

УДК 581.133,1:633.872(584.1)

А. ХОДЖАМКУЛИЕВ

### КРУГОВОРОТ АЗОТА И ЗОЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ИСКУССТВЕННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО В ПРЕДГОРЬЯХ КОПЕТДАГА

Рассматриваются особенности динамики фитомассы и биологического круговорота химических элементов в искусственных насаждениях дуба черешчатого на территории Ботанического сада АН Туркменской ССР в районе Ашхабада.

На исследованной территории распространены светлые легкосуглинистые сероземы, подстилаемые галечником, залегающим на глубине 1,0—1,5 м. Содержание физической глины в них составляет 21,04—28,32%. В составе физической глины более 50% приходится на илстую фракцию. Содержание гумуса незначительно: в слое 0—35 см оно равно 0,54%, а в нижних горизонтах — 0,20—0,01%. Количество общего азота составляет 0,059—0,005%. Почвы незасоленные, величина плотного остатка несколько увеличивается с глубиной (табл. 1).

Таблица 1

*Состав водной вытяжки, содержание гумуса и общего азота в светлых сероземах под насаждениями дуба черешчатого, %*

Глубина, см	Общий азот	Гумус	Плотный остаток	НСО <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Na
0—12	0,059	0,54	0,011	0,027	0,016	0,017	0,010	0,004	0,012
12—35	0,036	0,54	0,009	0,025	0,007	0,017	0,007	0,005	0,006
35—55	0,018	0,20	0,010	0,024	0,018	0,022	0,006	0,004	0,019
55—110	0,020	0,20	0,010	0,021	0,015	0,032	0,020	0,002	0,009
110—160	0,005	0,10	0,012	0,020	0,012	0,044	0,009	0,001	0,023

Дуб черешчатый (*Quercus robur* L.) был посажен в 1950 г. гнездами (672 шт/га). Средняя высота деревьев 9,8 м, диаметр ствола на уровне корневой шейки — 11,03 см, на уровне груди — 6,91 см, диаметр кроны вдоль ряда — 5,6 м, поперек ряда — 6,3 м. Травяной покров отсутствует, имеется метровый покров в виде лесной подстилки.

Для количественного учета растительной массы применяли методику, разработанную Родиним, Ремезовым и Базилевич [15], в некоторых случаях частично измененную применительно к особенностям произрастания древесных пород в Туркмении. Закладку пробных площадей и выбор модельных деревьев проводили в соответствии с методикой, принятой при таксационных работах [9, 17]. Ежегодный прирост древостоя определяли по модельным деревьям путем деления их веса на возраст плюс годичный опад древостоя. Листовой опад учитывали ежемесячным взвешиванием листьев из опадоуловительных ящиков (1 м<sup>2</sup>) в 10-крат-

ной повторности. Опад корней древостоя не определяли. Мощность и количество подстилки определяли ежемесячно в 50-кратной повторности по методу Скородумова [16]. Анализы зольных элементов растений проводили по методике Калужской [6]. Содержание азота определяли по Кьельдалю, содержание хлора аргентометрическим методом при сухом озолении. Почвенные анализы проводили общепринятыми методами: механический состав по Качинскому [7], гумус по Тюрину (1936), общий азот по Кьельдалю.

Общий запас фитомассы в исследованных нами насаждениях дуба составляет 1649,9 *ц/га*. Однолетние зеленые части составляют 42,1 *ц/га* (2,6% общей массы), многолетние надземные части — 1503,3 *ц/га* (91,1%) и корни — 104,5 *ц/га* (6,3%). Анализ распределения массы корней по горизонтам почвы показал, что в насаждениях дуба основная масса корней расположена в верхней (0—80 см) толще почвы, что связано с поливом и наличием здесь значительного количества питательных веществ. При сравнении наших материалов по фитомассе с опубликованными данными [8, 10—12, 14] можно отметить, что полученные величины запасов фитомассы дуба несколько выше, тем более что возраст насаждения небольшой (18 лет).

Среднегодовой прирост органического вещества составляет 167,5 *ц/га*. На долю надземных частей приходится 96,5% от общей массы прироста и на корни 3,5%, что значительно выше прироста в других дубовых насаждениях, растущих в различных экологических условиях [2, 4, 5, 10, 13, 14 и др.]. Это связано, по нашему мнению, с регулярным поливом насаждений, а также с продолжительностью вегетационного периода.

В исследованном насаждении дуба черешчатого ежегодно отмирает и поступает на поверхность почвы в виде опада 78,2 *ц/га* органического вещества. Поступление опада в течение года неравномерное. Наблюдения, проведенные в течение двух лет (1967—1968 гг.), показали, что в зависимости от климатических условий года значительное увеличение листового опада наблюдается в летние и осенние месяцы. В исследованных насаждениях он составляет 83—85%. Состав опада существенно меняется в зависимости от характера насаждений и времени его поступления на поверхность почвы. На листья приходится 61—64% от общего веса опада. Насаждения дуба в условиях Туркменской ССР дают значительно большее количество ежегодного опада, чем в других районах СССР. Количество листового опада во всех типах лиственных насаждениях уменьшается при переходе от южных районов к северным и от равнинных областей к горным [14].

Таким образом, ежегодный истинный прирост сухого органического вещества надземной части в насаждениях дуба черешчатого (разность между величиной ежегодного прироста органического вещества и опадом) составляет 83,5 *ц/га*.

Содержание азота и зольных элементов в различных частях дуба черешчатого подчиняется общей закономерности. Наиболее богаты элементами питания листья, затем ветви (2,94%), корни (2,58%), плоды (2,53%) и ствол (1,92%), в котором содержание азота и зольных элементов наименьшее. Ведущими элементами во всех частях дуба являются N, Ca, K, Mg, Si (табл. 2).

Зольный состав опада в насаждении дуба отличается от зольного состава подстилки. В подстилке наблюдается некоторое увеличение общего количества химических элементов, главным образом Ca, Si, Al, Fe, Mg, Na, однако в это же время наблюдается выщелачивание K, P, Cl, Mn, которые вымываются из подстилки и, возможно, перехватываются живыми растениями и вновь вовлекаются в биологический круговорот. Увеличение общего содержания зольных элементов в разлагающихся растительных остатках, видимо, связано с образованием карбонатных

Таблица 2

Содержание азота и зольных элементов в различных частях дуба черешчатого,  
% на сухое вещество

Часть дерева	Дата сбора образцов	Чистая зола	N	Si	S	P	Al	Fe	Ca	Mg	Mn	K	Na	Cl	Сумма элементов	
															с N	без N
Листья	24.VI.1968 г.	9,78	2,18	0,45	0,01	0,19	0,04	0,02	2,27	0,63	0,04	1,98	0,04	0,08	7,93	5,75
Желуди	»	2,53	0,84	Сл.	0,05	0,24	0,01	0,02	0,27	0,07	0,01	0,79	0,01	0,06	2,36	1,52
Ветви	»	2,94	0,63	0,07	0,06	0,05	0,01	0,02	0,76	0,28	Сл.	0,23	0,08	0,09	2,28	1,65
Стволы	»	1,92	0,54	0,11	0,06	0,04	0,03	0,02	0,55	0,08	0,02	0,20	0,02	0,05	1,72	1,18
Корни	»	2,58	0,76	0,14	0,03	0,03	0,02	0,03	0,63	0,21	0,01	0,48	0,03	0,09	2,46	1,70
Опад	25.VIII.1968 г.	5,32	0,45	0,26	0,01	0,09	0,01	0,02	1,44	0,35	0,02	1,10	0,02	0,04	3,81	3,36
Подстилка	23.IV.1968 г.	9,76	1,05	0,91	0,01	0,05	0,14	0,29	4,10	0,39	0,01	0,25	0,17	0,03	7,40	6,35

солей, а увеличение содержания азота — с закреплением азота в клетках микроорганизмов. Таким образом, судя по нашим данным и по материалам многих исследователей, [13, 14. и др.], разложение листового опада постепенно ведет к утрате K, P, Cl и накоплению Ca, Si, Al, Fe.

Накопление химических элементов в фитомассе прямо зависит от количества фитомассы. С повышением возраста насаждений происходит увеличение в них общего количества органического вещества, в силу чего прослеживается увеличение суммы химических элементов.

Общее количество азота и зольных элементов в 18-летнем насаждении дуба составляет 3333,2 кг/га, на зеленую часть приходится 291,0, на многолетние надземные части 2785,1 и на подземные части 257,1 кг/га (табл. 3). Больше всего из зольных элементов накапливается Ca (1047,6 кг/га), N (1004,7 кг/га), K (435,7 кг/га), Mg (235,7 кг/га) и Si (181,2 кг/га).

По содержанию в фитомассе химические элементы можно расположить в следующий ряд: Ca > N > K > Mg > Si > Cl > S > P > Na > Al > Fe > Mn.

Общее количество азота и зольных элементов, идущих на прирост, составляет 426,1 кг/га (табл. 4). Основная их масса потребляется зеленой (230,3 кг/га) и многолетней ствольной частью дуба (181,6 кг/га). По содержанию в приросте химические элементы располагаются в следующей последовательности: Ca > N > K > Mg > Si > P > Cl > S > Na > Fe > Al > Mn.

В насаждения дуба ежегодно с опадом поступает 258,5 кг/га зольных элементов и азота. Причем на почву ежегодно поступает большое количество именно таких жизненно важных элементов, как Ca (87,2 кг/га), K (70,7 кг/га), N (43,1 кг/га) и Mg (22,5 кг/га), а остальные элементы с опадом возвращаются в значительно меньшем количестве. По содержанию в опаде элементы располагаются: Ca > K > N > Mg > Si > P > Cl > Na > S > Fe > Mn > Al.

Проведенный нами в мае 1967 г. учет массы подстилки в исследованных насаждениях дуба показал, что ее запас составляет 120,6 ц/га сухого вещества. Пересчет содержания элементов на массу подстилки под дубами показал, что в ней находится 494,5 кг/га Ca, 126,6 кг/га Na, 109,8 кг/га Si, 35,0 кг/га Fe, 47,1 кг/га Mg и значительное количество других элементов. Содержание в подстилке Ca, N, Si, Fe и Mg значительно выше, чем поступление их с ежегодным опадом древостоя дуба. Таким образом, подстилка является главной составной частью насаждений дуба, где сохраняются и накапливаются элементы питания.

В процессе круговорота значительная часть минеральных веществ надолго закрепляется в древесине ствола, корней и ветвей. Количество ежегодно закрепляемых химических элементов в истинном приросте надземных частей насаждений составляет 153,3 кг/га. Из зольных эле-

Таблица 3

Вес азота и зольных элементов в фитомассе насаждения дуба черешчатого, кг/га, абсолютно сухое вещество

Часть дерева	Фитомасса		N	Si	S	P	Al	Fe	Ca	Mg	Mn	K	Na	Cl	Сумма элементов	
	ц/га	%													с N	без N
Листья	34,4	2,1	74,99	15,48	0,34	6,54	1,38	0,69	78,09	21,67	1,38	68,11	1,38	2,75	272,80	197,81
Желуди	7,7	0,5	6,47	Сл.	0,39	1,85	0,08	0,15	2,08	0,54	0,02	6,08	0,08	0,46	18,20	11,73
Итого зеленой части	42,1	2,6	81,46	15,48	0,73	8,39	1,46	0,84	80,13	22,21	1,40	74,19	1,46	3,21	291,00	209,54
Ветви	356,1	21,6	224,34	24,93	21,37	17,81	3,56	7,12	270,64	99,71	Сл.	81,90	28,49	32,05	811,92	587,58
Стволы	1147,2	69,5	619,49	126,19	68,83	45,89	34,42	22,94	630,96	91,78	22,94	229,44	22,94	57,36	1973,18	1353,69
Итого многолетней надземной части	1503,3	91,1	843,83	151,12	90,20	63,70	37,98	30,06	901,60	191,49	22,94	311,34	51,43	89,41	2785,10	1941,27
Итого надземной части	1545,4	93,7	925,29	166,60	90,93	72,09	39,44	30,90	981,77	213,70	24,34	385,53	52,89	92,62	3076,10	2150,81
Корни	104,5	6,3	79,42	14,63	3,14	3,14	2,09	3,14	65,84	21,25	1,05	50,16	3,14	9,41	257,11	177,69
Всего фитомассы	1649,9	100,0	1004,71	181,23	94,07	75,23	41,53	34,04	1047,61	235,65	25,39	435,69	56,03	102,03	3333,21	2328,50
Подстилка	120,6	—	126,63	109,75	1,21	6,03	16,88	34,97	494,46	47,03	1,21	30,15	20,50	3,62	892,44	765,81

Таблица 4

Годичный баланс органического вещества (ц/га), зольных элементов и азота (кг/га)

Часть дерева	Органическое вещество		N	Si	S	P	Al	Fe	Ca	Mg	Mn	K	Na	Cl	Сумма элементов	
	ц/га	%													с N	без N
Зеленые части	65,8	39,3	35,27	13,37	1,25	8,10	0,67	1,32	77,79	18,98	1,06	67,88	1,18	3,41	230,25	194,98
Многолетние надземные части	95,9	58,2	54,43	9,36	5,76	4,13	2,28	1,92	69,01	13,63	1,32	20,07	3,70	5,99	181,60	127,17
Подземные части	5,8	3,5	4,41	0,81	0,17	0,17	0,12	0,17	3,65	1,22	0,06	2,78	0,17	0,52	14,25	9,84
Итого	167,5	100,0	94,11	23,51	7,18	12,40	3,07	3,41	140,45	33,83	2,44	90,73	5,05	9,92	426,10	331,9

Потребление элементов приростом

Зеленые части	65,8	39,3	35,27	13,37	1,25	8,10	0,67	1,32	77,79	18,98	1,06	67,88	1,18	3,41	230,25	194,98
Многолетние надземные части	95,9	58,2	54,43	9,36	5,76	4,13	2,28	1,92	69,01	13,63	1,32	20,07	3,70	5,99	181,60	127,17
Подземные части	5,8	3,5	4,41	0,81	0,17	0,17	0,12	0,17	3,65	1,22	0,06	2,78	0,17	0,52	14,25	9,84
Итого	167,5	100,0	94,11	23,51	7,18	12,40	3,07	3,41	140,45	33,83	2,44	90,73	5,05	9,92	426,10	331,9

Возврат элементов с опадом

Зеленые части	65,8	84,2	35,27	13,34	1,25	8,10	0,67	1,32	77,79	18,98	1,06	67,88	1,18	3,41	230,25	194,98
Многолетние надземные части	12,4	15,8	7,81	0,87	0,74	0,62	0,12	0,25	9,42	3,47	—	2,85	0,99	1,12	28,26	20,45
Подземные части	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Итого	78,2	100,0	43,08	14,21	1,99	8,72	0,79	1,57	87,21	22,45	1,06	70,73	2,17	4,53	258,51	215,43

Содержание элементов в истинном приросте

Многолетние надземные части	—	—	46,62	8,59	5,02	3,51	2,16	1,67	49,59	10,16	1,32	17,22	2,71	4,87	153,34	106,72
-----------------------------	---	---	-------	------	------	------	------	------	-------	-------	------	-------	------	------	--------	--------

ментов в наибольшем количестве накапливаются в фитомассе, приросте и опадe Ca, N, K, Mg, Si, а другие элементы потребляются значительно меньше.

### Выводы

1. Величина фитомассы искусственного дубового насаждения составляет 1649,9 ц/га. При переходе от северных районов СССР к южным наблюдается увеличение запасов фитомассы за счет многолетней древесной части и ветвей в насаждениях одинакового возраста.

2. Наиболее богаты химическими элементами листья дуба, затем ветви, корни, плоды и ствол. Основными элементами во всех частях дуба являются N, Ca, K, Mg, Si. Зольный состав листового опада дуба и подстилки отличается от зольного состава живых частей растений. При разложении подстилки в первую очередь выщелачиваются K, P, Cl, Mn и относительно возрастает содержание Ca, N, Si, Al, Fe, Mg, Na.

3. Количество химических элементов в насаждениях дуба составляет 3333 кг/га, на долю надземных частей приходится больше элементов питания, чем на долю корней. Ежегодно дубовые насаждения потребляют из почвы для построения годичного прироста 426 кг/га азота и зольных элементов, возвращают с ежегодным опадом 259 кг/га. Количество ежегодно закрепляемых химических элементов в истинном приросте надземной части дубового насаждения составляет 153 кг/га.

4. Искусственные насаждения дуба черешчатого характеризуются высоким содержанием N, высокой зольностью с преимущественным содержанием Ca, K, Mg, Si, Cl и высокой продуктивностью. Биологический круговорот в таких насаждениях протекает в условиях пониженного атмосферного увлажнения, повышенных температур воздуха и почвы, длинного вегетационного периода и благодаря поливу отличается повышенной интенсивностью.

### Литература

1. Айдинян Р. X. Зольный обмен между древесной растительностью и черноземными почвами Каменной степи. Почвоведение, 1953, № 9.
2. Базилевич Н. И. Особенности круговорота зольных элементов и азота в некоторых почвенно-растительных зонах СССР. Почвоведение, 1955, № 4.
3. Бобрицкая М. А. Зольный состав листьев дуба разного возраста в лесных полосах Каменной степи. Почвоведение, 1953, № 7.
4. Богашова Л. Г. О воздействии чистых и смешанных насаждений на лесорастительные свойства почв. Тр. Воронежск. госуд. заповедн., вып. 8, 1959.
5. Евдокимова Т. Н. О влиянии дуба на химические свойства серых лесных почв. Почвоведение, 1955, № 6.
6. Калужская В. М. Руководство по зольному анализу растений. Изв. АН СССР, 1959.
7. Качинский Н. А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения. Изв. АН СССР, 1958.
8. Мина В. Н. Круговорот азота и зольных элементов в дубравах лесостепи. Почвоведение, 1955, № 6.
9. Орлов М. М. Лесная таксация. «Наука», 1929.
10. Ремезов Н. П. Роль биологического круговорота элементов в почвообразовании под пологом леса. Почвоведение, 1956, № 7.
11. Ремезов Н. П. Разложение лесной подстилки и круговорот элементов в дубовом лесу. Почвоведение, 1961, № 7.
12. Ремезов Н. П., Быкова Л. Н. Потребление и круговорот элементов питания в дубовом лесу. Вестн. МГУ. Сер. биол. наук, 1952.
13. Ремезов Н. П., Быкова Л. Н., Смирнова К. М. Потребление и круговорот азота и зольных элементов в лесах Европейской части СССР. Изд. МГУ, 1959.
14. Родин Л. Е., Базилевич Н. И. Динамика органического вещества и биологический круговорот в основных типах растительности. «Наука», 1965.
15. Родин Л. Е., Ремезов Н. П., Базилевич Н. И. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах. «Наука», 1968.
16. Скородумова А. С. Определение толщины лесной подстилки (посредством рейки). Лесное хозяйство, 1939, № 12.
17. Тюрин И. В. Таксация леса. Изд. 2. Гослестехиздат, 1945.

18. *Тюрин И. В.* Материалы по сравнительному изучению методов определения органического углерода в почвах. В сб.: Методы определения общего органического углерода и углекислоты карбонатов. Пробл. советск. почвовед., сб. 2, Изд. АН СССР, 1936.

Репетекская песчано-пустынная  
станция Института пустынь  
АН Туркменской ССР

Дата поступления  
20.I.1977 г.

---

A. KHODJAMKULIEV

**THE TURNOVER OF NITROGEN AND ASH ELEMENTS IN ENGLISH OAK  
PLANTATIONS IN THE KOPETDAG SUBMONTANE AREA**

Data are presented on phytomass dynamics and biological turnover of nitrogen and ash elements in English oak plantations in the Botanical gardens of Turkmenian Academy of Sciences.

---