

УДК 630\*272:631.442.1

UDC 630\*272:631.442.1

**БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ  
ЛЕСОПАРКОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА  
РАКУШЕЧНИКАХ ВОСТОЧНОГО ПРИАЗОВЬЯ**

**BIO-ENERGETIC PRODUCTIVITY OF  
FOREST-PARK PLANTATIONS ON SHELL  
ROCKS OF THE EASTERN FOOTHILLS OF  
AZOV**

Максименко Анатолий Петрович  
доктор с.-х. наук, профессор

Maksimenko Anatoly Petrovich  
Dr.Sci.Agr., professor

Дзябко Евгений Петрович  
кандидат с.-х. наук, доцент

Dzyabko Eugeny Petrovich  
Cand.Agr.Sci.

Максимцов Денис Витальевич  
кандидат с.-х. наук, ассистент  
*Кубанский государственный аграрный университет,  
Краснодар, Россия*

Maksimtsov Denis Vitalyevich  
Cand.Agr.Sci. assistant  
*Kuban State Agrarian University, Krasnodar,  
Russia*

Приведены данные исследований по  
биопродуктивности тридцатипятилетних  
лесопарковых насаждений на песчано-ракушечных  
почвах

In the article we present data of researches on bio  
productivity of forest plantations on sand-shell  
rock soils

Ключевые слова: ЛАНДШАФТ, БИОМАССА,  
ЛЕСОПАРКОВЫЕ НАСАЖДЕНИЯ,  
БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ, ПЕСЧАНО-  
РАКУШЕЧНЫЕ ПОЧВЫ

Keywords: LANDSCAPE, BIOMASS, FOREST-  
PARK PLANTATIONS, BIO ENERGETIC,  
RESOURCES, SAND-SHELL ROCK SOILS

Надежным показателем успешности выращивания лесопарковых насаждений является их биомасса. Биомасса растений находится в прямой зависимости от вида древесных и кустарниковых пород. Данные таблицы 1 свидетельствуют, что биомасса Тополя пирамидального составляет 190,5 кг, Березы повислой – 24,5 кг, Вяза мелколистного, Сосны крымской. Ивы белой, Акации белой находится в пределах 45,7-55,5 кг, у остальных пород она меньше (8,9-43,8 кг).

Наибольшая масса растений приходится на ствол и ветки (64,1-93,3%), а на долю листьев (хвои) приходится: Сосна крымская – 33,9%, Айлант – 25,6%. Остальные породы имеют показатель в диапазоне от 3,2 до 9,9%. Значительный процент (6,7-7,6) сухих ветвей отмечен у Айланта, Шелковицы. В более благоприятных условиях местопроизрастания отмечается тенденция уменьшения на 1 – 24% биомассы ствола и ветвей и увеличения биомассы листьев.

Таблица 1 – Биомасса 35-летних лесных насаждений на различных песчано-ракушечных почвах (биомасса в сыром виде)

Порода	Учено, шт./га	Сохранность, %	Высота, м	Диаметр, см	Биомасса					
					модели, кг/%					
					ствола	ветвей	листьев	сухих ветвей	всего	насаждения, т/га
Участок №1 – слаборазвитые песчано-ракушечные почвы										
Тополь пирамидальный	2066	62,0	13±0,4	18,6±0,3	128,9/67,7	47,0/24,7	12,4/6,5	2,2/1,1	190,5/10,0	393,6
Вяз мелколистный	2014	60,5	5,7±0,3	10,1±0,4	21,3/44,8	19,3/40,5	6,7/4,1	0,3/0,6	47,6/100,0	95,9
Сосна крымская	1667	50,0	4,7±0,2	9,8±0,4	19,8/43,3	9,5/20,8	15,5/33,9	0,9/2,0	45,7/100,0	76,2
Береза повислая	400	12,0	5,1±0,2	6,9±0,3	14,7/60,0	8,8/35,9	0,8/3,3	0,2/0,8	24,5/100,0	9,8
Ясень зеленый	1950	58,5	2,3±0,1	2,8±0,1	5,0/56,2	1,7/19,1	1,6/18,0	0,6/6,7	8,9/100,0	17,4
Айлант высочайший	500	15,0	27±0,1	2,8±0,1	7,4/59,7	3,9/31,5	0,4/3,2	0,7/5,6	12,4/100,0	6,2
Шелковица белая	1567	47,0	4,2±0,2	6,3±0,3	11,0/32,8	19,1/57,0	1,1/3,3	2,3/6,9	33,5/100,0	52,5
Участок №2 – гумус-карбонатные почвы										
Береза повислая	1731	52,0	12,1±0,4	14,0±0,6	64,0/53,3	46,1/38,4	9,2/7,6	0,8/0,7	120,1/100,0	207,8
Ива белая	556	16,7	7,0±0,3	12,4±0,5	37,9/68,3	13,9/25,0	1,9/3,4	1,8/3,3	55,5/100,0	30,9
Клен остролистный	2690	80,8	4,0±0,1	7,5±0,3	11,4/59,7	50,0/26,2	1,9/9,9	0,8/4,2	19,1/100,0	51,4
Акация белая	1006	30,2	8,4±0,2	10,1±0,1	27,7/46,5	22,7/38,0	4,7/7,9	4,5/7,6	59,6/100,0	60,0
Вяз мелколистный	942	28,3	6,8±0,2	13,8±0,5	22,1/44,3	20,2/40,5	7,1/14,2	0,5/1,0	49,9/100,0	47,0
Айлант высочайший	1265	38,0	4,7±0,2	9,5±0,3	12,7/30,6	17,7/42,6	10,6/25,6	0,5/1,2	41,5/100,0	52,5

На слабогумусированном ракушечнике культуры Тополя пирамидального имеют общую биомассу 394 т/га, культуры Вяза, Сосны, Шелковицы соответственно в 4,1; 5,2; 7,5 раз меньше, у других пород – 6,2 – 17,4 т/га. На гумусированном ракушечнике показатель биомассы значительно выше. Наиболее высокий у Березы повислой – 207,8 т/га, у остальных в диапазоне – 14,1-60,0 т/га. Биомасса кустарников (табл. 2) незначительна и не превышает 28,8 кг на один модельный экземпляр (Облепиха крушиновая). На долю ветвей приходится 48,4-86,9% от общей биомассы. В сравнении с древесными породами отмечается увеличение массы листьев, которая составляет 5,5-19,4%. Общая биомасса кустарниковых насаждений незначительна – 9,1-71,8 т/га.

Тридцатипятилетние кустарниковые насаждения имеют большое количество отмерших ветвей, особенно у Шиповника, Смородины, Свидины, Тамарикса, Аморфы – 20,0-56,8%.

Таким образом, изучение биомассы тридцатипятилетних лесонасаждений показало, что с улучшением лесорастительных условий общая биомасса возрастает, что предопределяет накопление оседающего органического вещества в почвенном покрове и повышение плодородия почвенного горизонта за счет увеличения количества гумуса в верхних почвенных горизонтах.

Приведенные в таблицах 1 и 2 данные о биомассе модельных деревьев и насаждения в целом имеют очень важное экологическое и геохимическое значение, так как наряду с биогенной аккумуляцией в ландшафте протекают противоположные ей процессы разрушения органических веществ, перехода химических элементов из органических соединений в минеральные, сопровождающиеся выделением энергии.

Таблица 2 – Основные биометрические показатели 35-летних культур из кустарников на различных песчано-ракушечных почвах (биомасса в сыром виде)

Порода	Учте но, шт./г	Сохранно ность,	Высо та, м	Диам етр, см	Биомасса					
					модели, кг/%					
					ствола	ветвей	листьев	сухих ветвей	всего	насаждения, т/га
Слабогумусированные песчано-ракушечные почвы										
Шиповник коричный	1199	36,0	1,7±0,06	4,0±0,16	4,8/0,16	1,8/23,7	0,7/9,2	0,3/3,9	7,6/100,0	9,1
Тамарикс четырёхтычинков ый	2771	83,2	3,5±0,15	5,3±0,21	4,7/32,2	0,8/5,5	0,8/55	8,3/56,8	14,6/100,0	41,5
Свидина кроваво- красная	2730	90,9	1,8±0,03	2,0±0,04	4,9/55,1	1,6/18,0	0,6/6,7	1,8/20,2	8,9/100,0	24,3
Спирея калинолистная	3320	99,8	2,0±0,08	1,8±0,03	5,0/61,7	1,4/17,3	0,5/6,2	1,2/14,8	8,1/100,0	26,9
Аморфа кустарниковая	2331	70,0	2,0±0,07	1,5±0,04	4,9/59,0	1,7/20,5	0,6/7,2	1,1/13,3	8,3/100,0	19,3
Гумус-карбонатные почвы										
Смородина золотистая	2344	70,4	1,9±0,08	1,6±0,06	3,8/40,9	0,7/7,5	0,6/6,5	4,2/45,1	9,3/100,0	21,8
Сирень обыкновенная	1998	60,0	1,6±0,06	1,3±0,04	5,4/52,9	2,8/27,5	1,6/15,7	0,4/3,9	10,2/100,0	20,4
Спирея калинолистная	3213	96,5	1,75±0,07	1,6±0,06	8,6/67,8	1,4/11,0	1,5/114,8	1,2/9,4	12,7/100,0	40,8
Птелия трехлистная	2857	85,8	2,2±0,10	5,0±0,19	3,2/53,3	1,0/16,7	1,0/16,7	0,8/13,3	6,0/100,0	17,1
Шиповник коричный	2830	85,0	2,6±0,12	2,7±0,12	5,1/51,6	1,3/13,1	1,3/13,1	2,2/22,2	9,9/100,0	28,0
Аморфа кустарниковая	839	25,0	3,7±0,15	7,0±0,6	9,3/51,1	4,0/22,0	1,0/5,5	3,9/21,4	18,2/100,0	15,3
Свидина кроваво- красная	2238	67,2	2,5±0,10	4,9±0,2	10,0/43,3	4,3/18,6	1,4/6,1	7,4/32,0	23,1/100,0	51,7
Тамарикс четырёхтычинков ый	2374	71,3	4,0±0,16	6,3±0,25	8,5/59,0	1,2/8,3	1,2/8,3	3,5/24,4	14,4/100,0	34,2
Облепиха крушиновая	2494	74,9	2,9±0,12	6,0±0,24	8,3/28,8	13,1/35,5	5,6/19,4	1,8/6,3	28,8/100,0	71,8

Совокупность процессов размножения органических веществ, в ходе которых химические элементы высвобождаются из состава сложных, богатых энергией органических соединений, и снова образуют более простые и более бедные энергией минеральные соединения ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  и т.д.), носит название минерализации органических веществ. В результате минерализации часть энергии выделяется в виде тепла, в связи, с чем температура разлагающихся органических веществ повышается. Другая часть энергии выделяется в форме, способной совершать химическую работу. Носителями этой работоспособной энергии являются преимущественно природные воды, которые обогащаясь такими продуктами минерализации, как  $\text{CO}_2$ , органическими кислотами и др., приобретают высокую активность и выполняют в ландшафте большую химическую работу (растворение, гидролиз и т.д.). Таким образом, процессы минерализации обогащают ландшафт свободной энергией, делают его неравновесной системой [1]. Хотя ландшафт и является неравновесной системой, богатой свободной энергией, он может сохранять неизменный свой облик в течение длительного времени. Это объясняется стационарностью процессов. Ландшафт – это стационарная система, устойчивость которой связана с тем, что она непрерывно получает свободную энергию из среды в количестве, компенсирующем ее снижение в системе. Поэтому биогенный ландшафт – это саморегулирующаяся и саморазвивающаяся неравновесная, но стационарная система. И чем выше энергетический потенциал, тем устойчивее система [2].

Поэтому следующей задачей, которую мы решали в своих исследованиях, это определение биоэнергетических ресурсов мелиорированных ландшафтов косы Долгой, которые накопились в разных насаждениях за 35 лет на слаборазвитых и гумус- карбонатных почвах (табл. 3, 4).

Таблица 3 – Биомасса и заключенная в ней энергия в 35-ти летних культурах и насаждениях на слабогумусированных песчано-ракушечных почвах

Порода	Биомасса						Энергетика (млн.)			
	модели, кг / %						модели		насаждения	
	ствола	ветвей	листьев	сухих ветвей	всего	насаждения, т/га	ккал	кДж	ккал	кДж
Участок 1 –слаборазвитые песчано-ракушечные почвы										
Тополь пирамидальный	128,9/0,387	47,0/0,141	12,4/0,037	2,2/0,007	190,5/0,587	393,6/1,181	0,587	2,47	1,181	4,960
Вяз мелколистный	21,3/0,06	19,3/0,06	6,7/0,02	0,3/0,001	47,6/0,143	95,9/287,7	0,143	0,60	288,7	1,197
Сосна крымская	19,8/0,06	9,5/0,03	15,5/0,05	0,9/0,003	45,7/0,14	76,2/228,6	0,140	0,59	228,6	0,960
Береза повислая	14,7/0,04	8,8/0,02	0,8/0,002	0,2/0,0006	24,5/0,07	9,8/29,4	0,07	0,29	29,4	123,5
Ясень зеленый	5,0/0,02	1,7/0,005	1,6/0,004	0,6/0,002	8,9/0,03	17,4/52,2	0,03	0,13	52,2	219,2
Айлант высочайший	7,4/0,02	3,9/0,01	0,4/0,001	0,7/0,002	12,4/0,04	6,2/18,6	0,04	0,17	18,6	78,1
Шелковица белая	11,0/0,03	19,1/0,06	1,1/0,003	2,3/0,007	33,5/0,1	52,5/157,5	0,1	0,42	157,5	661,5
Шиповник коричный	4,8/0,01	1,8/0,005	0,7/0,002	0,3/0,0009	7,6/0,008	9,1/27,3	0,008	0,03	27,3	144,6
Тамарикс четырехтычинковый	4,7/0,01	0,8/0,002	0,8/0,002	8,3/0,02	14,6/0,04	41,5/24,5	0,04	0,17	124,5	522,9
Свидина кроваво-красная	4,9/0,01	1,6/0,005	0,6/0,002	1,8/0,005	8,9/0,03	24,3/72,9	0,03	0,13	72,9	306,2
Спирея калинолистная	5,0/0,02	1,4/0,004	0,5/0,001	1,2/0,004	8,1/0,02	26,9/80,7	0,02	0,08	80,7	338,9
Аморфа кустарниковая	4,9/0,02	1,7/0,005	0,6/0,002	1,1/0,003	8,3/0,02	19,3/57,9	0,02	0,08	57,9	243,2
Общая биомасса и энергетика насаждений						772,7			1139,5	3604,2
Количество депонированного углерода						386				

Таблица 4 – Биомасса и заключенная в ней энергия в 35-ти летних культурах и насаждениях на гумус-карбонатных песчано-ракушечных почвах

Порода	Биомасса						Энергетика (млн.)			
	модели, кг/%						модели		насаждения	
	ствола	ветвей	листьев	сухих ветвей	всего	насаждения, т/га	ккал	кДж	ккал	кДж
Участок 2 – гумус-карбонатные почвы										
Береза повилая	64,0/0,192	46,1/0,138	9,2/0,028	0,8/0,002	120,1/0,36	207,8/623,4	0,360	1,510	623,4	2618
Ива белая	37,9/0,113	13,9/0,041	1,9/0,006	1,8/0,005	55,5/0,166	30,9/92,7	0,166	0,70	92,7	389,3
Клен остролистный	11,4/0,034	50,0/0,150	1,9/0,006	0,8/0,002	19,1/0,057	51,4/154,2	0,057	0,24	154,2	647,6
Акация белая	27,7/0,083	22,7/0,068	4,7/0,014	4,5/0,013	59,6/0,178	60,0/180,0	0,178	0,75	180,0	756,0
Вяз мелколистный	22,1/0,066	21,2/0,064	7,1/0,021	0,5/0,001	49,9/0,150	47,0/141,0	0,150	0,63	141,9	592,2
Айлант высочайший	12,7/0,038	17,7/0,053	11,6/0,035	0,5/0,001	41,5/0,124	52,5/157,5	0,124	0,52	157,5	661,5
Смородина золотистая	3,8/0,011	0,7/0,002	0,6/0,002	4,2/0,013	9,3/0,028	21,8/65,4	0,028	0,12	65,4	274,7
Сирень обыкновенная	5,4/0,016	2,8/0,08	1,6/0,005	0,4/0,001	10,2/0,031	20,4/61,2	0,031	0,15	61,2	257,0
Спирея калинолистная	8,6/0,026	1,4/0,004	1,5/0,004	1,2/0,003	12,7/0,038	40,8/122,4	0,038	0,16	122,4	514,4
Птелия трехлистная	3,2/0,009	1,0/0,003	1,0/0,003	0,8/0,002	6,0/0,018	17,1/51,3	0,018	0,07	51,3	215,5
Шиповник коричный	5,1/0,078	1,3/0,004	1,3/0,004	2,2/0,007	9,9/0,029	28,0/84,0	0,029	0,12	84,0	352,8
Аморфа кустарниковая	9,3/0,028	4,0/0,012	1,0/0,003	3,9/0,012	18,2/0,055	15,3/45,9	0,055	0,23	45,9	192,8
Свидина крававокрасная	11,0/0,033	4,3/0,013	1,4/0,004	7,4/0,022	23,1/0,069	51,7/155,1	0,069	0,29	155,1	651,4
Тамарикс четырехтычинковый	8,5/0,025	1,2/0,004	1,2/0,004	3,5/0,011	14,4/0,043	34,2/102,6	0,043	0,18	102,6	430,9
Облепиха крушиновая	8,3/0,025	13,1/0,04	5,6/0,017	1,8/0,005	28,8/0,086	71,8/215,4	0,086	0,36	215,4	903,0
Общая биомасса и энергетика насаждений						750,7			2252	9458
Биомасса кустарников						266,9			8007	3360
Количество депанированного углерода						375				

Таблица 5 – Размеры биомассы трав в 35-ти летних насаждениях Должанского стационара на гумус- карбонатных песчано-ракушечных почвах (ц/га)

Вид биомассы	Контроль до начала лесомелиоративных работ	Поляна	Береза	Облепиха	Акация белая	Айлант	Клен	Вяз	Ива	Каштан	Среднее после мелиорации
надземная	3,2	38	31	30	62	65	26	68	47	45	43
подземная	7,8	51	не опр.	45	не опр.	83	40	80	не опр.	66	64
общая	11,0	89		75		148	66	148		111	107

Значительное увеличение общей биомассы и, особенно, корней травянистой растительности, способствовало увеличению запасов органического вещества почв в биогеогоризонте Р (А+АВ). За 35 лет существования стационара под пологом леса среднее количество гумуса возросло в 2-3 раза по сравнению с исходным 1975 годом, а энергия, аккумулированная в нем, в настоящее время составляет 1362-2238 млн. кДж на 1 га.

Общая биомасса насаждения на слаборазвитых песчано-ракушечных почвах возросла в 6, а на гумус- карбонатных – более чем в 4 раза. Надземная же часть силватизированного ландшафта увеличила свою массу в 113-240 раз. Многократное увеличение биопродуктивности в лесном хозяйстве на основе мелиорации и введения продуктивных биологически совершенных систем использования почв внесет значительный вклад в сохранение биосферы будущих поколений человека.

Таким образом, созданные насаждения коренным образом преобразовали песчано-ракушечные ландшафты засушливой степи, создав



лесную обстановку в сотни раз увеличив биоэнергетические ресурсы и связав огромное количество диоксида углерода.

Мониторинг этих насаждений позволит оптимизировать все восточное побережье Азовского моря.

Процессы фотосинтеза, связывания углекислоты, водорода денитрификации, десульфирования, дыхания, окисления и возврата через углекислоты в атмосферу, свойственные почвенно-растительным сообществам, определяют как малые локальные циклы, так и сложившиеся глобальные химические соотношения в земной атмосфере. С колебаниями концентрации парниковых газов и, в первую очередь диоксида углерода, связаны изменения климата.

До недавнего времени потоки углерода в системе атмосферно-биосферных связей беспрепятственно регулировались растительным покровом, но техногенная деятельность человека, рубка лесов, сжигание в прогрессирующих масштабах углеводородного топлива, лесные пожары, аридизация и опустынивание суши, загрязнение биосферы чуждыми химическими соединениями, эрозия почв ослабили механизмы регулирования потоков углерода в биосфере и размеры секвестра атмосферного  $\text{CO}_2$  биотой. Поэтому экологическая роль лесов приобрела высокий общественный рейтинг.

Повсеместное восстановление и создание новых лесов, травянистых лугов, обогащение почв гумусом и повышение их биопродуктивности может обеспечить оптимизацию режима и содержания  $\text{CO}_2$  в атмосфере и предотвратить губительные изменения климата Земли.

Наиболее важным резервуаром для стока углерода из атмосферы, несомненно, служит океан, который поглощает около 50% поступающего в атмосферу диоксида углерода, где он присутствует в форме различных органических и неорганических соединений.

Рыхлые ракушечниковые отложения прибрежной полосы Восточного Приазовья являются результатом морской трансгрессии, в свое время вывели из атмосферы прошлого огромное количество углекислоты. Попав в зону окисления, эти породы продуцируют огромные массы  $\text{CO}_2$ , которые не могут быть связаны изреженной, фрагментарной естественной растительностью и, в условиях резкого преобладания испарения над осадками вырываются в атмосферу. Поэтому формирование участков депонирования углерода – одна из наиболее острых проблем охраны окружающей среды Восточного Приазовья. Созданные здесь лесные экосистемы обладают наибольшим потенциалом фиксации  $\text{CO}_2$ . Причем почвы, как и следовало ожидать, являются одним из главных резервуаров в ландшафте для углерода на континенте. В слаборазвитых почвах депонируется 412, а гумус- карбонатных – 667 ц/га  $\text{CO}_2$ .

Многолетняя практика лесоразведения показывает, что искусственные лесные насаждения без специального ухода могут эволюционировать в зональные типы естественных растительных ассоциаций. Приморский дюнный ландшафт со своеобразной флорой, представленной *Sakilemaritime*, *Elymusarenariv. sabulosus*, *Eringiummatitimum*, *Tourne-fortiasidirica*, продуцировал 11 ц/га органической массы, из которой на надземную часть приходилось всего лишь 3,2 ц/га. В настоящее время, в результате 35-ти летнего воздействия лесных культур, масса трав увеличилась более чем в 5 раз и составляет 60 ц/га, в том числе надземная масса достигает 14,0 ц/га.

Следовательно, по количеству продуцируемой травянистой фитомассы молодые слаборазвитые песчано-ракушечные почвы сильватизированных территорий приближаются к зональным почвам сухих степей (каштановым, тяжелосуглинистым).

Под пологом лесных культур и на образовавшихся прогалинах и гумус- карбонатных почвах энергично развивается травяной компонент

биогеоценоза, значительно увеличивая внутреннюю емкость биологического круговорота в ландшафте, ускоряя его эволюцию и развитие почвообразовательного процесса. Кроме этого травяной полог участвует в перехвате веществ, поступающих с аэральным переносом. Размеры биомассы, травянистой растительности сильно варьируют в зависимости от состава насаждений, его полноты и микрорельефа.

Повсеместное восстановление и создание новых лесов, травянистых лугов, обогащение почв гумусом и повышение их биопродуктивности может обеспечить оптимизацию режима и содержание CO<sub>2</sub> в атмосфере и предотвратить губительные изменения климата Земли.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Колесниченко, М.В. Лесомелиорация с основами лесоводства: учебник/ М.В. Колесниченко.- М.: Колос, 1981.- 334 с.
2. Барышман, Ф.С. Лесоразведение в комплексе мер защиты почв от эрозии: учебное пособие/ Ф.С. Барышман.- Краснодар: КубСХИ, часть 1, 1983.-112 с.

#### LITERATURA

1. Kolesnichenko, M.V. Lesomelioracija s osnovami lesovodstva: uchebник/ M.V. Kolesnichenko.- М.: Kolos, 1981.- 334 s.
2. Baryshman, F.S. Lesorazvedenie v komplekse mer zashhity pochv ot jerozii: uchebное posobie/ F.S. Baryshman.- Krasnodar: KubSHI, chast' 1, 1983.-112 s.