

УДК 630:911.52+574.474 (571.61)

ПОСТПИРОГЕННОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЛИСТВЕННИЦЫ ГМЕЛИНА В АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Н. А. Тимченко¹, К. Г. Ткаченко², Н. А. Юст¹, О. Н. Щербакова¹¹ Дальневосточный государственный аграрный университет
675006, Благовещенск, ул. Политехническая, 86² Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН
197376, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, 2

E-mail: timchenko-nat@mail.ru, ktkachenko@binran.ru, yustnatal@mail.ru, olesya-2512@mail.ru

Поступила в редакцию 11.09.2023 г.

Приведен анализ естественного возобновления лиственницы Гмелина (*Larix gmelinii* (Rupr.) Kuzen.) (Pinaceae) на землях, расположенных в зоне многолетней мерзлоты. Исследования проводили с целью выявления хода успешности лесовосстановления на территориях, подверженных пирогенному воздействию. Успех восстановления лиственничных лесов зависит от воздействия многих факторов, связанных с биологическими, климатическими, почвенными условиями, особенностями семеношения, созреванием семян, урожайными периодами, и другими факторами, в том числе лесоводственного характера. Исследования естественного возобновления древесных пород и дальнейшего формирования лесных насаждений проводили по методике пробных площадей, заложенных в древостоях, пройденных пожарами разной давности в Мазановском участковом лесничестве Амурской области. На землях лесного фонда, подвергавшихся пирогенному воздействию в разные годы, были заложены шесть пробных площадей (пп) прямоугольной формы. Для детального исследования на учетных площадках изучали молодое поколение деревьев по количественным показателям, проективному покрытию, размерным характеристикам, качественным признакам. Возобновление оценивали по региональной шкале применительно для Дальнего Востока. По результатам камеральной обработки отмечаются тенденции смены хвойной породы на лиственные на пп 1 и 2 в случае сохранения травяно-мохового покрова и лесной подстилки, а также при интенсивном вегетативном возобновлении лиственных пород. Сохранение доминанты за лиственницей Гмелина наблюдается при благоприятных почвенных условиях и урожайных годах до формирования живого напочвенного покрова на пп 3 и 5. Впервые для смешанных древостоев северного региона (на примере Мазановского участковом лесничества) было выявлено, что в результате многократного пожарного воздействия на лесные экосистемы существуют предпосылки формирования чистых лиственничных лесов с низким участием сопутствующих пород в зависимости от периода плодоношения главной хозяйственной породы – лиственницы Гмелина – и пирогенного воздействия на лесную подстилку.

Ключевые слова: *Larix gmelinii* (Rupr.) Kuzen.), оценочные шкалы естественного лесовозобновления, подрост, подлесок, пробная площадь, многолетняя мерзлота.

DOI: 10.15372/SJFS20240609

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы в эксплуатацию вовлечены естественные леса обширного Дальневосточного региона. Хвойные насаждения представлены малоизученной восточной расой лиственницы даурской (*Larix dahurica* P. Lawson et C. Lawson) или – лиственницы Гмелина (*Larix gmelinii* (Rupr.) Kuzen.) (Pinaceae).

В северных таежных лесах Сибири, Дальнего Востока и Северной Америки образуются древостои, в которых доминирует лиственница Гмелина – ценная хвойная порода, произрастающая в криолитозоне, где многие другие виды являются сопутствующими компонентами древостоев (Харук, Пономарев, 2017; Kharuk, Ponomarev, 2017; Бондур и др., 2020; Bondur et al., 2020; Bryanin et al., 2020).

В России на долю таких насаждений приходится около 35 % площади всех лиственничников, занимающих земли лесного фонда, и почти половина (49 %) площади лесов Сибири и Дальнего Востока (Bryanin et al., 2020). В зоне вечной мерзлоты произрастают древостои, 80 % из которых – с участием лиственницы Гмелина, эти леса являются самыми крупными в бореальном биоме (Харук, Пономарев, 2017; Kharuk, Ponomarev, 2017; Bryanin et al., 2020).

С потеплением климата в северных широтах все чаще отмечаются лесные пожары, их становится больше не только по количеству, но и по охваченной территории. Лесные пожары приводят к гибели лесных экосистем или к их нарушению, к необратимым сукцессионным процессам. Характер воздействия пожаров в лесу на лесовозобновительные процессы многообразен. Однако признается повсеместное отрицательное их влияние на возобновительные процессы после высокоинтенсивных пожаров, в то время как последствия пожаров умеренной и слабой силы не так ощутимы (Zyryanova et al., 2010, 2020; Ponomarev et al., 2016; Kharuk et al., 2017; Chen, Loboda, 2018).

Ученые прогнозируют возникновение огромных экологических проблем, связанных с лесными пожарами в Сибири, Якутии, Северной Америке и других регионах планеты из-за глобального потепления (Швиденко, Щепашенко, 2013; Shvidenko, Schepaschenko, 2013; Tkachenko et al., 2022). Причиной возгорания может быть как антропогенный фактор, так и природный – сухие грозы, вызванные молниями, самовозгорание торфяников, реже – извержения вулканов или падения метеоритов, что в итоге связано с динамикой лиственничных лесов в ответ на интенсивность пожаров (Chen, Loboda, 2018; Яковлев, Андреев, 2021; Ivanov et al., 2022).

Подземные пожары в криолитозоне Сибири резко меняют флористическое разнообразие лиственничных ассоциаций. Через 3–4 года после пожара количество сосудистых растений на сгоревшем участке становится в 1.2–1.3 раза больше, чем у несгоревших ассоциаций. Такое увеличение численности видов обусловлено как восстановлением предпочитаемых видов, так и вторжением новых. Доминирующие виды в ассоциации с доминированием лиственницы и последующих ассоциациях после пожара различаются, особенно на ранних стадиях сукцессии (Zyryanova et al., 2010).

К стратегической задаче современности в сфере лесного хозяйства можно отнести интен-

сификацию лесовосстановления и охраны лесов для решения глобальных экологических проблем повсеместно на нашей планете (Zhao et al., 2012; Швиденко, Щепашенко, 2013; Shvidenko, Schepaschenko, 2013). В связи с этим при восстановлении лесов после пожаров нельзя пренебрегать и естественно протекающими процессами.

С другой стороны, лесные пожары способствуют формированию древостоя и его продуктивности, благоприятно влияют на процессы естественного возобновления, однако частые пожары в лиственничных лесах являются негативным фактором по смене главной породы на малоценную. Частота лесных пожаров в лиственничных насаждениях может варьировать от 3–5 до 40–100 и даже до 200 лет и быть показателем положительных циклов развития лесного биома (Zyryanova et al., 2020).

Лиственница Гмелина относится к наиболее огнестойкой породе в лесах умеренного пояса. Условия произрастания – особенности рельефа, вечная мерзлота, плотность и размерная характеристика опада, толщина защитной ткани ствола – позволяют деревьям выживать даже при сильных пожарах. Они способствуют обновлению экосистем лиственницы при сохранении плюсовых генеративных деревьев, которые служат источниками семян (Харук, Пономарев, 2017; Kharuk, Ponomarev, 2017).

Наличие минерализованного слоя, как постпирогенный эффект, его температурно-влажностный режим, влияют на интенсивность прорастания семян лиственницы и дальнейшее естественное возобновление (Ponomarev et al., 2016, 2018, 2020; Пономарев и др., 2018).

На Дальнем Востоке в естественных насаждениях с участием лиственницы Гмелина были проведены исследования, связанные с интенсивностью разложения питательных веществ после наземных пожаров и с их влиянием на естественное восстановление основной породы. Мониторинг процессов лесовосстановления проводился с акцентом на период поздних стадий разложения подстилки при дальнейшем формировании древостоев (Щепашенко и др., 2015; Schepaschenko et al., 2015; Bryanin et al., 2020).

В лиственничных лесах Дальнего Востока продолжительных низовых пожаров 10-летнего периода недостаточно для образования подстилки и восстановления мощного мохово-лишайникового покрова. Определение интенсивности и условий разложения основных видов подстилки позволит оценить способность восстановитель-

ных процессов в древостоях лиственницы Гмелина (Пономарев и др., 2018; Ponomarev et al., 2018; Кондратова и др., 2021; Kondratova et al., 2021).

На территории северных провинций Китая, граничащих с Амурской областью, были изучены процессы лесовосстановления после пожаров лиственничных насаждений и их влияние на стадию формирования лесных экосистем. В процессе последовательного лесовосстановления содержание неорганического азота увеличивается примерно на 41 %, что положительно влияет на рост и развитие подроста (Hu et al., 2019; Barrett et al., 2020; Weng et al., 2021).

Степень интенсивности и размер площади, охваченной пожарами, являются основными факторами, влияющими на формирование самосева и подроста древесных пород, от которых зависит урожайность и качество семян, попадающих в почву (Zhao et al., 2012; Khatancharoen et al., 2021).

Факторы, влияющие на раннее восстановление растительности после пожаров в Амурской области, изучены недостаточно. В настоящее время мало исследований посвящено восстановлению определенных типов лесов, пройденных пожарами (Dyadchenko et al., 2020; Замолодчиков и др., 2022).

Цель настоящего исследования – изучить успешность лесовосстановления в насаждениях с участием лиственницы Гмелина, пройденных пожарами в Мазановском лесничестве Амурской области. Для ее достижения необходимо было решить следующие задачи:

- оценить степень обеспеченности подростом древесных пород в районе исследований;
- изучить факторы, влияющие на накопление подроста.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследование естественного возобновления лиственницы Гмелина проводилось в лесных насаждениях Мазановского участкового лесничества Амурской области в 2020–2022 гг.

Лиственница Гмелина является хозяйственно-ценной породой, доминирующей в эксплуатационных лесах Амурской области, к которым относится Мазановское лесничество. Данная территория подвержена лесным пожарам, которые приводят к гибели и снижению продуктивности лиственничных древостоев.

Возобновительные процессы данной породы изучались методом закладки пробных площадей (пп), которые подбирались в насаждениях, пройденных лесными пожарами в разные сроки давности, по прошествии от 17 до 3 лет (Сукачев, Зонн, 1961).

Для закладки пп обходился и детально осматривался весь участок, подбирались условия, которые полностью отражали его характерные особенности. Не допускалось примыкание пп к просекам, дорогам и другим открытым или не характерным для данного насаждения участкам ближе, чем на 20 м.

Все части пп были однородными по степени повреждения пожаром. Пп закладывались в форме прямоугольника, размером 0.25 га.

В пределах пп насаждение было однородным по условиям местопроизрастания, составу, возрасту, бонитету, полноте, не включались различные по экспозиции, крутизне и положению в профиле части склона.

В ходе исследования было заложено шесть временных пп, которые отграничивались визирами шириной 0.3 м. На деревьях, примыкающих к визирю с внешней стороны, наносились легкие трехсторонние затески на высоте 1.3 м: одна – по ходу визира, две другие – в направлении, перпендикулярном ходу визира. Две пп размещались в квартале 364, третья и четвертая – в квартале 396, пятая и шестая – в квартале 407, с координатами, представленными в табл. 1.

Каждая из шести пп предполагала закладку 25–30 учетных площадок размером 1 × 1 м для количественной оценки подроста, с занесением в учетную ведомость по породам, категории крупности, возраста, степени жизнеспособности, характера размещения (куртинно, равномерно) (табл. 2).

По размерным показателям подрост подразделялся на три категории: мелкий (до 0.5 м), средний (0.51–1.5 м) и крупный (более 1.51 м). По жизненной категории учитывался благо-

Таблица 1. Географические координаты пробных площадей

Номер пп	X (с. ш.)	Y (в. д.)
1	587835.424	4157547.587
2	587300.235	4158299.216
3	584590.044	4159981.370
4	584772.565	4160068.368
5	585725.598	4165412.889
6	585691.502	4165140.422

Таблица 2. Количественная оценка подроста на пробных площадях

Номер квартала	Номер пп	Порода	Возраст, лет	Класс возраста	Средний диаметр, см	Класс бонитета	Полнота	Средняя высота, м	Количество деревьев, шт./га	Сумма площадей сечений, м ² /га	Запас, м ³ /га	Состав древостоя
364	1	Лц	100	V	24	III	0.3	20	63	4.52	57	8Лц2Бб ед. Ос
		Бб	60	VI	22			18	15	3.80	10	
		Ос	50	V	16			18	3	2.01	1	
364	2	Лц	120	VI	32	IV	0.3	19	48	8.04	73	9Лц1Бб
		Бб	60	VI	24			11	8	4.52	4	
396	3	Лц	130	VII	28	IV	0.3	21	24	6.16	41	9Лц1Бб
		Бб	70	VII	22			19	8	3.80	6	
396	4	Лц	130	VII	28	IV	0.3	21	32	6.16	41	8Лц1Бч1Бб + Ос
		Бч	70	VII	22			16	7	3.80	4	
		Бб	70	VII	24			16	6	4.52	4	
		Ос	50	V	16			14	8	2.01	2	
407	5	Лц	130	VII	32	IV	0.3	21	46	8.04	78	10Лц
407	6	Лц	140	VII	28	IV	0.3	21	28	6.16	36	9Лц1Бб
		Бб	70	VII	24			10	6	4.52	3	

Примечание. Лц – лиственница Гмелина (*Larix gmelinii* (Rupr.) Kuzen.), Бб – береза плосколистная (*Betula platyphylla* Sukaczew), Бч – б. даурская (*B. dahurica* Pall.), Ос – осина обыкновенная (*Populus tremula* L.).

надежный подрост. Всходы (до 2 лет) не учитывались, а их наличие свидетельствует о возникновении естественного возобновления. Успешность дальнейшего лесовосстановления и формирование растительных сообществ обеспечивают самосев в возрасте 2–5 лет и особенно подрост старше 5 лет. Успешность возобновления древесных пород оценивалась применительно к региональной шкале, разработанной ДальНИИЛХ. При установлении жизнеспособности состояние подроста подразделяли на четыре категории: хорошее, удовлетворительное, слабое, плохое (Справочник..., 2009).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Естественное возобновление исследовалось на шести пробных площадях в насаждениях, пройденных пожарами разной давности (табл. 2).

Пп 1 была подвергнута воздействию интенсивным низовым пожаром в 2011 г. Из-за изреженности северных лиственничных лесов верховые пожары в обычном их виде возникают чрезвычайно редко, что способствует сохранению генеративных особей для обсеменения постпирогенных территорий.

Состав сохранившегося древостоя складывался из трех пород: лиственницы Гмелина, березы плосколистной (*Betula platyphylla* Sukaczew), с единичным участием осины обыкновенной (*Populus tremula* L.), доминировала лиственница Гмелина – 84 % от общего состава, 15 % приходилось на березу плосколистную и 1 % – на осину.

Живой напочвенный покров неоднороден, сформирован из хвоща болотного (*Equisetum palustre* L.), бузульника Фишера (*Ligularia fischeri* (Ledeb.) Turcz.), бубенчика перескиелистного (*Adenophora pereskiiifolia* (Fisch. ex Schult.) G. Don), калимериса цельнолистного (*Kalimeris integrifolia* Turcz. ex DC.), грушанки круглолистной (*Pyrola rotundifolia* L.). Проектное покрытие – от 4.0 у бузульника Фишера и до 20 у грушанки круглолистной. Отмечалось поселение представителей отдела Bryophyta, из подлесочных пород – свидина белая (*Swida alba* (L.) Opiz), багульник болотный (*Ledum palustre* L.), доминировал рябинник рябинолистный (*Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Braun), местами сплошные заросли образовывала малина Мацумуры (*Rubus matsumuranus* H. Lev. & Vaniot), препятствующие возобновлению древесных пород.

Пожар 2011 г. уничтожил живой напочвенный покров и частично подстилку, в связи с чем

Таблица 3. Характеристика и оценка естественного возобновления

Номер пп	Порода	Количество подроста, шт./га			Итого на 1 га	Возраст, лет	Состав подроста	Состояние (оценка по шкале ДальНИИЛХ, Справочник..., 2009)
		мелкий, менее 0.5 м	средний, 0.51–1.5 м	крупный, более 1.51 м				
1	Лц Бб Ос	–	–	760 2270 140	3170	11 11 11	3Лц7Бб + Ос	Плохое, необходимы лесохозяйственные мероприятия
2	Бб	–	1213	84	1297	7	10Бб	То же
3	Лц Бб	– –	– –	1340 1510	2850	12 12	5Лц5Бб	Недостаточное, необходимы частичные лесные культуры или меры содействия возобновлению
4	Лц Бч Ос	620 526 100	– 48 –	– – –	1294	3 3 3	5Лц4Бч1Ос	Плохое, необходимы лесохозяйственные мероприятия
5	Лц Бб	– –	1515 31	– –	1546	11 –	10Лц ед. Бб	Недостаточное, необходимы частичные лесные культуры или меры содействия возобновлению
6	Лц Бб	1200 1050	– –	– –	2250	6 6	5Лц5Бб	Плохое, необходимы лесохозяйственные мероприятия

отмечались поселение и рост подроста лиственницы Гмелина (24 %). Подрост березы плосколистной доминировал и составлял 72 %, наблюдалось возобновление осины – 4 %.

Подрост, образовавшийся после семеношения в 2013 г., представлен лиственницей Гмелина в возрасте 11 лет высотой более 1.51 м (табл. 3).

Такие процессы способны привести к смене лиственницы Гмелина на березу плосколистную, обе породы конкурентны по светолюбию, кроме того, порослевой подрост березы заглушает семенное возобновление лиственницы.

Пп 2 размещалась в древостоях за минерализованной полосой (шириной 3.5 м) по отношению распространения пожара, где в 2015 г. прошел беглый низовой пожар низкой интенсивности. В составе древостоя доминирует лиственница Гмелина. На пробной площади возобновление лиственницы практически не выявлено, так как сохранился живой напочвенный покров, препятствующий возобновлению. Береза плосколистная образовала пневую поросль средней категории в количестве 1213 и 84 шт./га крупной.

Подлесок характеризуется высокой сомкнутостью полога. В его составе преобладают ольха кустарниковая (*Duschekia fruticosa* (Rupr.)

Pouzar), рябинник рябинолистный, свидина белая. Живой напочвенный покров состоит из видов, произрастающих и на пп 1.

Пп 3 заложена в насаждениях после пожара 2008 г. В древостое доминирует лиственница Гмелина. Кустарниковый ярус изрежен палами, в подлеске доминирует шиповник иглистый (*Rosa acicularis* Lindl.), присутствуют леспедеца двуцветная (*Lespedeza bicolor* Turcz.) с лещичной разнолистной (*Corylus heterophylla* Fisch. ex Bess.). Разнообразный по составу травяной покров размещен рассеянно, отличается слабой степенью проективного покрытия (0.8) и наличием доминанта – орляка обыкновенного (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn) с участием брусники (*Vaccinium vitis-idaea* L.) и грушанки крупнолистной.

Естественное возобновление характеризуется общим количеством 2850 шт./га. По породному составу (5Лц5Бб) подрост крупной категории (средний возраст 12 лет) распределяется следующим образом: лиственница – 1340 шт./га, береза – 1510 шт./га. На пробной площади наблюдается тенденция формирования смешанных лиственничных древостоев.

Пп 4 заложена на постпирогенных землях 3-летней давности, здесь произрастает смешанный по составу древостой: 8Лц1Бч1Бб + Ос

с участием березы даурской (*Betula dahurica* Pall.), древесной породы, не выявленной на вышеописанных пробных площадях.

На исследованной площади после пожара высокой интенсивности сохранились сухостойные деревья березы плосколистной и б. даурской, осины, при этом погибших деревьев лиственницы не выявлено.

За послепожарный период местами образовалась дернина из вейника Лангсдорфа (*Calamagrostis langsdorffii* (Link) Trin.). Проектное покрытие орляка обыкновенного – рассеянно (0.8); брусники и грушанки круглолистной довольно обильно (4.0); куртинно встречаются ландыш Кейске (*Convallaria keiskei* Miq.) и купена аптечная (*Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce).

Естественное возобновление отличается мелким (высотой до 0.5 м) подростом лиственницы Гмелина – 1620 шт./га, березы плосколистной – 526 шт./га, осины – 100 шт./га и средним подростом березы даурской – до 48 шт./га. Состав подроста 5Лц4Бч1Ос. Наблюдаются сукцессионные процессы, связанные со сменой пород в формировании будущего древостоя.

Пп 5 располагается в насаждениях, которые подвергались неоднократному пирогенному воздействию низовыми пожарами слабой интенсивности (в 2004 и 2008 гг.), в результате чего сохранился чистый по составу древостой – 10Лц.

Растительные сообщества отличается рассеянным и единичным размещением травяно-мохового покрова. В травяном покрове отмечены представители отдела Bryophyta – осока придатконосная (*Carex appendiculata* (Trautv. & C. A. Mey.) Kuk.), брусника, толокнянка обыкновенная (*Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng.). Подлесочный полог не сомкнут. Здесь изредка встречаются смородина дикуша (*Ribes dikuscha* Fisch. ex Turcz.), береза низкая (*Betula humilis* Schrank.), багульник болотный, их количество незначительно. Молодняков на площади нет, так как из-за периодичности палов возобновление наиболее подвержено огню, в котором погибают молодые деревья из-за тонкого слоя коры. Подроста лиственницы Гмелина 11-летнего возраста высотой до 1.5 м, недостаточно для обеспечения продуктивных насаждений, его количество 1515 шт./га, кроме того, на данной пробной площади отмечается единичное участие подроста березы плосколистной – 31 шт./га.

На пп 6, пройденной низовым пожаром средней интенсивности в 2016 г., состав древесного

яруса представлен двумя породами – 9Лц1Бб. Естественное возобновление недостаточное, отличается наличием мелкого подроста лиственницы Гмелина – 1200 шт./га; береза плосколистная возобновляется как порослью, так и от семян, в количестве 1050 шт./га, требуется проведение лесокультурных мероприятий. Состав подроста 5Лц5Бб.

Из кустарников в подлесочном пологе представлены спирея иволистная (*Spiraea salicifolia* L.), свидина белая, рябинник рябинолистный. Травяной покров не отличается разнообразием видов, где наблюдается постпирогенное возобновление брусники, орляка обыкновенного, купены аптечной, от единичного размещения до куртинного с довольно обильным размещением экземпляров.

На пп 1 прослеживается возможность смены главной породы лиственницы на сопутствующую – березу плосколиственную. Формирующийся живой напочвенный покров – из видов, обильное проективное покрытие которых заглушает всходы лиственницы. Прорастанию семян главной породы препятствуют не только поселяющиеся представители отдела Bryophyta, но и подлесочный полог, особенно полукустарники, образуя сплошные заросли малины Мацумуры.

Такие процессы способны привести к смене лиственницы на берёзу плосколиственную, обе породы конкурентны по светолюбию, кроме того, порослевой подрост берёзы плосколистной заглушает семенное возобновление лиственницы, с нашей точки зрения, крупный подрост лиственницы со временем сможет способствовать восстановлению смешанных лиственничных древостоев.

На пп 2 в квартале 364 после пожара 2015 г. выявлен подрост березы плосколистной средней категории. Сохранившаяся и обильная быстро восстанавливающаяся травяно-моховая растительность, отсутствие генеративных особей лиственницы способствуют образованию пней поросли берёзы плосколистной после низового пожара. Наличие порослевого подроста берёзы плосколистной средней категории создает условия формирования чистых березняков.

На пп 3 в естественном возобновлении конкурирует подрост лиственницы и березы плосколистной, превышающий 1.51 м. Поврежденный лесным пожаром кустарниковый ярус с довольно обильным проективным покрытием травяным покровом, обеспечил тенденцию формирования смешанных лиственничных древостоев.

На постпирогенных землях 3-летней давности (пп 4) возобновление отмечено и мелким подростом лиственницы, осины, березы даурской. Дальнейшему возобновлению будет препятствовать довольно обильное размещение живого напочвенного покрова с образовавшейся дерниной из вейника Лангсдорфа. Подрост лиственницы и березы даурской высотой до 0.5 м будет играть основную роль в формировании будущего древостоя, на его состав может оказывать влияние осина, которая быстро корневыми отпрысками завоевывает территории.

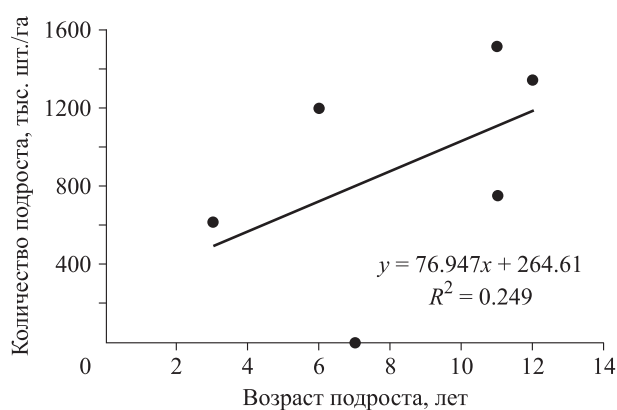
В лиственничниках, сформировавшихся после неоднократных низовых пожаров (пп 5), представлен средний подрост лиственницы и в небольшом количестве – берёзы плосколистной. Проникновению и прорастанию семян древесных пород способствует слабосомкнутый кустарниковый ярус и рассеянное травяно-моховое покрытие, состоящее из представителей гигрофильной растительности. В 2013 и 2021 гг. в Амурской области наблюдались катастрофические наводнения, которые привели к гибели и затоплению не только всходов, но и самосева, а лесные пожары 2004 и 2008 гг. уничтожили молодое поколение, которое можно было перевести в категорию молодняков.

Мелким подростом отличается возобновление на пп 6 двух древесных пород – лиственницы Гмелина и березы плосколистной – при благоприятно сложившихся условиях: отсутствия лесных пожаров, поздних весенних заморозков, засух или наводнений, равномерно повторяющихся урожайных лет, могут сформироваться естественные сложные древостои, что объясняется эколого-биологическими особенностями пород: они неприхотливы к почвенным условиям, растут в криолитозоне, на сухих и сырых местах, и, благодаря поверхностной корневой системе, имеют высокую конкурентоспособность.

Однако количество подроста на пробных площадях недостаточно для формирования высокопродуктивных древостоев.

Для выявления связи между периодом пирогенного воздействия на древостои на территории Мазановского участкового лесничества и количеством подроста главной лесобразующей древесной породы – лиственницы Гмелина, произрастающей в криолитозоне, рассчитано корреляционное уравнение, определен индекс детерминации ($R^2 = 0.249$) (см. рисунок).

Использование метода позволяет дать адекватную и достоверную количественно оценку взаимосвязи данных признаков.



Зависимость восстановления главной породы от давности пожаров.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В условиях криолитозоны Амурской области наблюдаются естественное лесовосстановление на лесных землях, пройденных пожарами, как правило, формируются многокомпонентные, сложные по составу, устойчивые насаждения при минимальных трудозатратах. Главной породой северных территорий, где расположено Мазановское лесничество, является лиственница Гмелина. Однако естественное лесовосстановление обладает рядом недостатков: возможность смены хозяйственно-ценных пород на малоценные мягколиственные, в том числе за счет поросли и отпрысков; высока вероятность заболачивания территории после гибели древостоев в районах с многолетне-мерзлотными почвами; замедленный рост и развитие молодого поколения семенного происхождения; для формирования породного состава необходимо проведение рубок ухода.

Подростом крупной категории главной породы лиственницы (1510 шт./га) сравнительно обеспечены насаждения, пройденные пожаром, исследованные в квартале 396 на пп 3 и требующие проведения частичных культур или мер содействия возобновлению, на остальных пробных площадях (пп 1, 2, 4–6) необходимо проведение лесокультурных мероприятий.

Вследствие высокой доли покрытия живым напочвенным покровом (до 20 %) и местами сомкнутого подлесочного яруса, препятствующего прорастанию семян, отмечается вероятность смены главной породы на сопутствующую – берёзу плосколистную в насаждениях 364 квартала, где закладывалась пп 1.

На пп 2, отмечается единичный самосев лиственницы и доминирование порослевого возобновления березы плосколистной (1297 шт./га),

возможно образование насаждений, в которых будет господствовать малоценная порода. Подрост средней категории лиственницы на пп 5 в недостаточном количестве (1515 шт./га), при его сохранении и проведении лесокультурных мероприятий он может занять господствующее положение.

С небольшим преобладанием подрост мелкой категории лиственницы (1200 шт./га) перед подростом березы плосколистной (1050 шт./га) выявлен на пп 6, по региональной оценочной шкале – в недостаточном количестве. В условиях хорошего обсеменения в последующие годы и посадки главной породы сможет восстановиться древостой с доминированием лиственницы.

Практически на всех исследованных территориях Мазановского участкового лесничества отмечается естественное возобновление на землях, пройденных пожаром, главной древесной породы – лиственницы Гмелина. Кроме неё в возобновлении участвуют и сопутствующие древесные породы – береза плосколистная и б. даурская, осина, однако их возобновление – недостаточное для формирования высокопродуктивных древостоев.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бондур В. Г., Мохов И. И., Воронова О. С., Ситнов С. А. Космический мониторинг сибирских пожаров и их последствий: особенности аномалий 2019 г. и тенденции 20-летних изменений // Докл. РАН. Науки о Земле. 2020. Т. 492. № 1. С. 99–106.
- Замолодчиков Д. Г., Иванов А. В., Юст Н. А., Тимченко Н. А. Средообразующие функции защитных лесов Амурской области // Сиб. лесн. журн. 2022. № 6. С. 12–21.
- Кондратова А. В., Абрамова Е. Р., Брянин С. В. Разложение основных типов опада и высвобождение азота в постпирогенных лиственничниках Дальнего Востока России // Сиб. экол. журн. 2021. № 2. С. 214–226.
- Пономарев Е. И., Швецов Е. Г., Харук В. И. Интенсивность горения в оценке эмиссий от пожаров // Экология. 2018. № 6. С. 440–447.
- Справочник для таксации лесов Дальнего Востока: справ. изд. / отв. сост. и науч. ред. В. Р. Корякин. Хабаровск: ДальНИИЛХ, 2009. 612 с.
- Сукачев В. Н., Зонн С. В. Методические указания к изучению типов леса. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 144 с.
- Харук В. И., Пономарев Е. И. Пространственно-временная горимость лиственничников Центральной Сибири // Экология. 2017. № 6. С. 413–419.
- Швиденко А. З., Щепаченко Д. Г. Климатические изменения и лесные пожары в России // Лесоведение. 2013. № 5. С. 50–61.
- Щепаченко Д. Г., Швиденко А. З., Лесив М. Ю., Онтиков П. В., Щепаченко М. В., Краксерн Ф. Площадь лесов России и ее динамика на основе синтеза продуктов дистанционного зондирования // Лесоведение. 2015. № 3. С. 163–171.
- Яковлев С. Е., Андреев Д. В. Расчет экономического эффекта от применения спутникового мониторинга лесных пожаров в Республике Саха (Якутия) // Моск. экон. журн. 2021. № 5. С. 77–80.
- Barrett K., Baxter R., Kukavskaya E., Balzter H., Shvetsov E., Buryak L. Postfire recruitment failure in Scots pine forests of southern Siberia // Rem. Sens. Environ. 2020. V. 237. Article 111539.
- Bondur V. G., Mokhov I. I., Voronova O. S., Sitnov S. A. Satellite monitoring of Siberian wildfires and their effects: Features of 2019 anomalies and trends of 20-year changes // Doklady Earth Sci. 2020. V. 492. Iss. 1. P. 370–375 (Original Rus. text © V. G. Bondur, I. I. Mokhov, O. S. Voronova, S. A. Sitnov, 2020, publ. in Dokl. Ros. Akad. nauk. Nauki o Zemle, 2020. V. 2. N. 1. P. 99–106).
- Bryanin S., Kondratova A., Abramova E. Litter decomposition and nutrient dynamics in fire-affected larch forests in the Russian Far East // Forests. 2020. V. 11. Iss. 8. Article 882. 14 p.
- Chen D., Loboda T. V. Surface forcing of non-stand-replacing fires in Siberian larch forests // Environ. Res. Lett. 2018. V. 13. N. 4. Article 045008. 10 p.
- Dyadchenko O., Timchenko N., Baranov A. Influence of permanent and variable factors on the number and area of forest fires in the Amur Region // E3S Web Conf. Ecol. & Biol. Well-being flora and fauna (EBWFF-2020). 2020. V. 203. Article 03002. 10 p.
- Hu T., Hu H., Li F., Zhao B., Wu S., Zhu G., Long S. Long-term effects of post-fire restoration types on nitrogen mineralisation in a Dahurian larch (*Larix gmelinii*) forest in boreal China // Sci. Total Environ. 2019. V. 679. P. 237–247.
- Ivanov A. V., Neumann M., Darman G. F., Danilov A. V., Susloparova E. S., Solovyov I. D., Kravchenko O. M., Smuskina I. N., Bryanin S. V. Vulnerability of larch forests to forest fires along a latitudinal gradient in eastern Siberia // Can. J. For. Res. 2022. V. 52. N. 12. P. 1543–1552.
- Kharuk V. I., Ponomarev E. I. Spatiotemporal characteristics of wildfire frequency and relative area burned in larch-dominated forests of Central Siberia // Rus. J. Ecol. 2017. V. 48. P. 507–512 (Original Rus. text © V. I. Kharuk, E. I. Ponomarev, 2017, publ. in Ekologiya. 2017. N. 6. P. 413–419).
- Kharuk V. I., Im S. T., Petrov I. A., Dvinskaya M. L., Fedotova E. V., Ranson K. J. Fir decline and mortality in the southern Siberian Mountains // Reg. Environ. Change. 2017. V. 17. Iss. 3. P. 803–812.
- Khatancharoen Ch., Tsuyuki S., Bryanin S., Sugiura K., Seino T., Lisovsky V. V., Borisova I. G., Wada N. Long-time interval satellite image analysis on forest-cover changes and disturbances around protected area, Zeya state nature reserve, in the Russian Far East // Remote Sens. 2021. V. 13. Iss. 7. Article 285. 22 p.
- Kondratova A. V., Abramova E. R., Bryanin S. V. Decomposition of main litter types and nitrogen release in post-fire larch forests of the Russian Far East // Contemp. Probl. Ecol. 2021. V. 14. Iss. 2. P. 171–181 (Original Rus. text © A. V. Kondratova, E. R. Abramova, S. V. Bryanin, 2021, publ. in Sib. ekol. zhurn. 2021. N. 2. P. 214–226).
- Ponomarev E. I., Kharuk V. I., Ranson K. J. Wildfires dynamics in Siberian larch forests // Forests. 2016. V. 7. Iss. 6. Article 125. 8 p.

- Ponomarev E. I., Shvetsov E. G., Kharuk V. I.* The intensity of wildfires in fire emissions estimates // *Rus. J. Ecol.* 2018. V. 49. Iss. 6. P. 492–499 (Original Rus. text © E. I. Ponomarev, E. G. Shvetsov, V. I. Kharuk, 2018, publ. in *Ekologiya*. 2018. N. 6. P. 440–447).
- Ponomarev E., Masyagina O., Litvintsev K., Ponomareva T., Shvetsov E., Finnikov K.* The effect of post-fire disturbances on a seasonally thawed layer in the permafrost larch forests of central Siberia // *Forests*. 2020. V. 11. Iss. 8. Article 790. 17 p.
- Schepaschenko D. G., Shvidenko A. Z., Lesiv M. Yu., Ontikov P. V., Schepaschenko M. V., Kraxner F.* Estimation of forest area and its dynamics in Russia based on synthesis of remote sensing products // *Contemp. Probl. Ecol.* 2015. V. 8. P. 811–817 (Original Rus. text © D. G. Schepaschenko, A. Z. Shvidenko, M. Yu. Lesiv, P. V. Ontikov, M. V. Shchepashchenko, F. Kraxner, 2015, publ. in *Lesovedenie*. 2015. N. 3. P. 163–171).
- Shvidenko A. Z., Schepaschenko D. G.* Climate change and wildfires in Russia // *Contemp. Probl. Ecol.* 2013. V. 6. P. 683–692 (Original Rus. text © A. Z. Shvidenko, D. G. Schepaschenko, 2013, publ. in *Lesovedenie*. 2013. N. 5. P. 50–61).
- Tkachenko K., Firsov G., Volchanskaya A.* Climate warming and changes in the reproductive capacity of woody plants // *Fundamental and applied scientific research in the development of agriculture in the Far East (AFE-2021)*. Agricultural innovation systems / A. Muratov, S. Ignat'eva (Eds.). Springer Cham, 2022. V. 1. P. 573–580.
- Weng Y., Yang G., Wang L., Quan X., Di X., Yu H., Han D.* Changes in water-soluble nitrogen and organic carbon in the post-fire litter layer of Dahurian larch forests // *Plant Soil*. 2021. V. 464. Iss. 1–2. P. 131–148.
- Zhao F. J., Shu L. F., Wang M. Yu., Liu B., Yang L. J.* Influencing factors on early vegetation restoration in burned area of *Pinus pumila* – larch forest // *Acta Ecol. Sin.* 2012. V. 32. Iss. 2. P. 57–61.
- Zyryanova O. A., Abaimov A. P., Bugaenko T. N., Bugaenko N. N.* Recovery of forest vegetation after fire disturbance In: *Permafrost ecosystems. Ecol. stud. (Analysis and synthesis)*. V. 209 / Osawa A., Zyryanova O., Matsuura Y., Kajimoto T., Wein R. (Eds.). Springer, Dordrecht, 2010. P. 83–96.
- Zyryanova O. A., Yaborov V. T., Tchikhacheva T. L., Koike T., Kobayashi M., Matsuura Y., Satoh F., Zyryanov V.* The structure and biodiversity after fire disturbance in *Larix gmelinii* (Rupr.) // *Euras. J. For. Res.* 2020. V. 10. N. 1. P. 19–29.

POST-PYROGENIC REGENERATION OF GMELINS' LARCH IN AMUR OBLAST

N. A. Timchenko¹, K. G. Tkachenko², N. A. Yust¹, O. N. Shcherbakova¹

¹ Far Eastern State Agrarian University

Polytekhnikeskaya str., 86, Blagoveshchensk, 675006 Russian Federation

² Komarov Botanical Institute, Russian Academy of Sciences

Professor Popov str., 2, St. Petersburg, 197376 Russian Federation

E-mail: timchenko-nat@mail.ru, ktkachenko@binran.ru, yustnatal@mail.ru, olesya-2512@mail.ru

The article provides an analysis of the Gmelins' larch (*Larix gmelinii* (Rupr.) Kuzen.) (Pinaceae) natural regeneration, which were studied on lands located in the permafrost zone. The study was carried out in order to identify the course of regeneration processes in areas subjected to pyrogenic effects from forest fires. The restoration of larch forests depends on many factors, the success of which is ensured by the favorable conditions that arise after their impact. This is due to biological, climatic, soil conditions, characteristics of seed production, their maturation, harvest periods, and other factors, including silvicultural conditions. According to the tasks of analysis and evaluation of the natural regeneration of tree species, and the further formation of forest stands, they were carried out according to the method of sample plots established in forest stands, passed by fires of different prescriptions in the Mazanovsky forestry district of Amur Oblast. Six sample plots of a rectangular shape were laid on the lands of the forest fund, subjected to pyrogenic effects in different years. For a detailed study on accounting sites, the young generation of trees was taken into account in terms of quantitative indicators, projective cover, size and qualitative characteristics. Regeneration was assessed on a regional scale for the Far East. According to the results of data processing, tendencies are noted to change from coniferous to deciduous species on sample plots 1 and 2 in the case of preservation of grass-moss cover and forest litter, as well as with intensive vegetative renewal of deciduous species. Preservation of the dominant for Gmelins' larch is observed under favorable soil conditions and fruitful years before the formation of forest litter and living ground cover on sample plots 3 and 5. For the first time for mixed forest stands in the northern region of Amur Oblast (on the example of the Mazanovsky forestry district), it was revealed that as a result of repeated fire impact on forest ecosystems, there are prerequisites for the formation of pure larch forests with a low participation of associated species, depending on the period of fruiting of the main economic species – Gmelins' larch and pyrogenic impact on the forest floor.

Keywords: *Larix gmelinii* (Rupr.) Kuzen.), assessment scales for natural regeneration, undergrowth, shrub layer, sample plot, permafrost.

How to cite: Timchenko N. A., Tkachenko K. G., Yust N. A., Shcherbakova O. N. Post-pyrogenic regeneration of Gmelins' larch in Amur Oblast // *Sibirskij Lesnoj Zhurnal* (Sib. J. For. Sci.). 2024. N. 6. P. 68–77 (in Russian with English abstract and references).