

УДК 574.45

**НАДЗЕМНАЯ ФИТОМАССА ЛИСТВЕННИЧНЫХ КУЛЬТУР В ГОРАХ ШИЛИЙН БОГД,
СОМОН УУЛ ДАРЬГАНГА, СУХЭ-БАТОРСКИЙ АЙМАК, МОНГОЛИЯ**

© 2025 г. С. Гэрэлбаатар*, С.Н. Бажа**, Д. Цогт-Эрдэнэ*

*Монгольский государственный университет
Монголия, 14191, г. Улан-Батор, Хороо 8, ул. Бага Тойруу-14
E-mail: gerelbaatar@num.edu.mn, mongolbistro@gmail.com

**Институт проблемы экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН
Россия, 119071, г. Москва, Ленинский просп., д. 33. E-mail: tonexр@mail.ru

Поступила в редакцию 10.03.2024. После доработки 28.04.2024. Принята к публикации 01.11.2024.

В статье рассмотрены основные результаты исследований по выявлению особенностей накопления надземной фитомассы лиственничных культур первого класса возраста в горах Шилийн Богд уула Сухэ-Баторского аймака Монголии. Впервые в 2001 году в условиях сухостепной зоны Восточной Монголии заложены опыты лиственничных культур путем посадки двухлетних сеянцев сибирской лиственницы (*Larix sibirica* Ldb.). В настоящее время лесные лиственничные культуры возрастом 20 лет, созданные методом лесоразведения, имеют средний диаметр 8.8 см, среднюю высоту 5.76 м, количество стволов 2400 шт./га, запас 47.33 м³/га и абсолютную сухую надземную фитомассу 29.68 т/га. Отмечено, что лиственничные культуры возрастом 17 лет имеют очень близкие с 20-летними лиственницами таксационные показатели.

Мы обнаружили тесные корреляционные связи ($R^2 = 0.9981$) между абсолютной сухой надземной фитомассой и диаметрами стволов на высоте груди (1.3 м). Эти корреляционные связи выражаются уравнением вида полином: $P_{кр} = 0.228 \cdot D_{1.3}^2 - 0.6944 \cdot D_{1.3} + 0.8223$

Структура фитомассы деревьев 20-летних лиственничных культур г. Шилийн Богд уула состоит из доли абсолютного сухого веса 30.1% и влаги 69.9%. Соотношения фракций надземных абсолютных сухих фитомасс деревьев выражаются следующими образом: древесина – 55.5%, кора – 15.1%, ветки – 20.0%, хвоя – 9.4%. Для сравнения нами была показана также надземная фитомасса 17-летних лиственничных культур.

Ключевые слова: высота, диаметр, запас, ствол, древесина, кора, ветвь, хвоя, фитомасса.

DOI: 10.24412/1993-3916-2025-1-42-51

EDN: VKRTVK

Как известно, фитомасса – это суммарная масса (в сыром или сухом весе, в массе углерода) всех растений в пределах экосистемы (Реймерс, 1991). Фитомасса растений разделяется на две части: надземную и подземную. По мере формирования искусственных лиственничных молодняков непрерывно растет величина их фитомассы. В лесохозяйственной практике часто используется термин «продуктивность», под которым подразумевается надземная фитомасса деревьев. Продукционный процесс древесных ценозов в пределах однородных по режимам эдафотопов зависит от комплекса фитоценологических факторов, которые играют значительную роль в формировании фитоценозами органического вещества. Геоботаники различают два оптимума существования вида: экологический и фитоценологический. Экологический и фитоценологический оптимумы продуцирования фитомассы не совпадают (Миркин, Розенберг, 1978).

Таким образом, формирование и продуктивность искусственных лиственничных молодняков в сухостепной зоне Восточной Монголии зависят не только от фитоценологических, но и от природно-климатических и антропогенных факторов.

Под влиянием глобального потепления усиливаются процессы аридизации, опустынивания и остепнения, охватывающие почти всю территорию Монголии (Nyamtseren et al., 2018). Кроме того, сильные лесные пожары и нерациональное использование лесных ресурсов приводят к значительному сокращению площадей лесного фонда и деградации условий естественных

лесовосстановительных процессов. Поэтому необходимо интенсифицировать мероприятия по лесовосстановлению, лесоразведению и охране лесного фонда страны. Уже настало время, чтобы провести первые попытки исследований по смене травяно-кустарничкового покрова, а также по биологической продуктивности и росту деревьев искусственных лиственничных насаждений, созданных методами лесоразведения в условиях сухостепной зоны.

С 2001 года первые опыты лесоразведения сибирской лиственницы (*Larix sibirica* Ldb.) были заложены в нижних частях северного склона кратера потухшего вулкана г. Шилийн Богда уула. С тех пор продолжают работы по лесоразведению и проведению постоянных мониторинговых исследований лиственничных культур. Выявление величины надземной фитомассы и хода роста искусственных лиственничных, растущих в сухостепной зоне, имеет не только научное, но и практическое значение. В дальнейшем задачи увеличения биологической продуктивности искусственных лиственничных насаждений и определения лучших лесохозяйственных мер по снижению негативных факторов, замедляющих рост и развитие древостоя, будет оставаться одной из важнейших задач для всей Монголии.

Площадь лесного фонда 635 га и запасы лесных ресурсов 9560 м³ Сухэ-Баторского аймака составляют самые низкие показатели в стране. Здесь в основном доминируют вязы и ивы. В связи с этим облесение территорий Сухэ-Баторского аймака возможно только за счет лесокультурных работ.

В апреле 2019 года большая часть площадей искусственных лиственничных культур г. Шилийн Богд уула была подвергнута интенсивным наземным степным пожарам. Однако и хорошо сформированные искусственные лиственничные культуры с возрастом I класса сохранились достаточно. Эти лиственничные леса служат объектами наших исследований для определений их биологической продуктивности и особенностей роста.

Цель и задачи исследований – выявление особенностей накопления надземной фитомассы искусственных лиственничных насаждений сухостепной зоны. Для решения этой цели перед нами стояли следующие задачи: 1) определить основные таксационные показатели искусственных лиственничных насаждений, 2) выявить ход накопления надземных фитомасс деревьев искусственных лиственничных насаждений I класса возраста.

Материалы и методы

Для изучения искусственных лиственничных насаждений с возрастом 17 и 20 лет закладывались постоянные пробные площади 15×20 м в каждом участке леса.

Учет деревьев и основные таксационные измерения осуществлялись по методикам Н.П. Анучина (1977), З. Цогта (1993) и С. Гэрэлбаатара (2011), а также с использованием «Лесотаксационного справочника Монголии» (2012). Пробы надземной фитомассы взяты с искусственных лиственничных насаждений согласно методике В.А. Усольцева (2003).

Для определения надземной фитомассы все деревья на пробных площадях подвергались сплошным пересчетам. При этом диаметры стволов на высоте 1.3 м были разделены на четыре класса ступеней толщины: 0.1-4.0, 4.1-8.0, 8.1-12.0 и 12.1-16.0 см. Мы взяли 10 модельных деревьев от каждого из четырех классов.

Дополнительно все модельные деревья были разделены на древесину, кору, ветви и хвою, после чего в полевых условиях был взвешен их сырой вес с точностью до 100 г. Для определения сухого веса каждого ствола брались спилы толщиной 1.5-2.5 см с высот $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ и $\frac{3}{4}$ м. Затем все образцы спилов разделялись на древесину и кору, после чего измерялся их сырой вес с точностью до 0.5 г.

В свою очередь с веток модельных деревьев отделялась вся хвоя, а затем производилось отдельное взвешивание веток и хвои. После этого брались образцы веток и хвои для определения их абсолютной сухой массы.

Для определения абсолютной сухой надземной фитомассы модельных деревьев все образцы высушивались в сушильном шкафу до абсолютного сухого постоянного состояния: хвоя – при 80°C, древесина и кора – при 105°C. Затем эти образцы взвешивались с точностью до 0.01 г.

Место исследований – нижняя часть северного склона с уклоном 5-10° потухшего кратера вулканического массива Шилийн Богд уула. Абсолютная высота – 1777 м н.у.м. БС, географические координаты центра массива: 45° 23' 15" с.ш., 114° 35' 01" в.д. Почва – степная темно-каштановая мощностью 30-70 см на вулканической породе (Баатарбилэг и др., 2021).

Основные результаты исследования. Выявление особенностей накопления надземной фитомассы и определение основных таксационных показателей искусственных лиственничных насаждений, выращенных методом лесоразведения в экологических условиях сухостепной зоны Восточной Монголии, имеют важное теоретическое и прикладное значения. Работы по определению сырых и абсолютно сухих весов надземной фитомассы у 17 и 20-летних искусственных лиственничных культур осуществлялись с точностью до 0.01 г с использованием электронных весов и сушильных шкафов в Лаборатории лесной фитоценологии Института ботаники АНМ.

Главные итоги определений основных таксационных показателей искусственных насаждений показаны в таблице 1, из которой видно, что лиственничные культуры возрастом 17 лет имеют следующие таксационные показатели: средний диаметр – 5.5 см, средняя высота – 4.43 м, сумма площадей сечений – 12.72 м²/га, полнота – 1.0, запас – 32.83 м³/га, общая надземная фитомасса – 21.06 т/га. Мы сравнивали эти таксационные показатели с теми же показателями у 20-летних лиственничных. За 3 года у этих насаждений увеличились средний диаметр – на 3.3 см, средняя высота – на 1.33 м, запас – на 14.5 м³/га, общая надземная фитомасса – на 8.62 т/га. Все это говорит о том, что за 1 год происходит следующий рост: средний диаметр – на 1.1 см, средняя высота – на 4.4 м, запас – на 4.83 м³/га (табл. 1).

Таблица 1. Основные таксационные характеристики искусственных лиственничных насаждений пробных площадей исследований (при переводе на 1 га).

№ пробных площадей	Состав (возраст, лет)	Количество растущих деревьев, шт./га	Количество сухостой и горелых деревьев, шт./га	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Сумма площади сечения, м ² /га	Полнота	Запас, м ³ /га	Фитомасса, т/га
1	Л ₍₁₇₎	5400	1067	5.5	4.43	12.72	1.0	32.83	21.06
2	Л ₍₂₀₎	2480	2650	8.8	5.76	14.61	0.9	47.33	29.68

Необходимо отметить, что мы зарегистрировали сухостой и горелые деревья в количестве от 1067 до 2650 шт./га, подвергнутые интенсивным наземным степным пожарам, которые возникли в апреле 2019 года в результате неосторожного обращения туристов с огнем (табл. 1).

С научной точки зрения большой интерес представляют корреляционные связи между таксационными показателями и надземной фитомассой искусственных лиственничных культур. Ниже приводятся основные итоги определения связей между диаметрами и абсолютным сухим весом надземной фитомассы деревьев с г. Шилийн Богд уула (рис. 1).

Из рисунка 1 видно, что тесная корреляционная связь имеется между диаметром и надземной фитомассой 17 и 20-летних искусственных лиственничных насаждений. Она выражается уравнением-полиномом, которое может быть использовано для искусственных лиственничных культур данного региона:

$$P_{\text{средняя}} = 0.228 \cdot D_{1.3}^2 - 0.6944 \cdot D_{1.3} + 0.8223 \quad (1),$$

где $P_{\text{средняя}}$ – фитомасса, кг; $D_{1.3}$ – диаметр на высоте груди, см.

В качестве примера, на основе уравнения (1), мы определили надземную фитомассу одного дерева, имеющего средний диаметр 5.5 см, и среднюю высоту 4.43 м:

$$P_{\text{средняя}} = 0.228 \cdot (5.5)^2 - 0.6944 \cdot (5.5) + 0.8223 = 3.9 \text{ кг.}$$

Используя нижеследующее уравнение (2), мы определили общую надземную фитомассу 17-летних искусственных лиственничных культур, имеющих количество стволов 5400 шт./га и массу 21.06 т/га:

$$P_{\text{общая}} = (N \cdot P_{\text{средняя}}) / 1000 \quad (2),$$

где $P_{\text{общая}}$ – общая надземная фитомасса, т/га; N – количество деревьев, шт./га; $P_{\text{средняя}}$ – надземная фитомасса среднего дерева, кг.

Соответственно, у 20-летних искусственных лиственничных культур общая надземная фитомасса составляет 29.68 т/га.

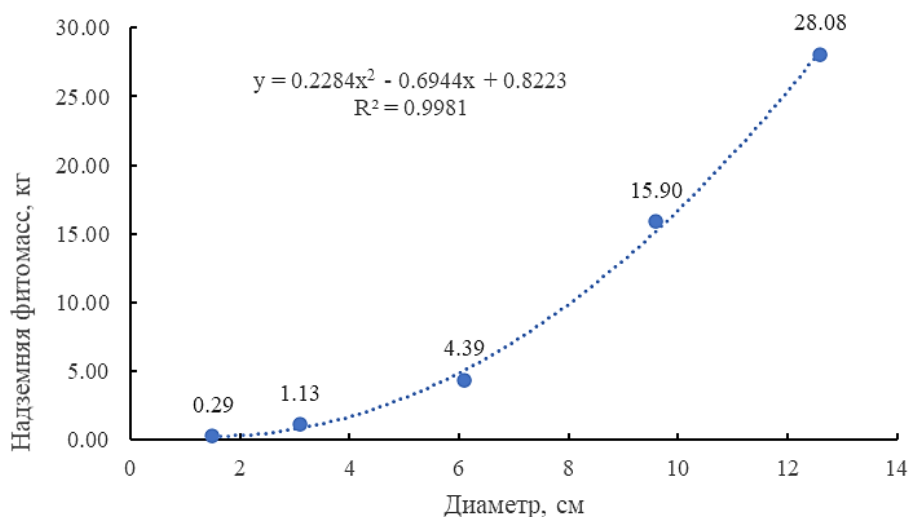


Рис. 1. Корреляционные связи между диаметрами и надземной фитомассой (кг) 17 и 20-летних искусственных лиственничных культур.

Общеизвестно, что органическое вещество по-разному накапливается в разных частях деревьев. Для определения надземной фитомассы всех деревьев, растущих на пробной площади, большое значение имеет распределение деревьев по классу ступени толщины стволов. Результаты анализа распределения показаны в рисунке 2, из которого видно, что 43.2% деревьев относятся к 4.1-8.0 см классу ступени толщины, 35.8% – к 0.1-4.0 классу и лишь 1.2% попадает в 12.1-16.0 см класс.

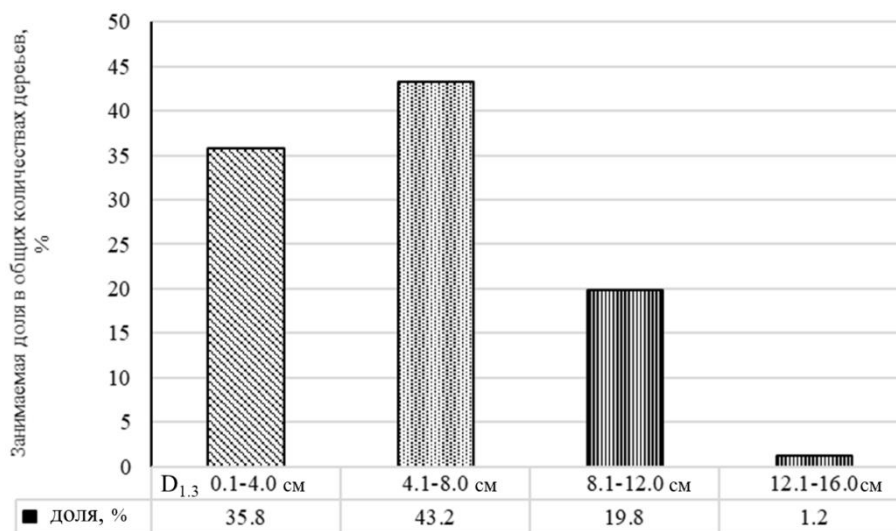


Рис. 2. Распределение деревьев по классу ступени толщины стволов (%).

Как было упомянуто в методической части, надземная фитомасса лиственничных культур определялась взятием модельных деревьев от каждого класса по четырем ступеням толщины. Все модельные деревья разделялись на классы по четырем ступеням диаметров: 10 деревьев от каждого класса по 4 ступеням толщины (общее число деревьев составило 40 шт.).

Мы проанализировали надземную фитомассу 10 модельных деревьев от каждой ступени толщины, с разделением их по следующему фракционному составу: древесина, кора, ветви и хвоя.

Соотношение фракций фитомассы на пробных площадях, особенно по классам ступеней толщины, сильно варьирует (табл. 2). Известно, что с возрастом доля стволов увеличивается, а ветвей и хвои – уменьшается. Анализ полученных данных показывает, что в надземной фитомассе преобладает масса древесины стволов, причем ее доля с интенсивным приростом высоты

увеличивается от 2.07 ± 0.52 до 17.38 ± 1.51 кг на пробной площади. Из таблицы 2 видно, что общая надземная фитомасса составляет 4.4 ± 0.81 кг при высотах 3.25 ± 0.59 м, 6.73 ± 0.61 кг при высотах 4.31 ± 0.28 м, 15.9 ± 1.35 кг при высотах 5.95 ± 1.58 м, 28.09 ± 3.68 кг при высотах 7.12 ± 0.66 м (табл. 2).

Таблица 2. Абсолютный сухой вес структурных частей фракции надземной фитомассы лиственничных культур первого класса возраста (кг, на пробной площади).

№	Степень Диаметр ствола, см	Кол-во измерений	Высота, м	Диаметр, см	Вес составных частей фитомассы, кг				Всего, кг
					Древесина	Кора	Ветви	Хвоя	
1	0.1-4.0	10	3.25 ± 0.59	3.13 ± 0.51	2.07 ± 0.52	0.56 ± 0.12	1.28 ± 0.16	0.49 ± 0.15	4.4 ± 0.81
2	4.1-8.0	10	4.31 ± 0.28	6.15 ± 0.65	3.22 ± 0.47	0.93 ± 0.29	1.43 ± 0.38	1.15 ± 0.23	6.73 ± 0.61
3	8.1-12.0	10	5.95 ± 1.58	9.63 ± 1.13	7.94 ± 1.08	1.72 ± 0.19	4.78 ± 0.77	1.46 ± 0.15	15.9 ± 1.35
4	12.1-16.0	10	7.12 ± 0.66	12.6 ± 2.86	17.38 ± 1.51	3.03 ± 0.72	5.79 ± 1.78	1.89 ± 0.59	28.09 ± 3.68

Ветви занимают второе место по массе и составляют от 1.28 ± 0.16 до 5.79 ± 1.78 кг.

В 20-летних древостоях лиственницы кора (от 0.56 ± 0.12 до 3.03 ± 0.72 кг) преобладает по массе над хвоей (от 0.49 ± 0.15 до 1.89 ± 0.59 кг). Все данные надземной фитомассы лиственничных культур, полученные нами, были подвергнуты статистической обработке.

Таблица 3. Статистические данные измерений структуры фитомассы древостоев лиственничных культур.

Степень диаметра	Показатели измерений	Максимальное значение	Минимальное значение	Среднее значение	Стандартное отклонение	Стандартная ошибка	P значение
0.1-4.0 см	Диаметр ствола, см	3.61	1.93	3.13	0.51	0.078	0.0001>
	Высота ствола, м	3.52	2.71	3.25	0.59	0.056	0.0001>
	Вес древесины, кг	2.81	1.52	2.07	0.52	0.048	0.0001
	Вес коры, кг	0.67	0.46	0.56	0.12	0.019	0.0002
	Вес ветвей, кг	1.45	0.92	1.28	0.16	0.022	0.0002
	Вес хвои, кг	0.78	0.33	0.49	0.15	0.021	0.0001
	Общий вес, кг	5.22	3.56	4.4	0.81	0.065	0.0002
4.1-8.0 см	Диаметр ствола, см	7.32	5.53	6.15	0.65	0.061	0.0001>
	Высота ствола, м	4.61	3.29	4.31	0.28	0.032	0.0001>
	Вес древесины, кг	3.66	2.89	3.22	0.47	0.039	0.0001
	Вес коры, кг	1.21	0.78	0.93	0.29	0.027	0.0002
	Вес ветвей, кг	1.65	0.87	1.43	0.38	0.033	0.0001
	Вес хвои, кг	1.32	0.95	1.15	0.23	0.018	0.0002
	Общий вес, кг	7.33	6.02	6.71	0.61	0.072	0.0001

Продолжение таблицы 3.

Степень диаметра	Показатели измерений	Максимальное значение	Минимальное значение	Среднее значение	Стандартное отклонение	Стандартная ошибка	P значение
8.1-12.0 см	Диаметр ствола, см	10.25	8.6	9.63	1.13	0.069	0.0001>
	Высота ствола, м	6.21	4.27	5.95	1.58	0.082	0.0001>
	Вес древесины, кг	9.62	5.89	7.94	1.08	0.013	0.0001
	Вес коры, кг	1.88	1.56	1.72	0.19	0.016	0.0002
	Вес ветвей, кг	6.6	3.99	4.78	0.77	0.062	0.0001
	Вес хвои, кг	1.69	1.35	1.46	0.15	0.009	0.0001
	Общий вес, кг	17.36	13.61	15.9	1.35	0.089	0.0001
12.1-16.0 см	Диаметр ствола, см	15.3	12.1	12.6	2.86	0.155	0.0001>
	Высота ствола, м	7.85	5.97	7.12	0.66	0.067	0.0001>
	Вес древесины, кг	19.1	15.88	17.38	1.51	0.124	0.0001
	Вес коры, кг	3.99	2.41	3.03	0.72	0.066	0.0002
	Вес ветвей, кг	7.95	4.15	5.79	1.78	0.089	0.0001
	Вес хвои, кг	2.65	1.12	1.89	0.59	0.025	0.0001
	Общий вес, кг	33.5	24.62	28.09	3.68	0.198	0.0001

Из таблицы 3 видно, что средний вес общей надземной массы тонких стволов древостоев при интервалах 0.1-4.0 см ступени толщины составляет 4.4 кг со стандартным отклонением 0.81 и стандартной ошибкой 0.065. Тогда средний вес общей надземной массы толстых стволов при интервалах 12.1-16.0 см толщины составляет 28.09 кг со стандартным отклонением 3.68 и стандартной ошибкой 0.198.

Таким образом, к настоящему времени в результате посадки 2-летних сеянцев лиственницы сформировались молодняки I класса возраста с большой густотой и количеством растущих деревьев, достигающим 5400 штук на 1 гектар (или от 2480 до 5400 шт.).

Густота древостоев лиственничных культур определенным образом воздействует на накопление, перераспределение и соотношение фракций фитомассы. В 20-летних искусственных древостоях она практически не оказала влияния. Ниже рассмотрим соотношение фракционной структуры надземной фитомассы лиственницы, определяемое диаметрами стволов на высотах 1.3 м, классифицированными четырьмя ступенями толщины (рис. 3).

Из рисунка 3 видно, что в общей фитомассе древесина занимает от 47.05 до 49.94% при интервалах ступеней толщины 0.1-12.0 см, причем она возрастает до 61.87% при интервалах 12.1-16.0 см. Однако масса ветвей колеблется от 21.25 до 30.06% при интервалах 0.1-12.0 см и снижается до 20.61% при интервалах 12.1-16.0 см. Весьма интересные данные получены в отношении хвои: ее масса составляет 11.14-17.09% при интервалах 0.1-8.0 см, а затем заметно снижается до 6.73% при интервалах 12.1-16.0 см. Масса коры оставалась относительно постоянной и составила от 10.79 до 12.73% при всех интервалах ступеней толщины (рис. 3).

В целом распределение фракционных составов надземной фитомассы деревьев лиственничных насаждений выглядит следующим образом: древесина – 55.5% от общей надземной фитомассы, кора – 15.1%, ветви – 20.0%, хвоя – 9.4% (рис. 3). Содержание сухих веществ и влаги в стволах модельных деревьев, коре, ветвях и хвое модельных культур представлено на рисунке 4.

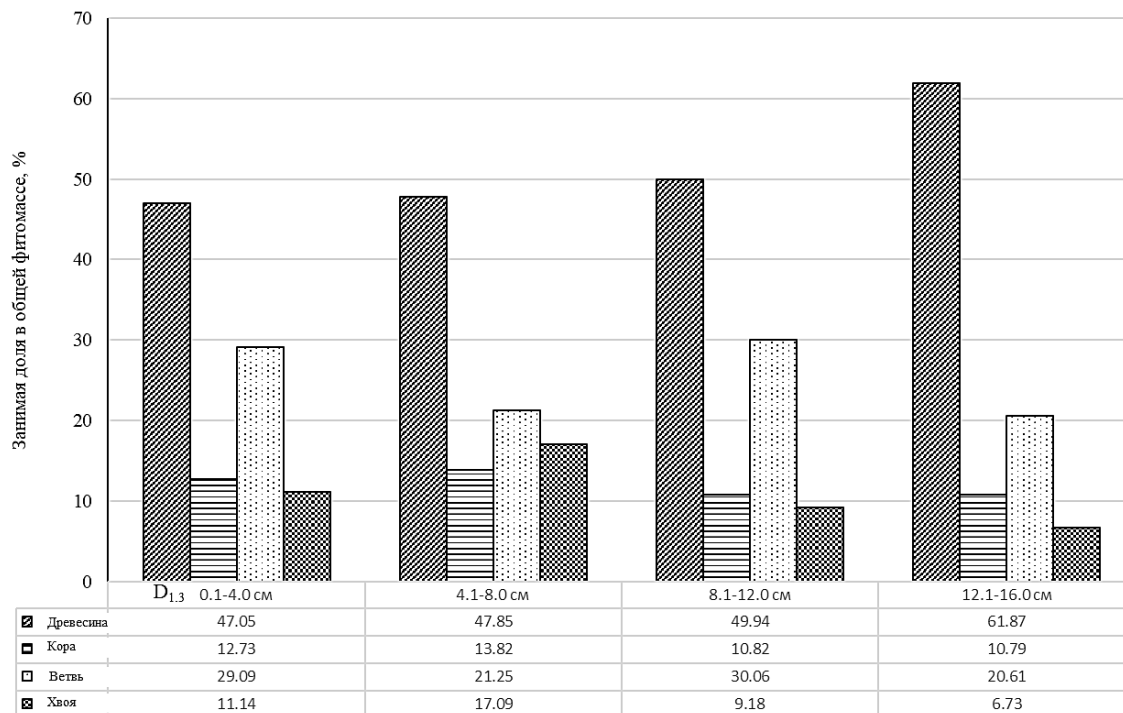


Рис. 3. Структурные соотношения фракционного состава надземной фитомассы древостоев лиственничной культуры (абсолютный сухой вес, %).

Из рисунка 4 видно, что наибольшее влагосодержание (73.8%) и наименьший сухой вес (26.2%) имеются в хвое, а древесина, кора и ветви имеют 61.8-69.9% влаги против 30.1-38.2% сухого веса. Эти данные свидетельствуют о том, что в нижних частях северного склона кратера г. Шилийн Богд уула создаются следующие благоприятные почвенно-воздушные микроклиматические условия: достаточная влажность в корнеобитаемых горизонтах почвы и влажность воздуха поверхностного слоя почвы, слабая скорость ветра и уменьшенное количество прямого излучения солнца. В результате геоботанического исследования было установлено, что мезофитные виды растений занимают 72% в растительном покрове под пологом искусственных лиственничных культур г. Шилийн Богд уул (Баатарбилэг, 2021). Это сообщение еще раз подтверждает достаток увлажнения почвенных горизонтов в кратере вулканической горы Шилийн Богд уула.

Результаты и обсуждение

Проблемы создания искусственных насаждений на сплошных вырубках и гарях в лесах Монголии имеют важное научное и практическое значение. С 1970 года ведется работа по созданию лесных культур на сплошных вырубках. Однако вплоть до данного опыта, проведенного нами, работа по лесоразведению на территориях сухостепной зоны Монголии, где никогда не существовали естественные хвойные леса, не велась. В настоящее время проблемы исследований формирования естественных молодняков и лесных культур, а также накопления ими фитомассы в условиях аридной зоны страны приобретают большое значение.

В 1990 году З. Цогт (1993) начал работу по выявлению накоплений надземной фитомассы естественных лиственничных молодняков отдельных регионов Монголии. В своем исследовании 20-летних естественных лиственничников Восточного Хэнтэя он установил средний диаметр – 2.7 см, среднюю высоту – 3.0 м, количество деревьев – 9700 шт./га, запас – 5.01 м³/га, надземную фитомассу – 5.2 т/га (Лесотаксационный справочник Монголии, 2012). Тогда как 17-летние лиственничные культуры г. Шилийн Богд уула Сухэ-Баторского аймака имеют следующие таксационные показатели: средний диаметр – 5.5 см, средняя высота – 4.43 м, количество деревьев – 5400 шт./га, запас – 32.83 м³/га, абсолютная сухая надземная фитомасса – 21.06 т/га (Цогт-Эрдэнэ и др., 2021).

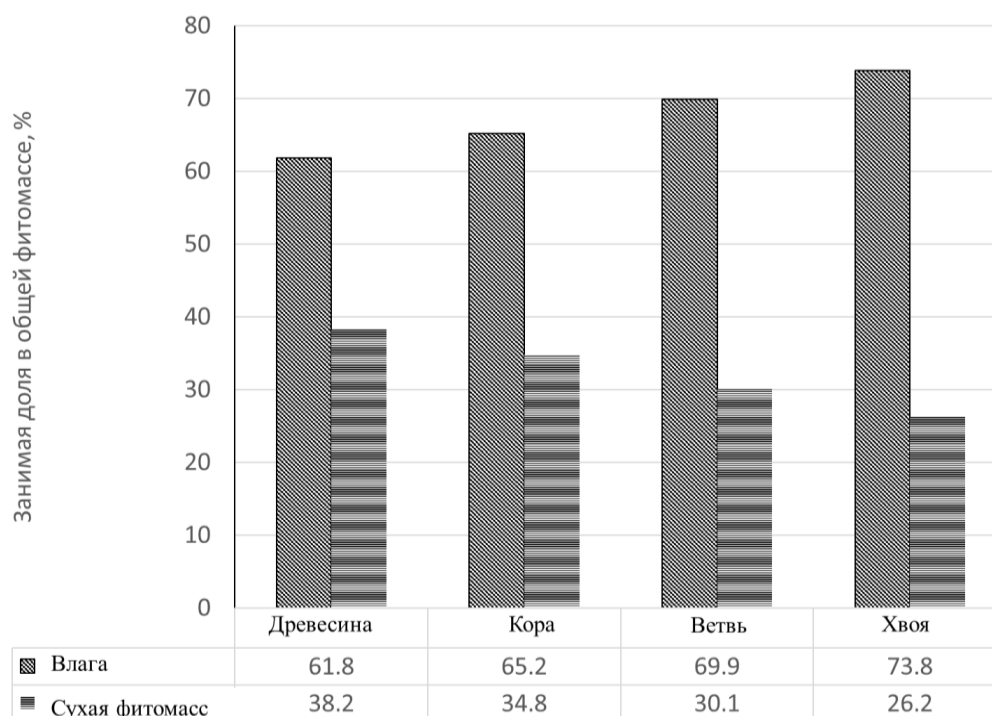


Рис. 4. Соотношение влажности и абсолютного сухого веса надземной фитомассы лиственничных культур (в %).

Кроме того, мы установили основные таксационные показатели у 20-летних искусственных насаждений: средний диаметр – 8.8 см, средняя высота – 5.76 м, количество деревьев – 2400 шт./га, запас – 47.33 м³/га, абсолютная сухая надземная фитомасса – 29.68 т/га (табл. 1).

Из таблицы 1 видно, что средний диаметр деревьев г. Шилийн Богд уула в 2.0 раза превышает по толщине и в 1.5 раза по высоте соответствующие показатели диаметра и высоты естественных деревьев Восточного Хэнтэя.

Однако сравнительный анализ надземной фитомассы естественных и искусственных лиственничных насаждений двух регионов показывает, что величины надземных фитомасс древесины 20-летних лиственничных культур г. Шилийн Богд уула превышают более чем на 5% величину надземной фитомассы древесины естественных лиственничных насаждений Восточного Хэнтэя того же возраста (табл. 4). Весьма интересно, что величины фитомассы ветвей лиственничных насаждений на 5% меньше, чем фитомасса ветвей естественных лиственничных молодняков (табл. 4). Эти данные показывают, что биологическая продуктивность, рост и развитие искусственных лиственничных г. Шилийн Богд уула выше, чем продуктивность естественных лиственничных молодняков Восточного Хэнтэя.

Таблица 4. Абсолютный сухой вес (в %) фракций надземных частей лиственничных деревьев первого класса возраста.

Регионы	Ствол		Крона	
	Древесина	Кора	Ветви	Хвоя
Лиственничные культуры г. Шилийн Богд ула	55.5	15.1	20.0	9.4
Естественные лиственничные леса Восточного Хэнтэя	50.0	15.4	25.0	9.6

Приведенные выше фактические данные свидетельствуют о том, что в нижних частях северных склонов г. Шилийн Богд уула имеются благоприятные экологические условия для разведения искусственных лесных культур.

В настоящее время нет опубликованных книг и научных статей, содержащих данные о надземной фитомассе лиственничных культур для разных регионов Монголии. Известно только, что

с 2000 года ведутся исследования по развитию, росту и надземной фитомассе сосновых культур Селенгинского аймака.

Из сравнительного анализа по содержанию влажности и по абсолютному сухому весу надземной фитомассы сосновых культур возрастом до 25 лет, созданных на вырубках и гарях сосновых лесов, видно, что процентные соотношения их фракций надземных фитомасс и влажности представлены следующим образом: абсолютный сухой вес древесины – 47.0% (влажность 53%), коры – 44.0% (влажность 56%), ветвей – 53.0% (влажность 47.0%), хвои – 47.4% (влажность 52.6%; Гэрэлбаатар, 2011; Gerelbaatar, Baatarbileg, 2013; Tsogt et al., 2019). Кроме того, ряд учёных определил надземную фитомассу сосновых древостоев (Tungalag et al., 2020).

Согласно рисунку 4, процентные соотношения фракций надземных фитомасс и их влагосодержания лиственничных культур г. Шилийн Богд уула в возрасте 17 и 20 лет представлены следующим образом: абсолютный сухой вес древесины – 38.2% (влажность 61.8%), коры – 34.8% (влажность 65.2%), ветвей – 30.1% (влажность 69.9%), хвои – 26.2% (влажность 73.8%).

Другими словами, содержание влаги в древесине во фракциях сосновых культур составляет в среднем 53.0%, тогда как влагосодержание древесины во фракциях лиственничных культур составляет 61.8%, что на 8.8% выше, чем у сосновых. Эти данные показали, что лиственничные содержат в себе больше влаги, чем сосновые. Кроме того, хвоя сосны содержит до 52.6% влаги среди фракционных частей сосновых культур, тогда как хвоя лиственницы – 73.8% влаги. Это обстоятельство может быть объяснено тем, что лиственница сбрасывает всю хвою в конце вегетационного периода.

Результаты данных исследований показывают, что почвенно-микrokлиматические условия г. Шилийн Богд уула вполне пригодны к расширению лесокультурных работ.

Выводы

1. В настоящее время в условиях кратера потухшего вулкана на г. Шилийн Богд уула сухостепной зоны Восточной Монголии уже сформированы 17-летние и 20-летние лиственничные культуры, созданные методом лесоразведения в 2001 г.

2. Исследованные лиственничные культуры I класса возраста имеют большую густоту, которая является важным показателем продуктивности древостоев. Однако интенсивные наземные степные пожары крайне отрицательно влияют на их продуктивность.

3. В надземной фитомассе древостоев преобладают стволы (55.5%), а остальную часть составляют кроны. В 20-летних древостоях доля ветвей по массе преобладает (20.0%) над хвоей (9.4%).

4. Установлена очень тесная корреляционная связь ($R^2 = 0.9981$) между диаметром стволов на высоте 1.3 м и весом сухой надземной фитомассы искусственных культур, которая выражается уравнением (1).

5. В структуре общей надземной фитомассы лиственничных культур сухой вес занимает 46%, а влага – 64%.

6. Соотношения между надземной массой стволов и крон на разных этапах роста лесных культур целесообразно учитывать при выборе оптимальной густоты древостоев для формирования устойчивых и наиболее продуктивных насаждений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Анучин Н.П. 1977. Лесная таксация. М: Лесная промышленность. 512 с.
- Баатарбилэг Н., Цогт-Эрдэнэ Д., Дугаржав Ч., Цогт З. 2021. Сукцессия степного растительного сообщества г. Шилийн Богд уула культурой сибирской лиственницы // Ботанический журнал Монголии. № 3 (29). С.134-142. (на монгольском)
- Гэрэлбаатар С. 2011. Особенности формирования сосновых культур (*Pinus sylvestris* L.). Дисс. докт. биол. наук. Улан-Батор. 102 с. (на монгольском)
- Лесотаксационный справочник Монголии. 2012 / Ред. Ч. Доржсүрэн, Ч. Дугаржав. УБ.: Бемби сан. 263 с. (на монгольском)
- Миркин Б.М., Розенберг Г.О. 1978. Фитоценология. Принципы и методы. М: Наука. 211 с.
- Реймерс Н.Ф. 1991. Популярный биологический словарь. М.: Наука. 544 с.
- Усольцев В.А. 2003. Фитомасса лесов Северной Еразии. Екатеринбург: Ботанический сад УрО РАН. 406 с.
- Цогт З. 1993. Формирование, строение и продуктивность лиственничных молодняков Центрального Хангая

- и Восточного Хэнтэя и рубки ухода в них. Автореф. дисс. ... канд. с/х наук. Улаанбаатар. 24 с.
- Цогт-Эрдэнэ Д., Цогт З., Дугаржав Ч.* 2021. Ход роста и таксационная структура лесов сухостепной зоны Восточной Монголии // Ботанический журнал Монголии. № 3 (29). С. 96-105. (на монгольском)
- Gerelbaatar S., Baatarbileg N.* 2013. Above-ground Biomass Allocation in a Planted Forest in a Semi-arid Region of Northern Mongolia // Journal of Agricultural Science and Technology. Vol. 3. P. 216-220.
- Nyamtseren M., Feng Q., Deo R.* 2018. A Comparative Study of Temperature and Precipitation-Based Aridity Indices and Their Trends in Mongolia // International Journal of Environmental Research. Vol. 12. P. 887-899.
- Tsogt Z., Dugarjav Ch., Lobanov A.I., Gerelbaatar S., Bulgan-Erdene B.* 2019. Age-Related Dynamics of Above-Ground Phytomass Structure of Scots Pine Plantations Aged up to 25 in the Western Khentii Mountains of Northern Mongolia // Lesnoy Zhurnal [Forestry Journal]. Vol. 5. P. 208-215.
- Tungalag M., Altanzagas B., Gerelbaatar S., Dorjsuren Ch.* 2020. Tree-level Above-ground Biomass Equations for *Pinus sylvestris* L. in Mongolia // Mongolian Journal of Biological Sciences. Vol. 18 (1). P. 21-29.