дольше, чем другие лесообразующие породы умеренного пояса, способны сохранять углерод в многолетних вегетативных органах, поддерживая депонирующую функцию лесных экосистем.

Согласно Таблицам хода роста мы составили графики динамики изменения запасов и прироста основных лесообразующих пород в Кировской области (рис. 2). Очевидно, что в благоприятных условиях лиственница сибирская к 110 годам характеризуется по сравнению с другими хвойными деревьями наибольшим запасом насаждения – 491 м³/га против 450 м³/га у ели и менее 400 м³/га у сосны. Поскольку лиственницы живут дольше остальных (до 450–600 лет лиственница сибирская, 300–400 лет – лиственница даурская и русская) против 200 лет у сосны и 250–300 лет у ели, запасы, как отдельных деревьев, так и лесов в целом, могут быть и более высокими.

Известно, что в Линдуловской роще культуры лиственницы сибирской, заложенные посевом семян, в 216 – летнем возрасте имели высоту до 42 м, диаметр до 45 см и запас свыше 1600 м³/га (Карасева, 2003; Тимофеев, 1977).

Формирование больших запасов древесины определяется особенностями прироста (в м³ в год на один га) деревьев и лесного фитоценоза в целом (далее – прирост лиственницы, березы, ели и т.п.).

Сравнительный анализ значений прироста у разных видов показал следующее. Период активного роста продолжается у всех видов (за исключением осины порослевого происхождения) до 110 лет, но сформированный запас к этому возрасту у лиственницы выше всех.

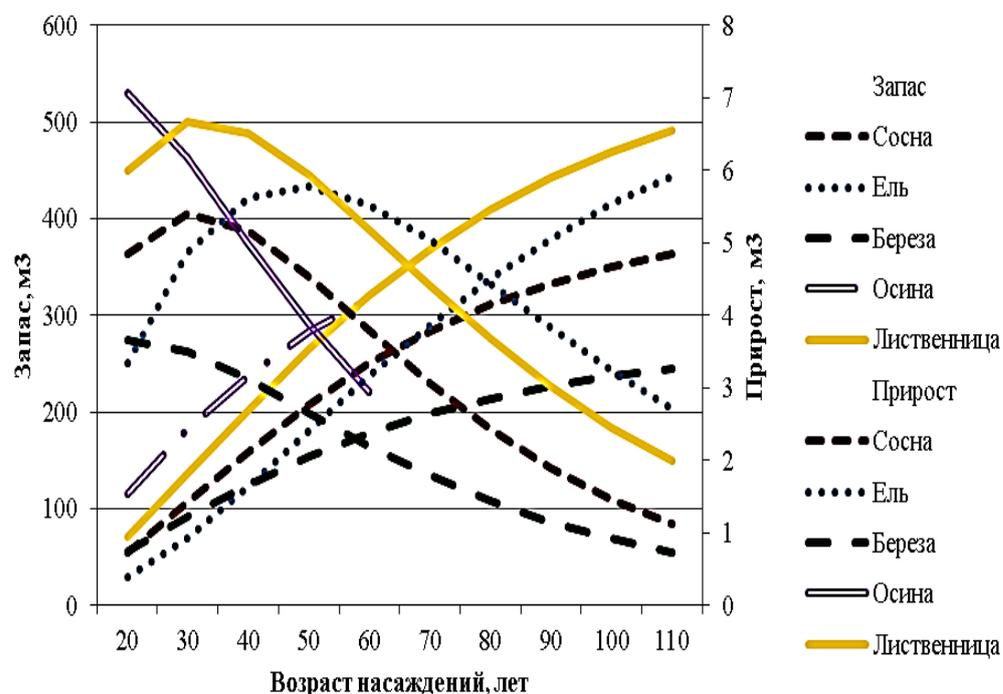


Рис. 2. Динамика изменения запасов и прироста основных лесобразующих пород Кировской области

Сравнивая приросты лесобразующих пород, очевидно, что в возрасте 20 лет, максимальным значением обладает осина, средние значения у лиственницы и сосны, наименьшие – у березы и ели.

Высокие показатели прироста осины объясняются ее вегетативным (порослевым) происхождением. Однако после 20 лет прирост осины стремительно снижается.

Прирост лиственницы к 30 годам достигает максимального значения $6,67 \text{ м}^3 / \text{га}$ в год, и она становится лидером по этому показателю среди остальных пород. Своего максимального значения к 30 годам достигает также и прирост сосны.

Однако он несколько ниже, чем у лиственницы на протяжении всего периода роста с 20 до 110 лет (кривые прироста пород идут практически параллельно). В целом, высокий уровень прироста у лиственницы и сосны сохраняется с 20 до 40 лет, после чего начинается устойчиво снижаться.

У ели высокие значения прироста отмечаются в более старшем возрасте – 40–60 лет и объясняются ее медленным ростом, по сравнению с другими породами. К 50 годам кривые приростов ели и лиственницы пересекаются, после чего прирост ели становится наибольшим из всех пород до 110 лет. Несмотря на это, как указывалось ранее, ель, сформировав к возрасту 110 лет, запас насаждения порядка $444 \text{ м}^3/\text{га}$ не может догнать по этому показателю лиственницу.

Таким образом, лиственница сибирская характеризуется более высокими способностями к секвестрации углерода, чем другие хвойные лесообразующие породы северных широт. Высокая продуктивность лиственничных насаждений, качество древесины, продуцирование ценных веществ, устойчивость к биологическим и абиотическим факторам, многообразие средообразующих функций определяют значимость *L. sibirica* для повышения ресурсной функции лесов в Европейской части России, которая определяется в отношении древесины как сырья, главным образом, секвестрирующими и депонирующими свойствами деревьев.

Выводы. Широкое распространение и возможности восстановления лесов за счет *L. sibirica* обеспечиваются экологическими позициями и биологическими особенностями вида.

Биологические особенности *L. sibirica* позволяют активно осуществлять секвестрацию углерода из атмосферы, накапливать большое количество запасов древесины на единицу площади и длительное время обеспечивать хранение его в связанном виде.

Использование лиственницы сибирской при лесовосстановлении на территории Кировской области повысит биоразнообразие лесов региона, улучшит их экосистемные функции, увеличив скорости поглощения парниковых газов атмосферы, сроки депонирования углерода и запасы высококачественной древесины.

Список литературы

- Афонин А.Н., Грин С.Л., Дзюбенко Н.И., Фролов А.Н.* 2008. Агроэкологический атлас России и сопредельных стран: экономически значимые растения, их вредители, болезни и сорные растения [DVD-версия]. <http://www.agroatlas.ru>.
- Белов С.В.* 1964. Количественная оценка гигиенической роли леса и нормы лесов зеленых зон: Методическое пособие. Л.: ЛенНИИЛХ, ротاپринт ВЗЛТИ. 65 с.
- Битва за климат: карбоновое земледелие как ставка России: экспертный доклад. 2021 / под ред. А.Ю. Иванова, Н.Д. Дурманова (руководители авт. кол.); М.П. Орлов, К.В. Пиксендеев, Ю.Е. Ровнов и др.; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М.: Изд. дом Высшей школы экономики. 120 с.
- Дылис Н.В., Носова Л.М.* 1977. Фитомасса лесных биогеоценозов Подмосковья / Академия Наук СССР, Научный совет по проблемам биогеоценологии и охраны природы, Ботан. институт им. В.Л. Комарова. М.: Наука. 143 с.
- Иванов Л.А.* 1946. Свет и влага в жизни наших древесных пород: Доложено на 5-м ежегод. Тимирязевск. чтении 29-го апр. 1944 г. М.: Изд-ва Акад. наук СССР. 60 с.
- Карасева М.А.* 2003. Лиственница сибирская в Среднем Поволжье // Научное издание. Йошкар-Ола: МарГТУ. 376 с.
- Комаров В.Л.* 1934. Лиственница – *Larix Miller* // Флора СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР. Т. 1. С. 155-156.
- Лесной план* Кировской области на 2019 – 2028 годы, утвержденный Указом Губернатора Кировской области от 29.12.2018 № 165.
- О состоянии* окружающей среды Кировской области в 2020 году: Региональный доклад. 2021 / под общей редакцией А.В. Албеговой. Киров. 205 с.
- Переведенцев Ю.П., Френкель М.О., Шаймарданов М.З.* 2010. Современные изменения климатических условий и ресурсов Кировской области / Кировский обл. центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Верхне-Волжского УГМС Росгидромета; науч. ред. Э.П. Наумов. Казань: Казан. гос. ун-т. 242 с.
- Природа Кировской области.* 1960 / под общ. ред. С.Л. Щеклеина, А.И. Шернина. Киров: Кировское книжное издательство. 252 с.
- Рамочная конвенция ООН «Об изменении климата»,* 1992. Рио-де-Жанейро, 23 с.
- Савиных Н.П., Шабалкина С.В., Пересторонина О.Н.* 2021. Особенности выделения высоких природоохранных ценностей типа «Редкие экосистемы и местообитания» для сертификации лесов Кировской области. // Теоретическая и прикладная экология. № 2. С. 229-234.
- Серебряков И.Г.* 1962. Экологическая морфология растений. М.: Высшая школа. 378 с.
- Таблицы и модели роста* и продуктивности основных лесобразующих пород Северной Евразии. Одобрены Федеральным агентством лесного

- хозяйства и рекомендованы для использования в практической лесохозяйственной деятельности (протокол заседания Совета Федерального агентства лесного хозяйства № 2 от 08.06.2006). 886 с.
- Тетерин А.А.* 2009. Роль лиственницы в регулировании климата Земли // Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития: материалы Всерос. науч.-практ. конф., 1-2 декабря 2009 г. Вып. 7. Ч. 1 / Правительство Киров. обл., Упр. охраны окружающей среды и природопользования Киров. обл., Учреждение Рос. акад. наук, Ин-т биологии Коми НЦ УрО РАН, Вят. гос. гуманитар. ун-т; ред. Т.Я. Ашихмина и др. Киров. 283 с.
- Тимофеев В.П.* 1977. Лесные культуры лиственницы. М.: Лесная промышленность. 216 с.
- Цыганов Д.Н.* 1983. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М: Наука. 198 с.
- Экологические шкалы и методы анализа экологического разнообразия растений = Ecological indicator values and methods of analysis of ecological diversity of plants 2010.* / Л.А. Жукова, Ю.А. Дорогова, Н.В. Турмухаметова и др.; под общей ред. проф. Л.А. Жуковой: монография. Йошкар-Ола: Марийский государственный университет. 368 с.

ON THE USE OF SIBERIAN LARCH TO INCREASE FOREST CARBON STORAGE

N.P. Savinykh¹, A.A. Teterin^{1,2}

¹Vyatka State University, Kirov

²Ministry of Natural Resources, Forestry and Ecology of the Perm Territory, Perm

The range and ecological and biological features of Siberian larch (*Larix sibirica* L.) were assessed from the point of view of the ability to remove carbon from the atmosphere and deposit carbon. The wide geographic and ecological ranges are determined by ecological preferences and biological features of the species. The high sequestering and depositing properties of individuals of the species are shown. A conclusion was made about the possibility of using *L. sibirica* in reforestation in the northeast of European Russia (in particular, in the Kirov region) and, in this regard, increasing the biodiversity and ecosystem functions of forests, including the production of high-quality wood.

Keywords: *climate of the planet, carbon sequestration, carbon deposition, Siberian larch, wood growth, wood supply, species ecological potency.*

Об авторах:

САВИНЫХ Наталья Павловна – доктор биологических наук, профессор кафедры биологии и методики обучения биологии института биологии и биотехнологии, ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет», 610000, Киров, ул. Московская, д. 36; e-mail: savva_09@mail.ru.

ТЕТЕРИН Андрей Алексеевич – начальник управления охраны, защиты и надзора в лесах Министерства природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края, 614015, Пермь, ул. Попова, 11; e-mail: teterin-andrej@yandex.ru.

Савиных Н.П. Об использовании лиственницы сибирской для повышения депонирования углерода лесами / Н.П. Савиных, А.А. Тетерин // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2022. № 3(67). С. 82-94.