

УДК 630*231.1:630*271(571.14)

ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ КЛЕНА ОСТРОЛИСТНОГО В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ ПРИОБЬЯ¹

© 2024 г. Н. Н. Лихенко^а, *, Т. Н. Капко^а, А. П. Епанчинцева^а, И. Е. Лихенко^а

^аСибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции,
ул. С-200, зд. 5/1, пос. Краснообск, Новосибирская обл., 630501 Россия

*E-mail: lihenko.n@yandex.ru

Поступила в редакцию 24.03.2023 г.

После доработки 04.04.2023 г.

Принята к публикации 30.05.2023 г.

Клен остролистный (*Acer platanoides* L.) — ценное древесное растение, имеющее большое народно-хозяйственное значение. Он декоративен и является источником прочной и упругой древесины, благодаря чему может представлять интерес для интродукции. В связи с этим целью исследования было изучение процесса естественного возобновления, динамики роста и возрастной структуры клена остролистного в условиях лесостепи Приобья. Материалом для исследования послужили 6 деревьев клена остролистного и их разновозрастной подрост. Оценка естественного возобновления, динамики роста и возрастной структуры вида была проведена с учетом места произрастания, высоты и возраста растения, при этом руководствовались методиками Е.М. Лавренко с А.А. Корчагиным и Р.В. Попадюка с соавторами. Высотно-возрастную структуру подроста и относительное участие возрастных групп определяли по рекомендациям А.Н. Мартынова с соавторами и А.Ю. Кулагина с И.Ф. Шаяхметовым. Установлено, что клен остролистный успешно интродуцирован и его подрост адаптирован для произрастания в условиях лесостепи Приобья. Наиболее высокое относительное участие возрастных групп приходится на растения 1–3 лет, при этом без существенного различия от места произрастания. Затем идет постепенное снижение количества подроста в связи с естественным отпадом. Возрастные группы 4–8 лет и 9–20 лет, произрастающие в благоприятных условиях, характеризуются более интенсивным ростом с незначительным отпадом.

В угнетенных условиях рост значительно замедляется. Установлено, что на показатели жизненного состояния подроста клена остролистного, наряду с особенностями онтогенеза, влияют условия произрастания и антропогенная нагрузка территории.

Ключевые слова: клен остролистный, подрост, возрастная структура, интродукция, адаптация.

DOI: 10.31857/S0024114824010063, EDN: SLPGDJ

Естественное возобновление клена остролистного в искусственно созданных сообществах за пределами ареала дает возможность получить устойчивую интродуцированную популяцию. Клен остролистный — дерево континентального климата, распространен главным образом в Средней и Северной Европе (Букштынов, 1982), в европейской части России и в Малой Азии (Деревья и кустарники СССР, 1958). Клен остролистный — дерево 15–30 м высотой и 0.7–1 м в диаметре ствола, однодомное, с мужскими и ложно-обоеполыми цветками (с одновременным зацветанием мужских и женских цветков), энтомофил, анемохор, значительно теневыносливое (при ухудшении почвенных условий теневыносливость падает), рестативное и реже ирруптивное (корневые отпрыски),

мезофит (не выносит застойного увлажнения), микрофит, мезотроф (избегает даже слабого засоления почвы), устойчивый ассектатор второго яруса древостоя широколиственных лесов, изредка эдификатор кленовников (Соколов и др., 1986).

Созданные в условиях интродукции ценозы отражают экологические и микроклиматические условия произрастания (Лапин и др., 1979). При этом древесный ярус оказывает значительное влияние на подрост посредством изменения светового, теплового и водного режимов подпологового пространства (Figueroa-Rangel, Olvera-Vargas, 2001; Стоноженко и др., 2018). Подпологовое возобновление в искусственных фитоценозах связано с биологическими особенностями растений и условиями среды, при этом недостаток света является одним из лимитирующих факторов, поскольку формирование высотно-возрастной структуры подроста во многом зависит от наличия просветов

¹Работа поддержана бюджетным проектом ИЦиГ СО РАН № FWNR-2022-0018.

в древесном ярусе — “окон” (Салтыков и др., 2017). Взаимодействие древесных пород определяет размеры и форму этих “окон”, а также “окон”, образовавшихся в результате полного или частичного отмирания особей различной жизнеспособности. При отсутствии “окон” подрост деревьев задерживается в развитии, находясь в угнетенном состоянии, или погибает (Zhenliang, Zhanqing, 1998; Восточноевропейские леса, 2004).

Расселение клена остролистного проходит преимущественно посредством семенного размножения (Шаяхметов и др., 2007; Рязанова, Путенихин, 2013). При таком способе размножения у интродуцентов повышается вероятность появления более стойкого поколения (Лапин и др., 1979). Устойчивость интродуцированного вида в данном регионе определяется зимостойкостью. Опыт интродукции клена остролистного в условиях Сибири неоднозначен. Исследования, проведенные в правобережье Новосибирска, свидетельствуют о ее малой успешности (Встовская и др., 2017; Chindyaeva et al., 2018), тогда как в левобережной зоне Новосибирска растения изучаемого вида образуют крылатки с полноценными семенами, способными давать жизнеспособные всходы, формирующие жизнестойкий разновозрастной самосев (Капко и др., 2020). Успешность интродукции в левобережной зоне обусловлена ступенчатой акклиматизацией вида. Этот метод рекомендован И.В. Мичуриным и является основным благоприятным фактором для перенесения растений в новые районы, резко отличающиеся по климату от его родины (Камшилов, 1957). Стабильное и естественное возобновление вида путем семенного размножения свидетельствует о его успешной акклиматизации и натурализации в новых условиях. В связи с этим цель настоящей работы — изучение процесса естественного возобновления, динамики роста и возрастной структуры клена остролистного в условиях лесостепи Приобья.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА

Исследование подпологового возобновления проведено в дендрарии СибНИИРС — филиале ИЦиГ СО РАН, расположенном на левом берегу р. Оби в подзоне приобской лесостепи. Территория дендрария входит в состав дренированной лесостепи. Он создавался как экспериментальная база для проведения многолетних стационарных научно-исследовательских работ по интродукции и акклиматизации древесных растений различного эколого-географического происхождения в условиях лесостепи Приобья. Собранная коллекция деревьев и кустарников распределена по происхождению следующим образом: Европейская часть России, Западная Сибирь и Алтай, Восточная Сибирь и Дальний Восток, Средняя Азия, Юго-Восточная Азия, Северная Америка.

В ботанико-географических отделах растения сгруппированы по типу фитоценозов с учетом биологических особенностей и различных жизненных форм. Для создания искусственных насаждений наряду с интродуцентами привлечены представители местной флоры.

Климат района исследований резко континентальный, что отражается на особенностях роста и развития. Среднегодовая температура воздуха варьирует в пределах $+0.5^{\circ}\text{C}$ — $+0.7^{\circ}\text{C}$. Самый холодный месяц — январь (в среднем -18.8°C), самый теплый — июль (в среднем $+19.0^{\circ}\text{C}$). Сумма эффективных температур — 1317°C . В течение года выпадает 440–400 мм осадков. Зима продолжительная, с ноября по март-апрель, с устойчивым снежным покровом и суровыми морозами (в отдельные годы до -45°C и ниже). Весна короткая, при этом в отдельные годы возможны заморозки и выпадение снега вплоть до конца мая. Лето жаркое и сравнительно короткое. В начале лета характерны засухи, возможны кратковременные похолодания и возвратные заморозки. Осень короткая, отличается неустойчивой погодой и ранними заморозками. Год от года осень может быть либо сухой и теплой, либо холодной, пасмурной, с непрекращающимися моросящими дождями (Воронина, Гриценко, 2011).

Материалом для исследований послужили 6 саженцев клена остролистного, полученные в 1986 г. из Омска и высаженные на территории дендрария СибНИИРС в ботанико-географическом отделе “Европейская часть России”. Объект исследования — разновозрастной самосев клена остролистного.

Ботанико-географический отдел “Европейская часть России” расположен в северо-западной части дендрария. Участок, на котором размещен отдел, характеризуется как северная лесостепь Приобья. Почвообразующие породы представлены лессовидными карбонатными суглинками, в основном среднего механического состава. Почвенный покров — лугово-черноземные почвы с признаками глубокого засоления. Экспозиция представлена многоярусным массивом, состоящим из деревьев, относящихся к 15 видам, с подлеском из кустарников. Площадь отдела составляет 11.8 тыс. м². Он был сформирован в 80-х гг. XX в. с целью моделирования типичного лесного ландшафта европейской широколиственной области. Основу фитоценоза составляют дуб (*Quercus*), липа (*Tilia*), клен (*Acer*) и береза (*Betula*). Древостой одновозрастной, представлен древесными растениями 35–40 лет. Насаждения в хорошем состоянии, участие человека ограничивается лишь редкими санитарными рубками. За годы существования отдела сформировался обильный подрост, образованный в результате естественного воспроизводства фитоценоза. 6 изучаемых деревьев клена остролистного произрастают по 3 штуки: внутри группы, среди

мелколиственных пород (береза повислая (*Betula Pendula*), липа мелколистная (*Tilia cordata*), липа крупнолистная (*Tilia platyphyllos*)) и на ее опушке, по краю.

Изучение особенностей возобновления проводили методом закладки пробных площадей 1 × 1 м, располагающихся по ходовым линиям через весь участок “Европейская часть России”. Ходовые линии закладывали параллельно друг другу (Уткин и др., 2002). Для разметки использовали складную деревянную рамку размером 1 × 1 м и пластиковые колышки для обозначения площадок. Общая площадь участка 6200 м². Изучение роста и развития подпологового возобновления проводили в 2020 г.

Результаты инвентаризации клена остролистного, проведенной в дендрарии СибНИИРС — филиале ИЦиГ СО РАН в 2019 г., свидетельствуют о его успешной акклиматизации и перспективности. Согласно балловой оценке акклиматизации и адаптации видов по шкале, разработанной Т.В. Елисафенко (2009), он набирает 51 балл и относится ко второй группе — среднеперспективным.

Проанализировано 6200 метровых площадок. Проведен сплошной пересчет разновозрастного подпологового подроста, причем подрост другой видовой принадлежности во внимание не брали. При пересчете учитывали место произрастания на участке (в тени, в “окнах”, под пологом материнского растения), а также — высоту и возраст растения. Возраст определяли по количеству годичных приростов ствола по высоте, по следам верхушечных почечных чешуй (Полевая геоботаника, 1960). Определение жизненного состояния подроста проведено согласно классификации А.А. Чистяковой, разделяющей его на три категории: 1 — растения нормальной жизненности; 2 — пониженной жизненности; 3 — низкой жизненности (Попадюк и др., 1994). Для анализа высотно-возрастной структуры вычисляли среднюю высоту растений клена остролистного. Были определены динамика высотно-возрастной структуры подроста и относительное участие возрастных групп и построена диаграмма жизненного состояния подроста клена остролистного.

Средний ежегодный прирост подроста вычисляли по формуле:

$$L = \frac{H}{A},$$

где L — средний ежегодный прирост, см/год; H — высота, см; A — возраст, лет (Мартьянов, 2008).

Относительное участие возрастных групп определяли по формуле:

$$Y_{\text{отн}} = (n/N) \times 100,$$

где $Y_{\text{отн}}$ — относительное участие возрастных групп, %; n — количество подроста данной возрастной группы; N — общее количество подроста

в рассматриваемых возрастных группах, шт. (Кулагин и др., 2007).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе исследования была рассмотрена возрастная структура популяции клена остролистного в ботанико-географической группе “Европейская часть России”, на примере которой исследовано возобновление изучаемого вида, попавшего в различные условия произрастания. Независимо от возрастной и пространственной структуры возобновления, число крупного подроста было меньше, чем мелкого.

Из семян, попавших под полог группы растений темнохвойной породы (ели обыкновенной (*Picea abies* (L.) Karst.)) и под плотный полог древесного яруса (в тень), проросло и сохранилось до момента оценки 1556 растений.

Под пологом материнских деревьев количество растений клена остролистного составило всего 1171 шт., что в какой-то мере обусловлено летучестью семян, независимо от семенной продуктивности.

На открытых пространствах (“окна”), а также в образовавшейся сквозистости в местах разреженности полога лиственных насаждений древесного яруса условия для произрастания клена остролистного наиболее благоприятные, о чем свидетельствует наибольшее количество обнаруженных растений — 1743 шт.

Анализ динамики развития высотно-возрастной структуры подроста позволяет выявить влияние условий произрастания на состояние отдельного вида в пределах данного фитоценоза (Кулагин и др., 2007). Максимальная доля подроста по всему исследуемому участку наблюдается в возрасте от 1 до 3 лет, что также согласуется с результатами, полученными в условиях Белгородской области (Рябцев и др., 2009). На раннем этапе онтогенеза клен остролистный достаточно теневынослив, уступая при этом только липе, но с возрастом становится светолюбив (Букштынов, 1982; Рябцев и др., 2009, 2011). В качестве особенностей участка в тени под плотным пологом древесного яруса лиственных пород и ели обыкновенной следует отметить элементы ветровально-почвенного комплекса: старые валежины, понижения, ветки, что способствует сохранению влаги и снижению антропогенного фактора.

По относительному участию под плотным пологом древесного яруса лиственных пород можно выделить три возрастные группы. Первая (от 1 года до 3 лет, с накоплением подроста) составляет 61.6% от общего количества данного сообщества (рис. 1, табл. 1). Кроме того, численность мелкого подроста в тени выше таковой в условиях “окон” и под материнским пологом.

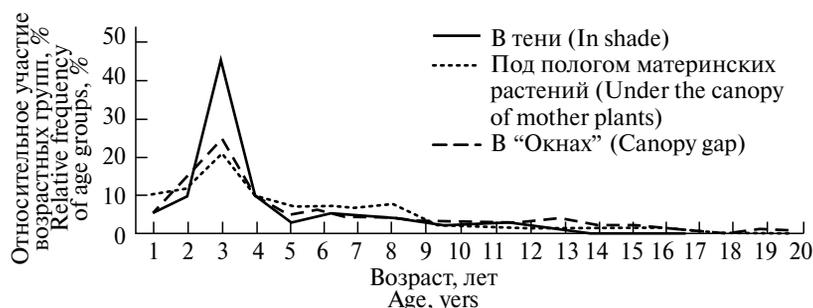


Рис. 1. Относительное участие возрастных групп подростка клена остролистного в зависимости от условий произрастания.

Участие второй возрастной группы (от 4 до 8 лет) начинает резко снижаться, на нее приходится 26.2%. Относительное участие третьей группы (от 9 до 15 лет) значительно уменьшается, практически в 5 раз в сравнении с первой группой, и составляет 12.2%. Среди лиственных пород встречаются единичные растения, достигшие от 16 до 21 года. Под пологом ели обыкновенной возобновление клена остролистного крайне неудовлетворительно, лишь изредка присутствуют единичные растения.

Отрицательное влияние на рост и развитие в темновойном лесу связано с круглогодичным затенением. Отсутствие освещенности, которая является

определяющим фактором в процессе возобновления в подпологовом пространстве, сокращает численность жизнеспособного подростка. Меняется жизненное состояние, верхушечные приросты слабо одревесневают из-за недостатка света и после перезимовки часто отмирают (Попадюк и др., 1994).

В результате накопления максимального количества подростка клена остролистного в возрастной группе от 1 до 3 лет с преобладанием нормального жизненного состояния (рис. 2) образовалась большая доля растений с нормальной жизненностью — 65%, с пониженной — 10%, с низкой — 25%.

Таблица 1. Результаты анализа высотно-возрастной структуры

Возраст, лет	В тени			Под пологом материнских растений			В “окнах”		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	5.8	6.9 ± 0.2	6.9 ± 0.2	10.2	5.6 ± 0.2	5.6 ± 0.2	5.4	7.4 ± 0.2	7.4 ± 0.2
2	10.0	7.2 ± 0.2	3.6 ± 0.1	11.8	6.9 ± 0.2	3.4 ± 0.1	15.5	8.0 ± 0.2	4.2 ± 0.1
3	45.8	7.8 ± 0.2	2.6 ± 0.1	21.1	8.1 ± 0.2	2.7 ± 0.1	25.3	8.4 ± 0.2	2.7 ± 0.1
4	9.4	8.8 ± 0.2	2.2 ± 0.1	9.7	8.9 ± 0.2	2.2 ± 0.1	9.1	8.5 ± 0.2	2.1 ± 0.1
5	4.1	10.4 ± 0.4	2.1 ± 0.1	7.7	9.9 ± 0.3	2.0 ± 0.1	5.0	11.0 ± 0.4	2.2 ± 0.1
6	4.8	11.6 ± 0.4	1.9 ± 0.1	7.4	11.4 ± 0.3	1.9 ± 0.1	6.3	12.3 ± 0.4	2.1 ± 0.1
7	4.4	13.3 ± 0.4	1.9 ± 0.1	7.0	12.0 ± 0.3	1.7 ± 0.1	4.4	15.5 ± 0.8	2.2 ± 0.1
8	3.5	14.9 ± 0.3	1.9 ± 0.1	7.8	13.4 ± 0.3	1.7 ± 0.1	3.9	17.3 ± 1.0	2.2 ± 0.1
9	2.8	17.5 ± 0.5	1.9 ± 0.1	3.5	14.1 ± 0.3	1.6 ± 0.1	3.1	20.0 ± 1.0	2.2 ± 0.1
10	2.9	17.9 ± 0.6	1.8 ± 0.1	2.2	16.3 ± 0.2	1.6 ± 0.1	3.1	24.4 ± 1.4	2.4 ± 0.1
11	2.7	23.3 ± 1.1	2.1 ± 0.1	2.4	21.7 ± 0.4	1.9 ± 0.2	3.1	30.7 ± 1.6	2.8 ± 0.1
12	2.1	25.4 ± 1.2	2.1 ± 0.1	1.8	28.3 ± 0.4	2.4 ± 0.3	3.1	34.2 ± 1.5	2.9 ± 0.1
13	0.9	26.7 ± 0.4	2.1 ± 0.1	1.5	34.7 ± 0.4	2.7 ± 0.1	3.8	40.7 ± 2.1	3.1 ± 0.2
14	0.3	31.0 ± 0.2	2.1 ± 0.1	1.6	42.7 ± 0.6	3.0 ± 0.1	2.2	45.3 ± 2.3	3.2 ± 0.2
15	0.4	35.3 ± 0.2	2.4 ± 0.1	1.8	50.5 ± 0.6	3.4 ± 0.1	2.3	51.9 ± 2.6	3.5 ± 0.2
16	0	—	—	1.8	55.7 ± 0.5	3.5 ± 0.1	1.3	56.6 ± 1.5	3.5 ± 0.1
17	0	—	—	0.7	66.3 ± 0.4	3.9 ± 0.1	0.6	59.3 ± 1.4	3.5 ± 0.1
18	0	—	—	0	—	—	0.6	79.0 ± 1.4	4.4 ± 0.1
19	0	—	—	0	—	—	1.1	90.6 ± 2.4	4.8 ± 0.1
20	0	—	—	0	—	—	0.7	128.5 ± 3.7	6.4 ± 0.2

Примечание. А — относительное участие возрастных групп, %;
 В — средний ежегодный линейный прирост, см/год;
 С — средний ежегодный линейный прирост, см/год.

Высота подроста в первой группе к 3 годам достигает 7.8 ± 0.2 см. Средний ежегодный линейный прирост составляет 2.6 ± 0.1 см. Во второй возрастной группе подрост достигает высоты 14.9 ± 0.3 см, среднегодовой линейный прирост — 1.9 ± 0.1 см. В третьей — 35.3 ± 0.2 см, среднегодовой линейный прирост — 2.4 ± 0.1 см. Высота единичных растений в возрасте 16 лет — 39.1 см, в 21 год — 75.5 см.

На площадках, расположенных под пологом материнских растений, относительное участие возрастной группы от 1 до 3 лет составляет 43.1% (рис. 1). Наблюдается сохранение относительного участия второй группы (в возрасте от 4 до 8 лет) — 36.9%. Показатели накопления подроста объясняются благоприятным микроклиматом кленового опада, увлажнением почвы с уменьшением плотности (Рябцев и др., 2009). Антропогенное влияние (натоптанные тропинки, ведущие к взрослым растениям клена остролистного, утопанные площадки при сборе осенних листьев) приводит к снижению жизненного состояния подроста (рис. 2). В сочетании воздействия абиотических и антропогенных факторов происходит угнетение подроста, увеличивается доля участия растений с пониженной жизненностью — 30% и с низкой — 38%. Доля растений с нормальной жизненностью достигает 32%. Уменьшение относительного участия в структуре подроста начинается в третьей возрастной группе (с 9 до 17 лет), при этом встречаются единичные растения от 18 до 20 лет.

Высота подроста в первой группе за 3 года под пологом материнских растений достигает 8.1 ± 0.2 см, во второй за 8 лет — 13.4 ± 0.3 см, в третьей группе за 17 лет — 66.3 ± 0.4 см. Средние ежегодные линейные приросты соответственно равны 2.7 ± 0.1 см, 1.7 ± 0.1 см и 3.9 ± 0.1 см. Высота единичных растений в 18 лет — 79.4 см, к 20 годам — 117 см.

Сквозистость в местах разреженности полога лиственных насаждений древесного яруса, а также “окна”, образовавшиеся в результате естественного

старения древесных растений, способствуют увеличению количества подроста. Как отмечает ряд авторов, освещенность является лимитирующим фактором (Закамский, Закамская, 2018; Танцырев, Андреев, 2020). Благоприятные условия для роста свидетельствуют о предпосылках успешного естественного процесса возобновления. Занимая свободные пространства полога, высотно-возрастная структура клена остролистного охватывает период до 20 лет, при этом отмечены единичные растения от 21 до 22 лет. Встречаемость подроста первой возрастной группы (от 1 до 3 лет) составила 46% (рис. 1).

Следует отметить, что доля подроста 2 и 3 возрастных групп составила 28.7 и 25.1% соответственно. Накопление подроста в группах происходит с усиленным ростом. Высота растений в первой группе (к 3 годам) достигает 8.4 ± 0.2 см, во второй (в 8 лет) — 17.3 ± 1.0 см, в третьей группе (в 20 лет) — 128.5 ± 3.7 см. Средние ежегодные линейные приросты соответственно составляют 2.7 ± 0.1 см; 2.2 ± 0.1 см и 6.4 ± 0.2 см.

Жизненное состояние подроста (рис. 2) с нормальной жизненностью по всем возрастам достигло 59%, доля растений с пониженной жизненностью составила 12%, с низкой — 29%. Успешность процесса возобновления наблюдается с увеличением доли растений с нормальной жизненностью по всем возрастам и с незначительно пониженной жизненностью. Дополнительно был проведен двухфакторный дисперсионный анализ данных по высоте растений клена остролистного (табл. 2).

Варианты, отражающие изменчивость, вызванную возрастной группой растений (фактор А), условиями произрастания растений (фактор В) и взаимодействием факторов (А × В) достоверны. При этом доля влияния фактора “Возраст” на высоту растений максимальна и составляет 92.1%. В то же время вклад фактора “Место произрастания”, а также взаимодействие факторов “Возраст × Место произрастания” хоть и достоверное,

Таблица 2. Результаты дисперсионного анализа изменчивости высоты растений клена

Источник варьирования (Factor)	Сумма квадратов отклонений (Sum of squares)	Степени свободы (Degrees of freedom)	Средний квадрат (Mean sum of squares)	Критерий Фишера (F)	Доля влияния фактора (R ²), %
Общая (Total)	3459.6	—	—	—	—
(А) Возраст (Age)	3186.1	2	1593.1	2514.41*	92.1
(В) Место произрастания (Place of growth)	117.3	2	58.6	92.55*	3.4
(А × В) Взаимодействие факторов (Factors interaction)	139.1	4	34.8	54.89*	4.0
Случайные отклонения (Error)	17.1	27	0.6	—	0.5

* Статистически значимо на критическом уровне 5%; НСР₀₅ для фактора “Возраст” — 0.67 см, для фактора “Место произрастания” — 0.67 см, для взаимодействия факторов — 1.15 см.

* Significance level was set to 5%; LSD₀₅ for “age”, “place of growth” and factors interaction is 0.67 cm, 0.67 cm and 1.15 cm respectively.

но значительно более слабое и составляет всего 3.4 и 4.0% соответственно. Необходимо отметить, что вклад случайных отклонений в изменчивость вы-соты растений вида незначительный — всего 0.5%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в группе растений “Европейская часть России” дендрария СибНИИРС — филиала ИЦиГ СО РАН создаются хорошие предпосылки для формирования естественного возобновления клена остролистного. Данный вид успешно интродуцирован, и его подрост достаточно адаптивен для произрастания в дендрологических коллекциях в условиях лесостепи Приобья на правом берегу реки Обь. Полученные результаты дают основание для дальнейшего расширения зоны интродукции клена остролистного и изучения пригодности вида в городском озеленении, создании защитных лесополос и т.д.

На основе полученных результатов можно заключить, что наиболее высокое относительное участие возрастных групп независимо от места произрастания приходится на растения от 1 до 3 лет. Отмечено, что с возрастом идет постепенное снижение количества подростка в связи с его естественным отпадом. Наибольшая доля относительного участия средней группы (от 4 до 8 лет) отмечена под пологом материнских растений и составляет 39.6%. Выживаемость растений 3 возрастной группы (от 9 до 20 лет) максимальна в местах разреженности полога лиственных насаждений древесного яруса, а также в “окнах” и достигает 25.1%.

Средние ежегодные линейные приросты в первой группе (от 1 до 3 лет) практически не зависят от места произрастания, подрост существенно не отличается по высоте. Вторая (от 4 до 8 лет) и третья (от 9 до 20 лет) возрастные группы в случае произрастания в благоприятных условиях (в “окнах” и в местах разреженности полога лиственных насаждений древесного яруса) характеризуются более интенсивным ростом, с незначительным отпадом подростка.

В условиях лесостепи Приобья подрост клена остролистного достигает высоты 50 см не ранее 15-летнего возраста. Причем эти значения отмечены только в наиболее благоприятных условиях — под пологом материнских растений, а также на открытых пространствах (“окна”) и в местах разреженности полога лиственных насаждений древесного яруса. В угнетенных условиях произрастания (в тени) рост значительно замедляется, и к 15 годам подрост клена остролистного достигает высоты 35.3 ± 0.2 см.

Следует также отметить, что на показатели жизненного состояния подростка клена остролистного значительное влияние оказывают не только особенности онтогенеза, но и условия произрастания,

в том числе антропогенная нагрузка (натоптанные тропинки, ведущие к взрослым растениям клена остролистного, утопанные площадки при сборе осенних листьев).

Наибольший вклад в изменчивость высотно-возрастной структуры кленового подростка вносит фактор “Возраст” — его доля составляет 92.1%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Букштынов А.Д.* Клен. М.: Лесная промышленность, 1982. 86 с.
- Воронина Л.В., Гриценко А. Г.* Климат и экология Новосибирской области. Новосибирск: СГГА, 2011. 228 с.
- Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность. Книга 2 / Под. ред. О.В. Смирновой. М.: Наука, 2004. 575 с.
- Встовская Т.Н., Коропачинский И.Ю., Киселева Т.И.* Интродукция древесных растений в Сибири. Новосибирск: Гео, 2017. 716 с.
- Дерева и кустарники СССР. Дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции. Т. 4: Покрытосеменные. Семейства бобовые — гранатовые / Под ред. С.Я. Соколова, Б.К. Шишкина. М.— Л.: АН СССР, 1958. 974 с.
- Елисафенко Т.В.* Оценка результатов интродукционной работы на примере редких видов сибирской флоры // Растительный мир Азиатской России: Вестник Центрального сибирского ботанического сада СО РАН. 2009. № 2 (4). С. 89–95.
- Закамский А.В., Закамская Е.С.* Биоразнообразие подростка в березняках в республике Марий Эл // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2018. Т. 20. № 5–3. С. 381–384.
- Камшилов Н.А.* Словарь-справочник садовода. М.: Сельхозгиз, 1957. 639 с.
- Капко Т.Н., Лихенко Н.Н., Чудная А.П.* Морфометрическая изменчивость крылаток клена остролистного // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 4. С. 50–54. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10410.
- Кулагин А.Ю., Давыдычев А.Н., Дорожкин Е.М., Аскаров Д.Г.* Анализ высотно-возрастной структуры подростка широколиственных пород в водоохранный-защитных лесах Павловского водохранилища // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2007. Т. 9. № 1. С. 107–121.
- Лалин П.И., Калуцкий К.К., Калуцкая О.Н.* Интродукция лесных пород. М.: Лесная пром-сть, 1979. 224 с.
- Мартинов А.Н., Мельников Е.С., Ковязин В.Ф., Аникин А.С., Минаев В.Н., Беляева Н.В.* Основы лесного хозяйства и таксация леса. СПб.: Лань, 2008. 372 с.
- Полевая геоботаника. Т. 2 / Под ред. Е. М. Лавренко, А.А. Корчагина. М. — Л.: АН СССР, 1960. 499 с.
- Попадюк Р.В., Чистякова А.А., Чумаченко С.И.* Восточноевропейские широколиственные леса. М.: Наука, 1994. 364 с.
- Рябцев И.С., Рябцева И.М., Тиходеева М.Ю.* Особенности возобновления широколиственных пород в байрачном лесу (на примере участка “Острасьеви Яры” государственного природного заповедника “Белогорье”) // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 3. Биология. 2011. № 1. С. 13–26.

- Рябцев И.С., Тиходеева М.Ю., Рябцева И.М. Подпологовое возобновление лесообразующих пород в широколиственных лесах разного возраста с господством дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 3. Биология. 2009. № 2. С. 12–21.
- Рязанова Н.А., Путенихин В.П. Естественное семенное возобновление кленов при интродукции в Башкирском Предуралье // Бюллетень Ботанического сада Саратовского университета. 2013. № 11. С. 170–173.
- Салтыков А.Н., Ватлина Т.В., Абадонова М.Н., Разумный В.В. Естественное возобновление сосны в зоне хвойно-широколиственных лесов: пространственно-временные особенности // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2017. Т. 174. № 11. С. 28–42.
- Соколов С.Я., Связева О.А., Кубли В.А. Ареалы деревьев и кустарников СССР. Т. 3. Л.: Наука, 1986. 182 с.
- Стоноженко Л.В., Коротков С.А., Грищенко В.А. Возобновление под пологом леса в национальном парке “Угра” // Лесохозяйственная информация. 2018. № 2. С. 35–45. DOI: 10.24419/LHI.2304-3083.2018.2.04
- Танцырев Н.В., Андреев Г.В. Основные факторы развития подростка кедра сибирского под пологом производного сосняка // Вестник Поволжского государственного технологического университета. 2020. Т. 48. № 4. С. 22–30. DOI: 10.25686/2306-2827.2020.4.22
- Уткин А.И., Гульбе Т.А., Ермолова Л.С. О наступлении лесной растительности на сельскохозяйственные земли в Верхнем Поволжье // Лесоведение. 2002. № 5. С. 44–52.
- Шаяхметов И.Ф., Уразгильдин Р.В., Кулагин А.Ю. Естественное подпологовое возобновление и высотнo-возрастная структура подростка клена остролистного (*Acer platanoides* L.) в водоохранно-защитных лесах Павловского водохранилища (р. Уфа) // Сибирский экологический журнал. 2007. Т. 14. № 1. С. 27–36.
- Chindyayeva L.N., Belanova A.P., Kiseleva T.I. Patterns of natural regeneration of alien species of woody plants in Novosibirsk // Russian Journal of Biological Invasions. 2018. V. 9. № 3. P. 273–285. DOI: 10.1134/S2075111718030025
- Figueroa-Rangel B.L., Olvera-Vargas M. Regeneration patterns in relation to canopy species composition and site variables in mixed oak forests in the Sierra de Manantlan Biosphere Reserve, Mexico // Ecological Research. 2001. V. 15. № 3. P. 249–261. DOI: 10.1046/j.1440-1703.2000.00346.x
- Kulagin A.Yu., Shayakhmetov I.F. Natural under-canopy regeneration and height-age structure of small-leaved linden (*Tilia cordata* Mill.) undergrowth in water-conservation forests around pavlovskoe reservoir, Ufa river // Russian Journal of Ecology. 2007. V. 38. P. 247–252. DOI: 10.1134/S1067413607040054.
- Zhenliang Y., Zhanqing H. Canopy gap characteristics and its influence on the regeneration of broad-leaved Korean pine forests in Changbai Mountain // Journal of Forestry Research. 1998. V. 9. № 3. P. 160–165. DOI: 10.1007/BF02910062

Natural Regrowth of the Norway Maple in the Ob Forest Steppes

N. N. Likhenco^{1,*}, T. N. Kapko¹, A. P. Yepanchintseva¹, I. E. Likhenco¹

¹ Siberian research institute of crop cultivation and selection

S-200 st. 5/1, Krasnoobsk stl., Novosibirsk Region, 630501 Russian Federation

* E-mail: lihenko.n@yandex.ru

Norway maple (*Acer platanoides* L.) is a valuable woody plant of great economic importance. It is decorative and is a source of strong and resilient wood, thus having a good potential for introduction. In this regard, the purpose of the study was to study the process of natural renewal, the growth dynamics and the age structure of Norway maple in the forest-steppes of the Ob region. The material for the study was 6 Norway maple trees and their undergrowth of different ages. An assessment of the natural regeneration, growth dynamics and age structure of the species was carried out taking into account the place of growth, height and age of the plant, using the methods of E.M. Lavrenko with A.A. Korchagin and R.V. Popadyuk with co-authors. The height-age structure of undergrowth and the relative participation of age groups were determined according to the recommendations of A.N. Martynov with co-authors and A.Yu. Kulagin with I.F. Shayakhmetov. It has been established that Norway maple has been successfully introduced and its undergrowth is adapted for growth in the conditions of the forest-steppe of the Ob region. The highest relative participation of age groups falls on plants 1–3 years old, with no significant difference from the place of growth. Then there is a gradual decrease in the amount of undergrowth due to natural mortality. Age groups of 4–8 years and 9–20 years, growing in favorable conditions, are characterized by more intensive growth with little mortality. In oppressed conditions, growth slows down significantly. It has been established that the indicators of the vital state of Norway maple undergrowth, along with ontogeny features, are influenced by growth conditions and anthropogenic load of the territory.

Keywords: Norway maple, undergrowth, age structure.

Acknowledgements: The study has been conducted with the support from the ICG SB RAS project № FWNR-2022-0018.

REFERENCES

- Bukshtynov A.D., *Klen* (Maple), Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1982, 86 p.
- Chindyayeva L.N., Belanova A.P., Kiseleva T.I., Patterns of natural regeneration of alien species of woody plants in Novosibirsk, *Russian Journal of Biological Invasions*, 2018, Vol. 9, No. 3, pp. 273–285.
DOI: 10.1134/S2075111718030025
- Derev'ya i kustarniki SSSR. *Dikorastushchie, kul'tiviruemye i perspektivnye dlya introduktsii* (Trees and shrubs of the USSR. Wild, cultivated and future-proofed for introduction), Moscow–Leningrad: AN SSSR, 1958, Vol. 4: Angiosperms. Legume family — pomegranate, 974 p.
- Elisafenko T.V., Otsenka rezul'tatov introduktsionnoi raboty na primere redkikh vidov sibirskoi flory (Estimate of the results of introduction work based on the example of rare Siberian species), *Rastitel'nyi mir Aziatskoi Rossii: Vestnik Tsentral'nogo sibirskogo botanicheskogo sada SO RAN*, 2009, No. 2 (4), pp. 89–95.
- Figuroa-Rangel B.L., Olvera-Vargas M., Regeneration patterns in relation to canopy species composition and site variables in mixed oak forests in the Sierra de Manantlan Biosphere Reserve, Mexico, *Ecological Research*, 2001, Vol. 15, No. 3, pp. 249–261.
DOI: 10.1046/j.1440–1703.2000.00346.x
- Kamshilov N.A., *Slovar'-spravochnik sadovoda* (Gardening Dictionary), Moscow: Sel'khozgiz, 1957, 639 p.
- Kapko T.N., Likhchenko N.N., Chudnaya A.P., Morfometricheskaya izmenchivost' krylatok klena ostrolistnogo (Morphometric variability of *Acer platanoides* L. samaras), *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2020, Vol. 34, No. 4, pp. 50–54.
- Kulagin A.Y., Davydychev A.N., Dorozhkin E.M., Askarov D.G., Analiz vyсотно-voзрастnoi struktury podrosta shirokolistvennykh porod v vodookhranno-zashchitnykh lesakh Pavlovskogo vodokhranilishcha (Broad-leaves species lodgedplants height-age structure analysis in Pavlovka reservoir water-protective forests), *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk*, 2007, Vol. 9, No. 1, pp. 107–121.
- Kulagin A.Yu., Shayakhmetov I.F., Natural under-canopy regeneration and height-age structure of small-leaved linden (*Tilia cordata* Mill.) undergrowth in water-conservation forests around pavlovskoe reservoir, Ufa river, *Russian Journal of Ecology*, 2007, Vol. 38, pp. 247–252.
DOI: 10.1134/S1067413607040054
- Lapin P.I., Kalutskii K.K., Kalutskaya O.N., *Introduktsiya lesnykh porod* (Introduction of forest species), Moscow: Lesnaya prom-st', 1979, 224 p.
- Martynov A.N., Mel'nikov E.S., Kovyazin V.F., Anikin A.S., Minaev V.N., Belyaeva N.V., *Osnovy lesnogo khozyaistva i taksatsiya lesa* (Fundamentals of forestry and forest inventory), Saint Petersburg: Lan', 2008, 372 p.
- Polevaya geobotanika* (Field geobotany), Moscow-Leningrad: AN SSSR, 1960, Vol. 2, 499 p.
- Ryabtsev I.S., Ryabtseva I.M., Tikhodeeva M.Y., Osobennosti vozobnovleniya shirokolistvennykh porod v bairachnom lesu (na primere uchastka "Ostras'evy Yary" gosudarstvenno-prirodnoho zapovednika "Belogor'e") (The specialities of broadleaf woody plants regeneration in bayrachny forest (case study of the Ostrasevy yary plot of The State Natural Reservation Belogore)), *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Seriya 3. Biologiya*, 2011, No. 1, pp. 13–26.
- Ryabtsev I.S., Tikhodeeva M.Y., Ryabtseva I.M., Podpologovoe vozobnovlenie lesoobrazuyushchikh porod v shirokolistvennykh lesakh raznogo vozrasta s gospodstvom duba chershchatago (*Quercus robur* L.) (Under shelterwood regeneration of woody plants in oak-dominated (*Quercus robur* L.) broadleaf stands of different age), *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Seriya 3. Biologiya*, 2009, Vol. 2, No. 12–21.
- Saltykov A.N., Vatlina T.V., Abadonova M.N., Razumnyi V.V., Estestvennoe vozobnovlenie sosny v zone khvoino-shirokolistvennykh lesov: prostranstvenno-vremennye osobennosti (Natural resumption of pine in the area of coniferous-broad-leaved forests: space-time features), *Izvestiya sel'skokhozyaistvennoi nauki Tavriy*, 2017, Vol. 174, No. 11, pp. 28–42.
- Sokolov S.Y., Svyazeva O.A., Kubli V.A., *Arealy derev'ev i kustarnikov SSSR* (Areas of trees and shrubs of the USSR), Leningrad: Nauka, 1986, Vol. 3, 182 p.
- Stonozhenko L.V., Korotkov S.A., Grishenkov V.A., Vozobnovlenie pod pologom lesa v natsional'nom parke "Ugra" (Subcanopy Forest Regeneration in the National Park "Ugra"), *Lesokhozyaistvennaya informatsiya*, 2018, No. 2, pp. 35–45.
DOI: 10.24419/LHI.2304–3083.2018.2.04
- Tantsyrev N.V., Andreev G.V., Osnovnye faktory razvitiya podrosta kedra sibirskogo pod pologom proizvodnogo sosnyaka (Major factors in the development of Siberian stone pine undergrowth under the canopy of derivative pine stand), *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Seriya: Les. Ekologiya. Prirodopol'zovanie*, 2020, Vol. 48, No. 4, pp. 22–30. DOI: 10.25686/2306–2827.2020.4.22
- Utkin A.I., Gulbe T.A., Gulbe Y.I., Ermolova L.S., O nastuplenii lesnoi rastitel'nosti na sel'skokhozyaistvennyye zemli v verkhnem Povolzh'e (On advance of forest vegetation to agricultural lands in the Upper Volga river basin), *Lesovedenie*, 2002, No. 5, pp. 44–52.
- Voronina L.V., Gritsenko A.G., *Klimat i ekologiya Novosibirskoi oblasti* (Climate and ecology of the Novosibirsk region), Novosibirsk: SGGA, 2011, 228 p.
- Vostochnoevropeiskie lesa: istoriya v golotsene i sovremennost'* (Eastern European forests in the Holocene and modern history), Moscow: Nauka, 2004, Vol. 2, 575 p.
- Vostochnoevropeiskie shirokolistvennyye lesa* (Eastern European forests), Moscow: Nauka, 1994, 364 p.
- Vstovskaya T.N., Koropachinskii I.Y., Kiseleva T.I., *Introduktsiya drevesnykh rastenii v Sibiri* (Introduction of woody plants in Siberia), Novosibirsk: Geo, 2017, 716 p.
- Zakamskii A.V., Zakamskaya E.S., Bioraznoobrazie podrosta v bereznyakakh v respublike Marii El (Biodiversity of young trees in the birch forests in the Republic of Mari El), *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk*, 2018, Vol. 20, No. 5–3, pp. 381–384.
- Zhenliang Y., Zhanqing H., Canopy gap characteristics and its influence on the regeneration of broad-leaved Korean pine forests in Changbai Mountain, *Journal of Forestry Research*, 1998, Vol. 9, No. 3, pp. 160–165.
DOI: 10.1007/BF02910062