

АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ КЫРГЫЗСТАН
ИНСТИТУТ ЛЕСА И ОРЕХОВОДСТВА

В.Ф. САМУСЕНКО, Р.Д. ГОЛОВИНА, А.И. УЗОЛИН,
Л.И. ИВАНЧЕНКО

БИОЛОГИЧЕСКИЙ КРУГОВОРОТ ВЕЩЕСТВ В ОРЕХОВО-
ПЛОДОВЫХ ЛЕСАХ ЮГО-ЗАПАДНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ

2005 год

УДК 634.0.1:634.551(575.13)

Самусенко В.Ф., Головина Р.Д., Узолин А.И., Иванченко Л.И.

Биологический круговорот веществ в орехово-плодовых лесах юго-западного Тянь-Шаня / Ответ. Ред. Э. Турдукулов НАН Кыргызской Республики, Институт леса и ореховодства - Бишкек: 97 с.: табл.

Исследования проведены в биогеоценозах ореха грецкого, типичных для верхнего, среднего и нижнего высотных подпоясов пояса орехово-плодовых лесов (1000-2000 м над ур.м.). Определены основные параметры биологического круговорота веществ – продуктивность надземной фитомассы древесно-кустарниковой и травянистой растительности, количество годичного лесного опада, запас лесных подстилок, химический состав всех компонентов и обобщающие показатели - емкость и интенсивность круговорота веществ. Показан характер сбалансированности круговорота веществ и биогеоценозах, сделано заключение о степени устойчивости их на современном этапе развития.

Рассчитано на лесоводов, почвоведов, географов.

Утверждено к печати Ученым советом Института леса и ореховодства им. проф. П.А. Гана НАН КР

Ответственный редактор – д.б.н., проф. Э.Т. Турдукулов

Рецензент: д.б.н., проф. Мурсалиев А.М.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
В В Е Д Е Н И Е	4
Объекты и методика исследований	8
Структура надземной фитомассы	16
Химический состав фитомассы	19
Формирование лесных подстилок	41
Запас химических элементов в фитомассе	48
Интенсивность биологического круговорота веществ	59
Валовой и гранулометрический состав почв	67
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	80
ЛИТЕРАТУРА	84

ВВЕДЕНИЕ

Рациональное использование и охрана ресурсов биосферы, увеличение биологической продуктивности Земли и сохранение благоприятной экологической обстановки для всего живого в условиях современных мощных техногенных воздействий возможно лишь на основе биогеоэкологического подхода к изучению живой природы (Базилевич Н.И., Титлянова А.А. и др., 1978; Титлянова А.А., 1983).

Основные биогеоэкологические связи проходят через почву. Свойствами почв определяются видовая структура естественных биоценозов, уровень первичной биологической продуктивности, характер биогеохимического круговорота азота и зольных элементов между почвой и растительностью (Кылли Р.К., 1981). Все звенья трофических цепей в жизни человека связаны с почвой (Добровольский Г.В., Гришина Л.А., Розанов Б.Г., 1988).

Одним из важнейших параметров биогеоэкологии, характеризующих его продуктивность и активность происходящих в нем процессов, является биологический круговорот веществ – миграция элементов в биосфере, часть пути которой осуществляется через живое вещество. Наибольшее внимание при изучении годового цикла биологического круговорота уделяется наземным растительным сообществам, поскольку по массе они составляют 98-99% от всего органического вещества биогеоэкологии суши (Родин Л.Е., Ремезов Н.П., Базилевич Н.И., 1968).

Важность исследования круговорота веществ в лесных биогеоэкологиях определяется, прежде всего, тем, что фитомасса лесов, занимающих 39% поверхности суши земли, составляет почти 82% от общей фитомассы суши. Леса создают почти половину всей годичной продукции фитомассы (Базилевич Н.И., Родин Л.Е., Розов Н.Н., 1970). Изучение биологического круговорота имеет непосредственное практическое значение для лесоводства. Только на основе точного знания всей массы химических элементов, содержащихся в фитомассе, количества ежегодно вовлекаемых в

жизненный цикл элементов и возвращаемых с опадом можно составить представление о продуктивности биогеоценозов и возможностях ее повышения.

Выяснение этих вопросов применительно к биогеоценозам ореха грецкого в Тянь-Шане имеет особую значимость, поскольку они являются реликтом третичного времени и на современном этапе находятся в условиях значительно изменившейся природной среды. Вместе с тем в последние десятилетия возросло негативное воздействие человека на природную среду в целом, лесную растительность в частности, что привело к снижению общей ее продуктивности и устойчивости. Не избежали этой участи и орехово-плодовые леса Средней Азии. Тысячи гектаров лишены древесно-кустарниковой растительности в нижнегорном и среднегорном поясах Средней Азии, усиливается аридизация климата (Ган П.А., 1982; Чухина В.В., Тагаева Р.Н., 1988).

И в теоретическом, и в практическом плане важно выяснить, как протекает продукционный процесс и круговорот веществ в биогеоценозах ореха грецкого в различных экологических условиях орехово-плодового пояса, прежде всего в разных высотных лесорастительных подпоясах. При этом необходимо определить как общую фитопродуктивность, так и структуру органического и минерального вещества во всех ярусах растительности.

К настоящему времени вполне определенно установлено, что устойчивость биологических систем определяется обменом веществ и особенностями химического состава всего живого, их составляющего.

По состоянию процесса продуцирования органической массы в фитоценозе можно определенно судить не только о скорости материально-энергетического обмена, но и о степени прочности сложившихся в ходе эволюции связей, устойчивости функционально-структурной организации. Количественная оценка продукционного процесса может служить ключом к

разрешению целого ряда вопросов, связанных с дестабилизацией состояния окружающей среды (Сергейчик С.А., 1985).

Расчет баланса веществ на основе определения ежегодного их потребления всей растительностью и возвращения с годичным лесным опадом позволяет судить о мере сбалансированности процессов обмена веществ. Биологический круговорот веществ в ореховых биогеоценозах может быть использован как важнейший критерий их устойчивости в условиях неблагоприятно изменившейся для них природной среды, усугубляемых антропогенным воздействием (сенокосение, пастьба скота). Знание особенностей почвообразования, биологического круговорота веществ и оптимизация отдельных звеньев в биогеоценозах ореха грецкого будет способствовать повышению их продуктивности, улучшению водо-почво- и рекреационно-охранных свойств.

Одна из ранних работ, в которой подробно освещается биологический круговорот веществ в лесном фитоценозе – дубравах лесостепи – принадлежит В.Н. Мина (1955).

Углубленные исследования биологического круговорота веществ в лесах различного состава европейской части нашей страны были организованы и осуществлены Н.П. Ремезовым, Л.Н. Быковой, К.М. Смирновой (1959). В последующие годы ареал, где проводились подобные исследования, значительно расширился.

Биологический круговорот в лесных и травянистых сообществах изучали Н.И. Базилевич, Л.Е. Родин (1964, 1971); Л.Е. Родин и Н.И. Базилевич (1965); Г.А. Алиев, Х.Н. Гасанов (1971), И.И. Смольянинов, Е.В. Рябуха (1970, 1971), Г.В. Русанова, А.В. Слобода, Е.Н. Бушуева (1977), И.В. Игнатенко, А.А. Пугачев (1980), В.Н. Второва (1982, 1986), А.П. Щербаков, И.Д. Рудай (1983), В.П. Фирсова, Т.С. Павлова (1983), Г.Я. Федичкин (1985), Н.И. Базилевич, Н.В. Семенюк (1986), В.Г. Басов (1986), Н.Д. Кожевникова, В.Н. Второва (1988), Р.Д. Головина (1989),

Т.С. Павлова, В.П. Фирсова, Е.В. Прокопович (1989) и др. Значительные работы в этом направлении проделаны болгарскими исследователями (Антонов Г., Николаев В., Быстрицкая Т., Климо Е., 1986).

В среднеазиатском регионе первыми объектами для изучения биологического круговорота веществ явились еловые и арчовые леса, находящиеся на территории Кыргызстана. В них проведены обстоятельные исследования Н.Д. Кожевниковой, В.Н. Второвой (1988) и Р.Д. Головиной (1989). На этой же территории изучен биологический круговорот зольных элементов и азота под основными растительными сообществами горных пастбищ и сенокосов – в фитоценозах полупустынь, степей, лугостепей и лугов (Федичкин Г.Я., 1985).

Биологический круговорот веществ в орехово-плодовых лесах, несмотря на их ландшафтную уникальность и большую значимость как природного и народнохозяйственного объекта, до сих пор никем не исследован. Наши работы в известной мере восполняют этот пробел (1989,1990).

В данной работе исследованы:

- 1) емкость биологического круговорота путем определения всей массы химических элементов, содержащихся в фитомассе биогеоценоза на данный период его жизни;
- 2) интенсивность биологического круговорота на основе определения количества элементов, необходимого для построения годичного прироста фитомассы;
- 3) количество годичного лесного опада и сумму элементов, возвращающихся с опадом древесной, кустарниковой и травянистой растительности;
- 4) динамика запаса лесных подстилок и их химический состав;
- 5) коэффициент биологического поглощения, определяемый на основе данных по химизму растений и почв – процентное отношение элемента в золе растений к его содержанию в почве;

6) опадо-подстилочный коэффициент (отношение массы лесной подстилки к массе опада), характеризующий активность разложения почвенного органического вещества и являющийся одним из показателей активности биологического круговорота;

7) ряды биологической аккумуляции зольных элементов и азота в фитомассе растений для выявления геохимической направленности биологического круговорота.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились на юго-западном склоне Ферганского хребта в Кугарт-Арсланбобском орехово-плодовом массиве, где были выбраны три пробные площади в различных экологических условиях, характеризующих произрастание ореха грецкого в нижнем (до 1400 м^{*}), среднем (1400-1750 м) и верхнем (выше 1750 м) лесорастительных подпоясах.

Постоянные пробные площади заложены в интервале высот 1140-1940 м над ур. м. и охватывают всю высотную протяженность пояса орехово-плодовых лесов. В табл. 1 даны лесоводственно-таксационные показатели пробных площадей.

Район естественного произрастания орехово-плодовых лесов характеризуется большим разнообразием экологических условий и их контрастностью. Ввиду значительной высотной протяженности лесного пояса (1000-2000 м) он занимает область низкогорий и среднегорий.

В низкогорьях ландшафтная роль принадлежит сухостепной и полупустынной растительности, а рощицы ореха грецкого приурочены к склонам северных экспозиций. В среднегорной полосе преобладает древесная растительность, которая на верхнем высотном пределе контактирует с субальпийской.

* Здесь и далее над уровнем моря.

Таблица 1

Лесоводственно-таксационные показатели пробных площадей

Показатели	Ур. Зиндан	Ур. Арал	Ур. Чарвак
	Тип леса		
	Орешник кленовый верхнего подпояса на черно-коричневых мощных почвах	Орешник коротконожковый среднего подпояса на черно-коричневых почвах средней мощности	Орешник боярышниково-яблоневый нижнего подпояса на черно-коричневых маломощных почвах
Размер постоянной пробной площади, га	0,40	0,85	0,80
Высота над ур. моря, м	1900-1940	1435	1140-1200
Крутизна склона, град.	27-28	5-7	25
Экспозиция склона	С-СЗ	З-ЮЗ	С-СВ
Состав насаждений	10 Ор.+К	10 Ор.	І ярус – 10 Ор. ІІ ярус – 6 Яб. 3 Бр. 1 Вм
Бонитет	ІІІ	ІІ	ІІІ
Полнота	0,78	0,84	І ярус – 0,4 ІІ ярус – 0,4
Запас стволовой древесины, м ³ /га	155	217	42,6
В т.ч. ореха грецкого	146	215	32,0
Средний диаметр, см	39,0	43,1	24,0
Средняя высота, м	16	19	13,1
Средний возраст, лет	120	130	70

Среднее многолетнее количество осадков на высоте 1748 м составляет 1090 мм, а на нижней границе лесного пояса оно сокращается до 677 мм (Справочник по климату, 1969).

Коэффициент увлажнения, равный для высоты 1190 м 0,44 (табл. 2), соответствует зоне недостаточного увлажнения, характерного для степи и сухих саванн. В нижнем подпоясе растительность представлена степными редколесьями и эфемероидными степями, орех грецкий не образует сомкнутых насаждений, а встречается небольшими рощицами в местах с дополнительным увлажнением – по дну ущелий, около водных источников, на нижних частях северных склонов.

Коэффициент увлажнения, равный для среднего лесорастительного подпояса 0,73, свидетельствует о лесостепных условиях с умеренным увлажнением. Здесь сосредоточены основные массивы лесов ореха грецкого. Наши исследования (1985 г.) показали, что увлажненность верхнего лесорастительного подпояса (выше 1750 м) является более высокой, чем нижележащего, и может быть отнесена к категории «достаточной». С высотой количество осадков, приходящееся на 100 м подъема местности, уменьшается. Так, если в пределах 1000-1300 м оно составляет 50 мм, то в интервале 1700-1800 м – 35 мм, а с 1800 до 1900 м – 25 мм. Полог сомкнутого орехового леса задерживает до 31% жидких осадков, о чем можно судить по данным метеопостов, находящихся в лесу и на поляне в непосредственной близости друг от друга (Пономаренко П.Н., Кенжекараев Ж.Б., 1991).

Характерным для температурного режима орехово-плодового пояса является значительное превышение температуры почвы по сравнению с температурой воздуха (табл.3). Эта разница особенно заметна в самое жаркое время года, с июня по август, когда, судя по среднемесячным данным, температура поверхностного слоя почвы на 5-7⁰ выше, чем воздуха. 25-30⁰ – температурный фон, который является оптимальным для

Таблица 2

Среднее количество осадков по месяцам с поправками показаниям осадкомера, мм

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	IX-III	IV-X	Средне-годовое	Испаряе-мость	Кoeffи-циент увлажнения по Иванову
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Ак-Терек-Гава, 1748 м Среднее многолетнее																
76	89	146	139	132	90	56	34	26	91	118	93	522	568	1090	1501	0,73
1986 год																
40,7	17,6	89,0	166,3	117,2	138,0	9,1	9,7	32,5	104,7	101,2	151,7	400,2	577,5	977,7	„	0,65
1987 год																
113,9	103,2	196,0	324,5	88,2	231,6	94,5	53,0	26,4	272,9	56,4	76,3	545,8	1091,1	1636,9	„	1,09
1988 год																
95,2	42,7	129,9	103,6	395,5	100,1	57,9	12,0	5,7	71,6	52,5	90,4	410,7	746,4	1157,1	„	0,77
1989 год																
56,4	68,9	53,2	169,2	126,8	71,2	49,9	12,2	66,0	37,5	101,1	79,0	358,6	532,8	891,4	„	0,59
1990 год																
126,2	63,8	153,7	170,8	97,8	25,5	111,9	23,8	12,0	144,4	88,8	61,4	493,9	587,2	1081,1	„	0,72

Ак-Таш, 1730 м Район р. Яссы																
55	79	113	152	164	111	57	30	32	76	93	83	428	576	1045		
Джергетал, 1198 м																
44	62	100	104	83	47	24	11	15	54	76	57	339	338	677	1551	0,44

Таблица 3

Температурный режим воздуха и почвы по месяцам

Глубина, см	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Средне годовая
Ак-Терек-Гава, 1748 м													
В о з д у х													
	-3,1	-1,3	2,7	8,9	13,5	17,2	20,5	20,3	15,6	9,4	3,5	-0,2	8,9
П о ч в а													
0	-8,0	-6,0	-1,0	8,0	17,0	22,0	27,0	25,0	19,0	9,0	0	-6,0	9,0
5					15,9	20,6	24,5	24,1	19,4				
10					15,3	20,0	23,7	24,0	19,2				
15					14,7	19,5	23,0	23,6	19,2				
20					14,1	19,4	22,6	23,5	19,2				
Джергетал, 1198 м													
В о з д у х													
	-4,0	-1,7	4,0	11,4	16,1	19,8	23,2	22,9	17,9	10,4	3,6	-0,8	10,2
П о ч в а													
0	-8,0	-4,0	3,0	13,0	20,0	26,0	30,0	29,0	21,0	11,0	2,0	-3,0	12,0
5				11,9	18,3	23,7	26,7	26,9	20,8	11,7			
10				11,8	18,0	23,1	26,1	26,4	21,1	12,2			
15				11,6	17,4	22,8	25,6	26,0	21,2	12,8			
20				11,1	16,9	22,0	25,0	25,7	21,3	12,9			

микробиологической деятельности. Это обуславливает высокую активность процессов гумификации и минерализации органического вещества в летний период.

В верхнем лесорастительном подпоясе контрастность гидротермических условий сглажена, в связи с чем не наблюдаются затухания биологических процессов в летнее время. Функционирование лесного биогеоценоза здесь происходит в более умеренном режиме, чем на меньших абсолютных высотах.

Исследования проводились согласно методическим указаниям к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах (Родин Л.Е. и др., 1968). В этом пособии методы изучения биологического круговорота веществ в лесных насаждениях освещены наиболее полно и в них учтены результаты многих ранее применявшихся методик.

1. Пробные площади закладывались в наиболее распространенных типах леса верхнего, среднего и нижнего лесорастительных подпоясов орехово-плодового пояса. На них проводился сплошной пересчет деревьев, кустарников и подроста с указанием породы, высоты, диаметра на высоте груди. Полученные данные явились основой для определения всех элементов надземной фитомассы по «Справочнику для таксации орехово-плодовых насаждений Южной Киргизии» (Узолин А.И., 1984).

2. Для изучения травянистой растительности на каждой исследуемой площади закладывалось 10 учетных площадок размером 1 м² таким образом, чтобы охватить мозаичность травяного покрова всего насаждения. Растения срезались вровень с поверхностью почвы и разбирались по видам. Все пробы высушивались до воздушно-сухого состояния и взвешивались. Для химического анализа растения отбирались по видам. Данные химических анализов рассчитывались на абсолютно сухой вес.

3. Для учета опада использовались площадки размером 1 м² в количестве 10 шт., равномерно расположенных на пробной площади. В

бесснежный период года опад собирался один раз в месяц, в период листопада – 2 раза в месяц. После выпадения снега опад собирали один раз, весной, после полного таяния снега. После сбора опад высушивали до воздушно-сухого состояния и взвешивали. Отбирали средние образцы для определения химического состава.

4. Опад надземной части травянистой растительности принимался равным его ежегодному приросту (продуктивность фитомассы).

5. Запас подстилки изучали с помощью металлического шаблона приемной площадью 500 см² в 21-кратной повторности на каждой пробной площади, учет проводили 3 раза за сезон – весной, летом и осенью. Собранную подстилку высушивали до воздушно-сухого состояния и взвешивали. Образцы для химического анализа набирали из средней пробы, результаты рассчитывали на абсолютно сухое вещество.

6. Скорость разложения опада изучалась с помощью капроновых мешочков с опадом (массой по 50 г каждый), которые раскладывались на поверхности в 8-кратной повторности. В последующем, весной и осенью, мешочки (2 шт.) с разлагающимся опадом высушивали, взвешивали и определяли его химический состав.

7. Для определения содержания зольных элементов и азота в листьях, ветвях и стволах ореха грецкого и сопутствующих пород подбирали среднее по диаметру, высоте, развитию и параметрам кроны модельное дерево. С восточной стороны средней части кроны срезали ветвь три раза в течение вегетационного периода (весной, летом и осенью), с нее набирались образцы листьев, мелких веточек. Из ствола набирали образцы древесины возрастным буром.

8. Химический анализ растительного материала проводился по руководству В.М. Калужской (Родин Л.Е., Ремезов Н.П., Базилевич Н.И., 1968). Повторность анализа была принята трехкратной.

9. Для валового анализа почв набирали почвенные образцы по генетическим горизонтам из полнопрофильного разреза. Валовой анализ

почв выполняли методами, изложенными в «Руководстве по химическому анализу почв» (Аринушкина Е.В., 1970).

СТРУКТУРА НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ

Данными, характеризующими подземную массу, мы не располагаем, поскольку не проводили соответствующих исследований.

Достоверных сведений о соотношении надземных и подземных частей ореха и произрастающих с ним в одних местообитаниях древесно-кустарниковых пород не имеется. Предположительно считается, что по весу корневые системы ореха составляют 30% от его надземной фитомассы (Родин Л.Е., Базилевич Н.И., 1965; Голубец М.А. и др., 1983).

В данной работе рассмотрим показатели только по надземной фитомассе древесно-кустарниковой, травянистой растительности, лесному опаду и лесным подстилкам. Данные о структуре надземной фитомассы в изучаемых нами биогеоценозах помещены в табл. 4.

Основную долю в структуре фитоценозов составляет орех грецкий, его фитомасса явно преобладает среди остальных древесно-кустарниковых пород. На пробной площади верхнего лесорастительного подпояса в составе насаждений фитомасса ореха составляет 93,7% (125,6 т/га). Только в данном местообитании обнаружены рябина персидская и смородина Мейера, не найденные на меньших абсолютных высотах.

В среднем лесорастительном подпоясе преобладание ореха в составе насаждения наиболее выражено – 97% (182,2 т/га). На нижнем высотном пределе произрастания ореха (1200 м) структура фитомассы насаждения характеризуется следующими показателями: орех грецкий – 71,8% (26,3 г/га), сопутствующие породы – 24,5%, подрост – 0,5%, подлесок – 3,1%. Здесь сформировался второй ярус из яблони и боярышника, количество стволов каждого из которых лишь немного уступает ореху (134 и 121 против 150 стволов ореха). Обращает на себя внимание очень незначительное

Таблица 4

Структура и запасы надземной фитомассы биогеоценозов ореха грецкого, кг/га абс. сухого вещества

Структура древесно-кустарниковой фитомассы	Ур. Зиндан (0,4 га), 1940 м					Ур. Арал (0,9 га), 1435 м					Ур. Чарвак (0,8 га), 1200 м				
	Кол-во стволов	Общая масса	В том числе			Кол-во стволов	Общая масса	В том числе			Кол-во стволов	Общая масса	В том числе		
			листья	стволы	ветви			листья	стволы	ветви			листья	стволы	ветви
Орех грецкий	158	125458	2137	88046	32275	208	182132	2850	129809	49473	150	26341	867	18917	6557
Плоды		160					100					76			
Яблоня киргизов	10	1507	45	1022	440	18	683	27	492	164	134	5021	197	3720	1104
Клен туркестанский	58	6225	190	4313	1722	11	73	5	51	17	18	274	9	217	48
Боярышник						18	621	16	445	160	121	2217	56	1662	499
Вишня магадебская	3	45	3	28	14	7	553	27	393	133	49	1334	48	944	342

Продолжение таблицы 4

Жимолость	3	226	30	150	46										
Каркас кавказский											6	157	6	115	36
Итого	232	133621	2405	93559	37497	262	184162	2925	131190	49947	478	35420	1183	25575	8586
В т.ч. сопутствующие ореху породы	74	8003	268	5513	2222	54	1930	75	1381	474	328	9003	316	6658	2029
Под-рост	139	219	19	123	77	113	179,6	29,6	107	43	310	179	20	110	49
Под-лесок	281	219	15,6	143	60,5	2811	3471	183,7	2212	1075	2236	1140	81,7	730	328
Всего	652	134059	2440	93825	37634	3186	187812	3138	133509	51065	3024	36739	1285	26415	8963

количество подроста древесных пород, что свидетельствует о слабом их естественном возобновлении. По данным трехлетних наблюдений, органическая масса травянистой растительности в абсолютно сухом весе составляет на Зиндане 2515 кг/га, на Арале – 1620 кг/га, в Чарваке – 276 кг/га.

Таким образом, структура надземной фитомассы отражает характерные особенности фитоценозов каждого лесорастительного подпояса орехово-плодовых лесов.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ФИТОМАССЫ

Показатели содержания зольных элементов и азота в деревьях ореха грецкого и сопутствующих древесно-кустарниковых породах помещены в табл. 5-7. Аналогичные показатели по травянистой растительности сведены в табл. 9.

Химический состав растений зависит от их наследственной природы и возраста, а также определяется почвенно-климатическими условиями, временем года и фазой развития (Ковалевский А.Л., 1969). Немаловажно при этом влияние увлажнения, которое закономерно возрастает с высотой местности и существенно изменяется в течение года. А.И. Перельман (1956) полагает, что в основном состав золы и соотношение в ней химических элементов определяется биологическими особенностями растения.

Наибольшее внимание уделено химическому составу листьев, как наиболее энергично растущей части растения, в которой осуществляется активный приток питательных веществ, обуславливающий высокую их концентрацию. Кроме того, листья являются индикаторным органом и по их химическому составу можно судить об обеспеченности растений элементами питания.

Изучение химического состава растений ореха грецкого в разных местообитаниях позволит глубже познать природу и экологию этой древесной породы.

Таблица 5

Химический состав фитомассы ореха грецкого, сопутствующих древесных
и кустарниковых пород, 5 а/с вещество

Порода и часть дерева	Зольность	Si	Ca	Mg	P	K	Na	Fe	Al	N	Сумма элементов	
											без N	с N
Ур. Зиндан												
Орех (120 лет)												
Листья (ср. за 7 лет)	11,30	0,22	2,40	0,44	0,22	1,70	0,11	0,11	0,05	2,44	5,29	7,73
Ветви (с корой) (ср. за 4 г.)	8,11	0,05	2,96	0,22	0,09	0,33	0,05	0,06	0,02	0,79	3,82	4,61
Древесина (ср. за 4 г.)	0,70	0,04	0,42	0,08	0,02	0,09	0,01	0,02	0,02	0,36	0,70	1,06
Кора ствола (ср. за 3 г.)	11,39	0,21	4,10	0,25	0,06	0,18	0,04	0,06	0,04	0,62	4,93	5,59
Плоды (ср. за 2 г.)	7,25	0,07	0,75	0,22	0,18	2,09	0,19	0,05	0,03	2,20	3,58	5,78
Корни (ср. за 2 г.)	12,78	1,42	2,14	0,17	0,14	0,29	0,04	0,25	0,05	0,79	4,50	5,29
Орех (подрост)												
Листья	9,51	0,15	2,29	0,39	0,28	1,71	0,21	0,13	0,02	3,29	5,18	8,47

Продолжение таблицы 5

Ветви	9,33	0,09	2,86	0,31	0,10	0,37	0,09	0,10	0,01	1,07	3,93	5,00
Яблоня												
Листья	9,26	0,21	2,26	0,25	0,24	1,67	0,16	0,14	0,02	2,58	4,95	7,53
Ветви	4,00	0,11	1,15	0,16	0,04	0,26	0,03	0,07	0,01	0,71	1,83	2,54
Древесина	1,53	0,01	0,60	0,08	0,02	0,13	0,04	0,07	0,02	0,61	0,97	1,58
Клен												
Листья	8,35	0,29	1,68	0,35	0,26	1,41	0,15	0,12	0,03	2,67	4,29	6,96
Ветви	4,14	0,12	1,48	0,22	0,09	0,57	0,05	0,08	0,01	0,91	2,62	3,53
Древесина	2,01	0,05	0,64	0,12	0,04	0,22	0,04	0,08	0,02	0,46	1,21	1,67
Боярыш- ник												
Листья	10,34	0,21	2,42	0,48	0,22	1,31	0,16	0,14	0,02	2,61	4,96	7,57
Ветви	5,78	0,09	1,72	0,37	0,09	0,37	0,07	0,11	0,01	1,05	2,83	3,88
Вишня												
Листья	12,60	0,22	2,95	0,74	0,24	1,33	0,22	0,10	0,02	2,84	5,82	8,66
Ветви	4,17	0,09	1,22	0,28	0,08	0,36	0,67	0,13	0,01	0,74	2,84	3,58
Древесина	2,41	0,05	0,80	0,08	0,02	0,15	0,05	0,09	0,02	0,33	1,26	1,59
Алыча												
Листья	11,11	0,19	1,65	0,50	0,26	3,34	0,24	0,16	0,03	3,21	6,37	9,58
Ветви	4,41	0,05	1,10	0,18	0,08	0,38	0,05	0,09	0,01	0,97	1,94	2,91
Древесина	1,12	0,03	0,40	0,02	0,03	0,15	0,05	0,08	0,02	0,68	0,78	1,46
Жимоло- стьКороль- кова												
Листья	8,03	0,17	1,50	0,35	0,36	1,38	0,16	0,17	0,02	3,25	4,11	7,36
Ветви	4,10	0,18	0,75	0,14	0,10	0,75	0,08	0,11	0,01	0,81	2,12	2,93
Древесина	1,00	0,01	0,37	0,11	0,03	0,22	0,04	0,06	0,02	0,82	0,86	1,68

Продолжение таблицы 5

Жимолость прицветник												
Листья	8,51	0,22	1,81	0,34	0,20	1,80	0,20	0,17	0,03	2,82	4,77	7,59
Ветви	5,17	0,23	0,63	0,13	0,09	1,01	0,13	0,16	0,02	0,87	2,40	3,27
Древесина	1,40	0,02	0,36	0,13	0,04	0,30	0,08	0,10	0,02	0,41	1,05	1,46
Рябина												
Листья	9,45	0,24	2,35	0,43	0,27	1,80	0,15	0,18	0,03	2,46	5,45	7,91
Ветви	4,11	0,10	1,15	0,14	0,05	0,24	0,02	0,05	0,01	0,77	1,76	2,53
Древесина	1,44	0,02	0,41	0,08	0,02	0,19	0,04	0,07	0,02	0,89	0,85	1,74
Смородина												
Листья	13,86	0,30	2,04	0,40	0,25	3,73	0,32	0,17	0,04	2,49	7,25	9,74
Ветви	4,19	0,19	0,91	0,13	0,12	0,56	0,05	0,10	0,01	0,79	2,07	2,86
Древесина	2,71	0,07	0,82	0,12	0,08	0,29	0,10	0,08	0,03	0,58	1,59	2,17
Шиповник												
Листья	9,27	0,31	2,24	0,43	0,36	1,22	0,19	0,15	0,03	2,89	4,93	7,82
Ветви	3,53	0,07	1,03	0,13	0,09	0,36	0,04	0,07	0,01	1,27	1,80	3,07
Древесина	2,09	0,01	0,65	0,10	0,04	0,19	0,05	0,08	0,02	0,52	1,14	1,66
Ур. Арал												
Орех (130 лет)												
Листья (ср. за 7 лет)	11,12	0,27	2,61	0,45	0,14	1,47	0,13	0,10	0,04	2,17	5,27	7,44
Ветви (ср. за 4 г.)	8,72	0,09	2,57	0,23	0,09	0,36	0,05	0,04	0,02	0,89	3,52	4,41
Древесина (ср. за 4 г.)	0,78	0,03	0,48	0,07	0,02	0,14	0,01	0,01	0,02	0,32	0,78	1,20
Кора ствола	11,13	0,34	4,11	0,25	0,06	0,10	0,03	0,04	0,04	0,79	4,97	5,76

Продолжение таблицы 5

(ср. за 3г.)												
Плоды (ср. за 2 г.)	6,36	0,07	0,60	0,19	0,14	1,77	0,14	0,06	0,04	2,01	3,01	5,02
Корни (ср. за 2 г.)	9,76	0,66	2,73	0,14	0,14	0,25	0,05	0,12	0,01	0,77	4,10	4,87
Орех (подрост)												
Листья	10,56	0,30	2,45	0,52	0,20	1,69	0,21	0,19	0,04	2,93	4,88	7,81
Ветви	8,27	0,10	2,49	0,32	0,11	0,71	0,04	0,05	0,01	0,83	3,83	4,66
Древесина	2,67	0,01	1,13	0,09	0,03	0,19	0,06	0,21	0,02	0,29	1,74	2,03
Яблоня												
Листья	8,23	0,24	1,64	0,45	0,14	1,54	0,16	0,16	0,03	2,22	4,36	7,18
Ветви	6,69	0,18	2,10	0,22	0,09	0,34	0,05	0,10	0,01	0,90	3,09	3,99
Древесина	1,41	0,02	0,59	0,03	0,01	0,21	0,05	0,06	0,01	0,43	0,98	1,41
Клен												
Листья	8,23	0,39	1,76	0,33	0,18	1,34	0,15	0,16	0,03	2,48	4,34	6,82
Ветви	5,47	0,20	1,52	0,15	0,09	0,54	0,08	0,12	0,01	0,87	2,71	3,58
Древесина	2,99	0,01	1,01	0,05	0,03	0,23	0,06	0,15	0,02	0,53	1,56	2,09
Боярышник												
Листья	10,49	0,31	2,35	0,48	0,17	1,62	0,19	0,15	0,03	2,56	5,30	7,86
Ветви	5,56	0,10	2,08	0,16	0,08	0,48	0,07	0,09	0,01	0,90	3,07	3,97
Древесина	1,68	0,02	0,49	0,06	0,02	0,12	0,04	0,11	0,02	0,63	0,88	1,51
Вишня												
Листья	10,11	0,20	2,07	0,57	0,15	1,97	0,18	0,12	0,02	2,61	5,28	7,89
Ветви	3,45	0,06	1,06	0,12	0,07	0,35	0,04	0,04	0,01	0,92	1,75	2,67
Древесина	2,73	0,11	0,83	0,01	0,02	0,10	0,05	0,09	0,02	0,46	1,23	1,69
Алыча												
Листья	10,99	0,31	1,56	0,34	0,14	3,06	0,26	0,15	0,03	2,61	5,85	8,46

Продолжение таблицы 5

Ветви	4,23	0,09	1,27	0,11	0,06	0,39	0,06	0,08	0,01	0,71	2,07	2,78
Древесина	2,61	0,05	0,98	0,16	0,02	0,13	0,06	0,14	0,02	0,44	1,56	2,00
Шиповник												
Листья	10,21	0,63	2,28	0,44	0,17	1,36	0,22	0,23	0,05	2,23	5,38	7,61
Ветви	4,72	0,10	0,98	0,19	0,15	0,57	0,06	0,07	0,01	0,77	2,13	2,90
Древесина	1,66	0,01	0,53	0,11	0,02	0,17	0,05	0,09	0,02	0,52	1,00	1,52
Жимолость												
Листья	9,80	0,34	2,01	0,42	0,15	1,86	0,23	0,20	0,05	2,44	5,26	7,70
Ветви	4,59	0,07	1,25	0,15	0,09	0,52	0,05	0,05	0,01	0,68	2,19	2,87
Древесина	1,54	0,01	0,19	0,03	0,05	0,49	0,08	0,06	0,02	0,51	0,93	1,44
Ур. Чарвак												
Орех (70 лет)												
Листья (ср. за 7 л.)	11,12	0,30	2,63	0,49	0,14	1,35	0,10	0,12	0,04	1,80	5,17	6,97
Ветви (ср. за 4 г.)	8,72	0,07	3,22	0,20	0,07	0,29	0,05	0,04	0,02	0,69	4,00	4,69
Древесина (ср. за 4 г.)	0,78	0,03	0,48	0,07	0,02	0,14	0,01	0,01	0,02	0,32	0,78	1,20
Кора ствола (ср. за 3 г.)	12,09	0,19	4,46	0,27	0,06	0,18	0,04	0,06	0,08	0,70	5,34	6,04
Плоды (ср. за 2 г.)	5,82	0,06	0,61	0,16	0,12	1,66	0,12	0,05	0,03	1,39	2,81	4,20
Корни (ср. за 2 г.)	8,06	0,63	2,46	0,12	0,15	0,27	0,04	0,16	0,02	0,89	3,85	4,74
Орех (подрост)												
Листья	11,11	0,24	2,60	0,51	0,15	1,85	0,13	0,14	0,02	3,07	5,64	8,71
Ветви	8,95	0,08	2,66	0,33	0,09	0,90	0,05	0,06	0,01	0,74	4,18	4,92

Продолжение таблицы 5

Клен												
Листья	8,68	0,49	1,82	0,38	0,14	1,66	0,18	0,15	0,04	2,83	4,86	7,69
Ветви	5,53	0,18	1,32	0,20	0,11	0,89	0,06	0,07	0,02	0,90	2,85	3,75
Древесина	3,01	0,07	1,17	0,11	0,03	0,23	0,03	0,08	0,03	0,52	1,75	2,27
Яблоня												
Листья	11,05	0,26	2,15	0,47	0,15	1,89	0,16	0,18	0,04	2,36	5,30	7,66
Ветви	8,28	0,26	2,45	0,17	0,09	0,43	0,05	0,17	0,02	0,83	3,64	4,47
Древесина	2,26	0,03	0,78	0,05	0,01	0,19	0,02	0,07	0,02	0,56	1,17	1,73
Вишня												
Листья	10,47	0,23	2,00	0,65	0,18	1,97	0,15	0,13	0,02	2,90	5,33	8,23
Ветви	3,80	0,07	0,95	0,15	0,09	0,54	0,04	0,08	0,01	0,71	1,93	2,64
Древесина	1,97	0,03	0,45	0,23	0,03	0,16	0,02	0,04	0,02	0,42	0,98	1,40
Каркас												
Листья	20,31	2,02	4,77	0,37	0,17	1,31	0,16	0,18	0,05	2,56	9,03	11,59
Ветви	7,18	0,16	2,02	0,20	0,10	0,70	0,05	0,07	0,01	0,91	3,31	4,22
Древесина	4,39	0,08	1,72	0,09	0,02	0,16	0,02	0,08	0,03	0,54	2,20	2,74
Алыча												
Листья	11,81	0,32	1,87	0,45	0,11	3,18	0,27	0,24	0,04	2,65	6,48	9,13
Ветви	3,49	0,07	1,03	0,07	0,05	0,47	0,03	0,10	0,01	0,77	1,83	2,60
Древесина	1,76	0,04	0,60	0,05	0,02	0,18	0,02	0,05	0,02	0,41	0,98	1,39
Боярыш- ник												
Листья	10,81	0,31	2,45	0,43	0,14	1,75	0,16	0,15	0,03	2,07	2,42	7,49
Ветви	6,27	0,12	1,76	0,15	0,07	0,54	0,05	0,10	0,01	0,83	2,80	3,63
Древесина	3,07	0,04	1,09	0,09	0,01	0,14	0,02	0,07	0,02	0,65	1,48	2,13
Экзохорда												
Листья	11,10	0,77	1,98	0,35	0,23	2,01	0,21	0,23	0,04	3,08	5,82	8,90

Продолжение таблицы 5												
Ветви	2,49	0,24	0,49	0,05	0,10	0,43	0,04	0,13	0,02	1,02	1,50	2,52
Древесина	1,27	0,07	0,49	0,08	0,02	0,17	0,02	0,05	0,02	0,33	0,92	1,25
Жимолость												
Листья	10,32	0,29	2,19	0,47	0,14	1,86	0,20	0,14	0,03	2,02	5,32	7,34
Ветви	4,54	0,34	0,66	0,19	0,06	1,07	0,06	0,10	0,02	1,23	2,50	3,73
Древесина	1,36	0,02	0,34	0,09	0,02	0,16	0,03	0,05	0,02	0,38	0,73	1,11
Шиповник												
Листья	10,08	0,58	2,34	0,56	0,13	1,03	0,19	0,18	0,05	2,23	5,06	7,29
Ветви	3,19	0,09	0,74	0,17	0,05	0,42	0,04	0,07	0,01	0,78	1,59	2,37
Древесина	2,34	0,05	0,68	0,08	0,02	0,24	0,03	0,05	0,02	0,54	1,17	1,71
Кизильник привлекательный												
Листья	10,73	0,41	2,83	0,41	0,16	1,61	0,12	0,18	0,03	2,41	5,75	8,16
Ветви	4,15	0,17	1,02	0,17	0,08	0,41	0,04	0,09	0,01	0,83	1,99	2,82

Примечание. Для подроста ореха и остальных пород данные по листьям и ветвям за 2 года (1987, 1989),
древесине – за 1 год (1987).

Химический состав листьев, изменяясь в процессе роста и развития растений, наиболее динамичен в течение вегетационного периода (см. табл. 6). Остальные надземные органы в этом отношении более стабильны.

Сравнение химического состава взрослых деревьев ореха и его подростка показывает, что в более молодом дереве листья обогащены азотом, фосфором, калием. При сопоставлении элементного состава листьев ореха из разных высотных объектов обнаруживается закономерное снижение содержания в них главнейших биофильных элементов — азота, фосфора и калия от фитоценоза верхнего лесорастительного подпояса с черно-коричневыми почвами к среднему и нижнему подпоясам с черно-коричневыми почвами средней и малой мощности (табл. 5, 6). То же отмечено нами ранее (Самусенко В.Ф., Головина Р.Д., 1989).

В начале вегетации в листьях накапливается максимальное количество азота, фосфора и калия (см. табл. 6). Это, по-видимому, является непременным условием, обеспечивающим нормальный рост и развитие растений. В листьях ореха, произрастающего в верхней части лесного пояса, относительно меньше содержится кальция и магния, так как орех растет здесь на выщелоченных от карбонатов почвах. Следует отметить, что кальций и магний в условиях орехово-плодового массива Ферганы не являются лимитирующими для растений элементами ввиду насыщенности ими почвенно-грунтовой толщи. Иное положение с обеспеченностью фосфором, который относится к наиболее дефицитным макроэлементам в почвах Кыргызстана, как и в большинстве почв вообще. Даже в таких богатых почвах, как черно-коричневые, ощущается его недостаток (Самусенко В.Ф., Болдинская Р.А., 1988). Это сказывается на обеспечении фосфором ореха грецкого. Значительные количества фосфора в листьях ореха отмечаются лишь в мае (0,22-0,33%). В июле его концентрация (0,13-0,17%) ниже той, которая характерна для листьев большинства других лиственных пород летнего срока сбора (0,2-0,3 и до 0,5%). Это дает основание предположить, что обеспеченность ореха фосфором на

Таблица 6

Динамика химического состава различных частей дерева ореха грецкого,
% на в/с массу (1986 г.)

Часть дерева	№	Зольность					Si	
		V	VI	VII	VIII	IX	V	VI
Ур. Зиндан, 1940 м над ур. м.								
Листья	1	9,05	10,66	12,29	9,20	11,72	0,14	0,17
Ветви (с корой) диаметром 0,5-2 см	2	9,82		8,58	5,56	8,19	0,08	
Древесина (на высоте 1,3 м)	3			1,36				
Ур. Арал, 1435 м над ур.м.								
Листья	4	8,47	10,81	11,23	9,36	10,24	0,12	0,16
Ветви (с корой)	5	8,35		7,89	7,39	6,63	0,08	
Древесина	6			0,85				
Ур. Чарвак, 1200 м над ур.м.								
Листья	7	9,42	11,54	10,85	11,74	12,85	0,12	0,15
Ветви (с корой)	8	11,81		7,54	9,90	7,72	0,04	
Древесина	9			1,42				

№	Si			Ca					Mg		
	VII	VIII	IX	V	VI	VII	VIII	IX	V	VI	VII
1	0.18	0.20	0.32	1.23	2.15	2.80	2.01	3.21	0.37	0.40	0.49
2	0.07	0.02	0.05	3.03		2.67	1.22	2.57	0.20		0.20
3	0.07					0.45					0.14
4	0.28	0.22		1.41	2.15	2.57	2.42	3.19	0.38	0.41	0.56
5	0.05	0.05	0.04	2.87		2.57	2.34	1.93	0.12		0.15

Продолжение таблицы 6											
6	0.05					0.47					0.06
7	0.18	0.21	0.42	1.66	2.62	2.55	2.92	3.35	0.37	0.52	0.45
8	0.04	0.05	0.03	3.73		2.00	3.12	2.30	0.17		0.22
9	0.06					0.47					0.07

№	Mg		P					K			
	VIII	IX	V	VI	VII	VIII	IX	V	VI	VII	VIII
1	0,34	0,51	0,33	0,21	0,15	0,18	0,15	2,10	1,83	1,86	1,69
2	0,18	0,16	0,10		0,11	0,16	0,11	0,35		0,37	0,62
3					0,03					0,13	
4	0,44	0,52	0,23	0,22	0,17	0,16	0,11	1,59	1,97	1,16	0,81
5	0,20	0,23	0,07		0,09	0,09	0,10	0,28		0,31	0,41
6					0,02					0,08	
7	0,50	0,51	0,22	0,20	0,17	0,13	0,12	1,80	1,44	1,20	1,16
8	0,20	0,26	0,08		0,13	0,08	0,10	0,36		0,49	0,42
9					0,02					0,14	

№	K	Na					Fe				
	IX	V	VI	VII	VIII	IX	V	VI	VII	VIII	IX
1	0,91	0,23	0,22	0,16	0,12	0,08	0,11	0,14	0,07	0,07	0,12
2	0,27	0,10	0,03	0,04	0,05	0,03	0,05		0,03	0,04	0,05
3				0,07					не опр.		
4	0,64	0,23	0,30	0,15	0,07	0,06	0,11	0,13	0,08	0,09	0,06
5	0,27		0,03	0,03	0,04	0,02	не опр.		0,03	0,04	0,06
6				0,01					не опр.		
7	1,03	0,30	0,25	0,15	0,08	0,09	0,15	0,14	0,08	0,07	0,10
8	0,34	0,06		0,04	0,04	0,03	0,06		0,03	0,04	0,03
9				0,05					не опр.		

№	Al					N				
	V	VI	VII	VIII	IX	V	VI	VII	VIII	IX
1	0,08	0,08	0,05	0,09	0,11	3,10	2,49	2,14	1,88	1,46
2	0,04		0,06	0,07	0,06	0,86		0,81	0,84	0,94
3		не опр.						не опр.		
4	0,08	0,11	0,07	0,10	0,08	2,59	2,38	1,73	1,51	1,33
5	0,12		0,06	0,07	0,08	0,86		0,83		0,84
6		не опр.						не опр.		
7	0,11	0,10	0,06	0,09	0,12	2,46	2,02	1,66	1,38	1,16
8	0,06		0,06	0,06	0,05	0,77		0,86	0,83	0,94
9		не опр.						не опр.		

Таблица 7

Химический состав плодов ореха грецкого в ореховых лесах, % на а/с вещество

Часть плода	Зольность		Si		Ca		Mg		P		K	
	VIII*	X**	VIII	X	VIII	X	VIII	X	VIII	X	VIII	X
Ур.Зиндан												
Скорлупа	2,36	2,26	0,09	0,02	0,42	0,29	0,09	0,12	0,05	0,02	0,62	0,75
Ядро	3,59	2,87	0,07	0,02	0,32	0,28	0,25	0,28	0,33	0,27	1,04	0,55
Околоплодник	14,55	17,31	0,16	0,09	1,62	1,60	0,30	0,30	0,26	0,17	2,56	6,85
Среднее	6,83	7,48	0,10	0,04	0,78	0,72	0,21	0,23	0,21	0,15	1,40	4,11
Ур. Арал												
Скорлупа	1,68	2,10	0,07	0,04	0,25	0,39	0,09	0,02	0,05	0,02	0,40	0,50
Ядро	3,49	2,02	0,07	0,08	0,29	0,28	0,29	0,17	0,36	0,25	0,84	0,30
Околоплодник	12,01	16,85	0,14	0,06	0,94	1,50	0,27	0,29	0,11	0,07	2,47	6,10
Среднее	5,73	6,99	0,09	0,06	0,49	0,72	0,22	0,16	0,17	0,11	1,24	2,30
Ур.Чарвак												
Скорлупа	1,22	2,49	0,06	0,01	0,28	0,39	0,03	0,03	0,02	0,03	0,27	0,66
Ядро	2,98	1,81	0,06	0,07	0,25	0,25	0,26	0,20	0,33	0,23	0,79	0,25
Околоплодник	12,02	14,44	0,13	0,08	0,99	1,52	0,21	0,25	0,08	0,09	2,29	5,95
Среднее	5,41	6,24	0,08	0,05	0,51	0,72	0,17	0,16	0,14	0,11	1,05	2,28

* - Данные за август относятся к 1985 г.

** - Данные за октябрь – к 1988 г.

Продолжение таблицы 7

Часть плода	Na		Fe		Al		N		Сумма элементов			
	VIII	X	VIII	X	VIII	X	VIII	X	без N		с N	
									VIII	X	VIII	X
Ур. Зиндан												
Скорлупа	0,07	0,06	0,03	0,01	0,05	0,01	0,90	0,30	1,42	1,28	2,32	1,58
Ядро	0,17	0,09	0,12	0,01	0,04	0,01	4,44	4,15	2,34	1,51	6,78	5,66
Околоплодник	0,30	0,52	0,17	0,02	0,06	0,01	1,83	1,58	5,43	9,56	7,26	11,14
Среднее	0,18	0,21	0,10	0,01	0,05	0,01	2,39	2,01	3,06	4,12	5,45	6,13
Ур. Арал												
Скорлупа	0,03	0,04	0,08	0,02	0,03	0,02	0,91	0,44	1,00	1,05	1,91	1,49
Ядро	0,14	0,04	0,12	0,02	0,05	0,02	4,53	3,43	2,16	1,16	6,69	4,59
Околоплодник	0,33	0,27	0,12	0,03	0,05	0,03	1,45	1,28	4,43	8,36	5,88	9,64
Среднее	0,17	0,11	0,11	0,02	0,04	0,04	2,30	1,72	2,57	3,52	4,87	5,24
Ур. Чарвак												
Скорлупа	0,03	0,05	0,11	0,02	0,05	0,02	0,35	0,28	0,85	1,21	1,20	1,49
Ядро	0,09	0,03	0,06	0,02	0,03	0,02	2,57	3,31	1,87	1,07	4,44	4,38
Околоплодник	0,31	0,27	0,07	0,03	0,03	0,02	0,99	0,86	4,11	8,22	5,10	9,08
Среднее	0,14	0,11	0,08	0,02	0,04	0,02	1,30	1,48	2,21	3,47	3,51	4,95

Ферганском хребте не является оптимальной. Судя по нашим данным, условия калийного и азотного питания являются благоприятными для ореха, что подтверждается достаточным содержанием этих элементов в его листьях.

Выявлена определенная сезонная изменчивость химического состава листьев: к осени, по мере их старения, количество азота, фосфора и калия уменьшается в них в 2-2,5 раза в связи с перемещением в репродуктивные и запасные органы (стволы, ветви, корни). Это явление имеет важный биологический смысл для растений.

Содержание кальция, магния, кремния возрастает в осенних листьях, в связи с чем зольность их увеличивается от весны к осени. Все это подтверждает общую сезонную закономерность изменчивости химического состава листьев древесных пород (Родин Л.Е., Базилевич Н.И., 1965).

Высокую зольность имеет кора ствола, главным образом, за счет повышенного содержания кальция (см. табл. 5). В коре, по сравнению с листьями, количество калия уменьшается в 8-15 раз, азота и фосфора – в 3-4 раза. К осени происходит увеличение содержания фосфора, калия и азота в коре как органе резервного накопления этих элементов.

Ветви (с корой) отличаются от листьев заметно меньшим содержанием большинства зольных элементов и азота. Лишь содержание кальция, а в отдельные сроки - магния такое же, как и в листьях. Древесина имеет самые низкие показатели по содержанию всех химических элементов. Но при расчете запасов зольных элементов и азота в надземной фитомассе количество их оказывается самым значительным ввиду явного преобладания веса ствольной древесины в общей фитомассе биогеоценоза. В химическом составе корней преобладают те элементы, которые составляют главную массу почвы – кремний, кальций, железо, алюминий.

По количеству азота в листьях орех грецкий сходен с азотофиксатором – ольхой серой и разными видами лип (Лавриченко В.М., Иванова З.В., 1968). Фосфор в листьях ореха (см. табл. 6) находится в пределах, характерных для большинства лиственных пород, но несколько уступает

ясеню, буку, березе и ореху черному из США (Родин Л.Е., Базилевич Н.И., 1965). Следует подчеркнуть, что в химизме листьев ореха грецкого и ореха черного из США наблюдается большое сходство.

Зольность листьев сопутствующих пород на Зиндане изменяется в пределах 8-14%, на Арале – 8-11%, в Чарваке – 8,7-11,8% (каркас – 20,3%). Листья большинства сопутствующих ореху древесных и кустарниковых пород имеют зольность, равную 9-11%, т.е. близкую к ореху. Однако существуют и отклонения. Для клена характерна пониженная зольность во всех местообитаниях – 8,2-8,7%. Алыча выделяется повышенной зольностью листьев, составляющей не менее 11%. А самыми высокозольными породами являются каркас и смородина (13,9%).

В листьях смородины накапливается самое большое количество калия (3,7%) и натрия (0,3%). Относительно велико в них содержание азота (2,5%) и фосфора (0,25%). По обогащенности калием смородина и алыча не уступают травянистым растениям, в которых этот элемент является преобладающим.

Обогащены железом листья боярышника, шиповника, жимолости, рябины, смородины, алычи. Ряд накопления зольных элементов и азота в них имеет вид: $N \geq Ca > K > Mg > Si > Na \geq P = Fe > Al$. В листьях взрослых деревьев ореха кальций перемещается в этом ряду на первое место, поскольку его участие в химическом составе листьев является преобладающим.

Сравнение химического состава ореха и сопутствующих ему пород с аналогичными данными для деревьев, произрастающих на темно-серых лесных почвах Воронежской области и в дубравах лесостепи, на черноземах Заилийского Ала-Тау, показывает, что на более плодородных черно-коричневых почвах орехово-плодовых лесов листья большинства древесных пород содержат больше азота, фосфора, в ряде случаев – калия, а также других зольных элементов (Ремезов Н.П., Быкова Л.Н., Смирнова К.М., 1959;

Лавриченко В.М., Иванова З.В., 1968; Смирнов В.В., Семенова В.Г., 1974; Родионов Б.С., Аргимбаев Р.Ж. и др., 1974).

Обратимся к данным по химическому составу плодов ореха (см. табл. 7). Как видно, околоплодник отличается от других структурных частей плода высокой зольностью, равной 12-17%. Для околоплодника характерна обогатенность калием (до 6%) и натрием (0,3-0,5%). Очень невелико в нем количество кремния при повышенном содержании кальция, которого в околоплоднике заметно больше, чем в скорлупе и ядре. Значительно содержание в нем и азота.

В ядре зольные элементы присутствуют в небольших количествах, однако, в нем повышается доля органического вещества. Свидетельство тому – высокая концентрация азота в ядре, равная 3-3,8%. В зольном составе этой части плода заметную величину составляет фосфор, что также немаловажно для питательной ценности ореха.

Выявилась определенная закономерность в изменении химического состава плода по мере его созревания. От августа к октябрю в ядре снижается содержание ряда элементов – азота, фосфора и калия. В околоплоднике происходит накопление калия, концентрация которого к октябрю увеличивается в 2,5-2,7 раза.

В ряде работ (Лавриченко В.М., Журбицкий З.И., 1976; Бабурин А.Л., 1980) имеется указание на то, что в листовом аппарате растений существует экологически устойчивое соотношение $N + P + K = 100$, которое можно рассматривать как видовое генотипическое. В формуле вида по Н.И. Вавилову это соотношение должно выноситься за скобки как особый радикал, свойственный только конкретному виду. Полученные нами данные позволяют составить подобные соотношения для древесно-кустарниковых пород орехово-плодового пояса. Приводим показатели по основным древесным породам (табл. 8).

Таблица 8

Соотношение элементов питания в листьях древесных пород

Местонахождение	N	P	K
Орех грецкий			
Ур. Зиндан	56,0	5,0	39,0
Ур. Арал	57,4	3,7	38,9
Ур. Чарвак	54,7	4,3	41,0
Яблоня			
Ур. Зиндан	57,5	5,3	37,2
Ур. Арал	56,9	3,6	39,5
Ур. Чарвак	53,6	3,4	43,0
Клен			
Ур. Зиндан	61,5	6,0	32,5
Ур. Арал	62,0	4,5	33,5
Ур. Чарвак	61,1	3,0	35,9
Боярышник			
Ур. Зиндан	63,0	5,3	31,7
Ур. Арал	58,8	3,9	37,2
Ур. Чарвак	52,3	3,5	44,2
Алыча			
Ур. Зиндан	47,1	3,8	49,0
Ур. Арал	44,9	2,4	52,7
Ур. Чарвак	44,6	1,9	53,5

Существует определенная закономерность в соотношении основных элементов питания. Доля азота в нем для большинства пород составляет 52-63%, фосфора – 2-5,3%, калия – 32-44%. В ряду рассматриваемых пород алыча выделяется тем, что в соотношении элементов калий превалирует над азотом. Существует тенденция увеличения азота в данном соотношении у

растений от худших по почвенному плодородию условий их произрастания к лучшим.

На основании 10-летних наблюдений, проведенных в Канаде (Хина и Хилл, 1957 – цит. По Лавриченко В.М., 1976), найдено соотношение NPK для яблонь: $50,8 \pm 0,8 : 4,6 \pm 0,1 : 44,6 \pm 0,9$. Эти величины близки к тем, которые наблюдаются у яблони в наших условиях.

Для большинства пород (береза, осина, дуб, липа, ольха) из других регионов (Дальний Восток, США) доля участия фосфора в соотношении более высока, чем у растений нашего региона. Остановимся на основных особенностях химического состава травостоя (табл. 9).

Ярус травянистой растительности играет важную роль в биогеоценозе как активный, наиболее динамичный аккумулятор вещества и энергии. Величина общей зольности у многих травянистых растений выше, чем у листьев древесно-кустарниковых пород. Так, распространенная по всей высотной протяженности пояса недотрога – эдификатор высокополнотных лесов – имеет самую высокую зольность, равную 17,6-21%. Наибольшее количество химических элементов содержится в этом растении, произрастающем на самых плодородных почвах – в ур. Зиндан. Коротконожка, преобладающая в травяном покрове большинства типов ореховых лесов, в лучших почвенных условиях имеет более богатый химический состав. То же самое отмечено и для ежи сборной. Из злаков самым экологически приспособленным к условиям орехово-плодового пояса оказался мятлик, обнаруженный на всех трех пробных площадях. Он отличается устойчивой зольностью, которая в разных условиях обитания составляет 10-11%. Содержание азота в нем оказалось почти одинаковым во всех трех объектах, несмотря на разную обеспеченность почв азотом.

Наши данные свидетельствуют о том, что все злаки по сравнению с разнотравьем содержат в 5-10 (15) раз больше кремния, а кальция – в 2-4 раза меньше, что является отличительной их особенностью.

Таблица 9

Химический состав травянистой растительности, % на а/с вещество

Растение	Золь- ность	Si	Ca	Mg	P	K	Na	Fe	Al	N	Сумма элементов	
											без N	с N
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ур. Зиндан												
Разнотравье												
Сныть	15,57	0,26	1,71	0,35	0,15	3,82	0,26	0,17	0,05	1,69	6,77	8,46
Крапива	10,88	0,12	1,00	0,41	0,20	2,56	0,19	0,12	0,01	2,35	4,61	6,96
Гравилат	11,88	0,43	1,77	0,85	0,22	2,65	0,17	0,14	0,07	2,34	6,30	8,64
Герань	11,77	0,20	1,65	0,38	0,27	3,10	0,21	0,10	0,02	1,65	5,93	7,58
Морковник	15,03	0,17	2,00	0,31	0,29	4,39	0,17	0,07	0,02	1,39	7,42	8,81
Борщевик	15,14	0,14	1,61	1,04	0,15	4,43	0,40	0,05	0,01	1,32	7,83	9,15
Крестовник	12,05	0,31	1,20	0,95	0,18	2,83	0,20	0,17	0,02	1,48	5,86	7,34
Крапива	13,37	0,63	1,92	0,71	0,20	3,25	0,26	0,16	0,04	не опр.	7,17	
Ясменник	15,84	2,19	3,08	0,93	0,25	2,58	0,23	0,18	0,06	2,31	9,50	11,81
Недотрога	21,07	0,41	1,47	0,52	0,27	7,36	0,40	0,09	0,03	2,63	10,55	12,73

Продолжение таблицы 9

Буквица	15,43	0,74	2,84	0,34	0,20	3,86	0,27	0,25	0,04	0,02	8,54	10,56
Фиалка	18,06	1,60	4,04	0,98	0,21	3,89	0,71	0,13	0,10	1,67	11,16	12,83
Ожика	12,33	0,37	2,69	0,40	0,25	3,66	0,50	0,23	0,07	2,29	8,17	10,46
Пижма	8,37	0,49	1,36	0,27	0,15	1,63	0,20	0,13	0,02	не опр.	4,25	
Цицербита	13,64	0,27	1,96	0,42	0,23	3,86	0,29	0,74	0,02	не опр.	7,79	
Подмаренник	20,91	1,84	1,66	0,43	0,47	5,16	0,18	0,11	0,07	2,89	9,92	12,81
Сурепка	11,02	0,23	1,72	0,20	0,56	2,55	0,04	0,09	0,03	2,84	5,42	8,26
Синюха	10,39	0,36	0,93	0,36	0,23	2,83	0,20	0,12	0,03	2,09	5,06	7,15
Злаки												
Коротконожка	13,12	2,43	0,66	0,16	0,25	2,59	0,18	0,05	0,03	2,00	6,35	8,35
Полевица	12,00	1,84	0,72	0,18	0,12	2,40	0,24	0,12	0,02	1,10	5,64	6,74
Ежа	11,16	1,87	0,52	0,16	0,19	2,74	0,23	0,08	0,01	1,39	5,80	7,19
Мятлик	10,82	2,93	0,54	0,13	0,14	1,80	0,01	0,11	0,04	2,22	5,70	7,92
Бор	10,83	1,71	0,56	0,24	0,35	3,50	0,08	0,09	0,03	1,42	6,56	7,98
Ур. Арал												
Разнотравье												
Морковник	13,28	0,24	2,45	0,19	0,11	3,38	0,16	0,04	0,02	1,66	6,59	8,25

Продолжение таблицы 9

Коротконожка	12,40	3,47	0,73	0,19	0,13	2,09	0,10	0,01	0,03	1,76	6,75	8,51
Мятлик	10,01	2,39	0,69	0,12	0,17	1,72	0,09	0,05	0,02	2,05	5,26	7,30
Ежа	10,00	1,84	0,50	0,10	0,09	2,14	0,09	0,10	0,02	1,29	4,88	6,17
Бор	10,50	1,81	0,36	0,12	0,20	3,08	0,05	0,08	0,02	2,37	5,72	8,09
Ур. Чарвак												
Мятлик	10,26	2,16	0,84	0,15	0,21	2,67	0,02	0,02	0,10	2,27	6,17	8,44
Фиалка	13,79	0,40	1,76	0,38	0,24	3,93	0,25	0,11	0,07	2,49	7,14	9,63
Вероника	16,89	0,67	1,46	0,38	0,21	6,01	0,42	0,12	0,09	2,54	9,36	11,90
Осока	10,55	1,48	0,67	0,21	0,21	3,10	0,05	0,14	0,05	3,28	5,91	9,19
Клевер	12,79	0,29	1,67	0,27	0,30	4,16	0,20	0,10	0,05	2,82	7,33	10,15
Герань	10,89	0,31	1,87	0,60	0,36	3,17	0,08	0,23	0,08	1,67	6,70	8,37
Недотрога	17,78	0,54	1,86	0,64	0,26	5,64	0,26	0,10	0,07	1,88	9,37	11,25
Ромашечник	17,24	0,76	1,42	0,60	0,27	6,12	0,25	0,16	0,11	3,53	9,69	13,22
Мелисса	14,49	0,70	1,32	0,71	0,29	4,34	0,15	0,12	0,09	2,99	7,72	10,71
Гравилат	14,01	0,54	1,67	0,73	0,22	3,71	0,13	0,12	0,07	2,98	7,19	10,17
Тригонелла	11,03	0,45	1,75	0,69	0,26	2,42	0,12	0,21	0,09	3,12	5,99	9,11
Буквица	11,66	0,44	1,54	0,90	0,21	3,33	0,11	0,13	0,07	2,31	6,73	9,04

Сравнение химического состава травянистых растений из ореховых лесов и растений-доминантов луговой степи Центрально-Черноземного заповедника (Базилевич Н.И., Семенюк Н.В., 1986), произрастающих в сходных экологических условиях, показывает, что одни и те же растения (подмаренник, мятлик) более богаты зольными элементами и азотом в условиях орехово-плодовых лесов.

Ряд накопления химических элементов в травянистых растениях имеет такую последовательность: $K > N > Ca > Mg > Si > P > Na > Fe > Al$. Если в химическом составе древесных растений преобладают кальций и азот, то травянистые растения явно предпочитают калий, который в ряду накопления занимает первое место. Поскольку травянистая растительность имеет повышенную зольность, а в составе золы значительную долю составляют важнейшие биофильные элементы, и в связи с тем, что травяной опад полностью минерализуется за сезон, ее участие в биологическом круговороте веществ и поддержании почвенного плодородия является достаточно весомым.

ФОРМИРОВАНИЕ ЛЕСНЫХ ПОДСТИЛОК

Функционирование лесного биогеоценоза в значительной мере определяется запасом и свойствами лесной подстилки, от которой зависит направление почвообразовательного процесса, обеспеченность подвижными питательными веществами, термический и водный режим почв, защищенность их от эрозии, а также успех естественного возобновления под пологом леса и общая продуктивность насаждений в целом (Владыченский А.С., Розанов Б.Г., 1986; Зонн С.В., Урушадзе Т.Ф., 1974; Карпачевский Л.О., 1981; Сапожников А.П., 1984). Поскольку исходным материалом для формирования подстилок является лесной опад, рассмотрим вначале данные по годичной его массе.

По данным П.А. Летунова (1953), масса древесного опада к концу октября в ореховом лесу среднего высотного подпоояса достигает 7 т/га. Как

показали наблюдения А.И. Узолина (1980), общая годовая масса опада в различных типах орехового леса составляет 3394-4564 кг/га, причем наибольшие величины опада обнаружены в насаждениях с большей полнотой. Полученные нами величины лесного опада в целом согласуются с этими данными и составляют в разные годы от 2,9 до 6,5 т абсолютно сухого вещества на 1 га.

С древесно-кустарниковым опадом возвращается на поверхность почвы 290-377 кг зольных элементов и азота. Больше количество их характерно для Чарвака, где зафиксирована самая большая масса опада. Количественно преобладает кальций (121-157 кг), затем в убывающем порядке следует кремний (58-77 кг), азот (57-61 кг), калий (23-36 кг), магний, железо, алюминий, а в минимуме находится один из важнейших биофильных элементов – фосфор (3-3,9 кг). Это, наряду с относительно невысоким содержанием фосфора в листьях ореха, может свидетельствовать о недостаточном или, по крайней мере, не оптимальном обеспечении ореха фосфором. Для сравнения укажем, что в ореховых лесах с годичным опадом поступает в 2-2,5 раза меньше фосфора, чем в дубраве Воронежской области при почти одинаковом содержании в опаде остальных зольных элементов и азота (Ремезов Н.П., 1961).

По данным трехлетних наблюдений, масса травянистой растительности составляет на Зиндане 2515, на Арале – 1620, в Чарваке – 276 кг/га в абсолютно сухом весе. Из материалов Комплексной экспедиции АН СССР, проводившей исследования в Кыргызстане в 1944-1945 гг., следует, что отмершая часть надземной травянистой растительности под пологом ореховых лесов достигала 30-70 ц/га. Накопление такой большой массы травянистого опада можно объяснить тем, что в тот период, как отмечает П.А. Летунов (1953), на большей части территории плодовых лесов не производилось ни пастьбы скота, ни сенокошения. О динамике запасов лесных подстилок, их химическом составе и содержании в них зольных элементов и азота дают представление табл. 10, 11.

Таблица 10

Химический состав лесных подстилок, % на абсолютно сухое вещество (среднее за 1983-1986 гг.)

Срок взятия образ-ца	Золь- ность	Чистая зола	Si	Ca	Mg	P	K	Na	Fe	Al	Mn	N	Сумма элементов	
													без N	с N
Ур. Зиндан														
Май	21,45	14,20	1,02	3,83	0,27	0,15	0,12	0,04	0,28	0,25	0,07	2,13	6,03	8,16
Июль (август)	23,55	13,64	0,99	3,60	0,31	0,12	0,31	0,06	0,28	0,33	0,07	1,98	6,07	8,05
Октябрь	22,27	12,92	1,07	3,29	0,32	0,10	0,25	0,03	0,22	0,23	не опр.	1,85	5,51	7,36
Ур. Арал														
Май	22,95	14,82	1,01	4,03	0,32	0,14	0,17	0,04	0,30	0,26	0,08	1,81	6,35	8,16
Июль (август)	28,53	14,07	1,28	3,64	0,37	0,12	0,34	0,07	0,34	0,35	0,07	1,66	6,58	8,24
Октябрь	19,31	12,18	0,78	3,60	0,43	0,09	0,34	0,05	0,16	0,20	0,07	1,63	5,72	7,35
Ур. Чарвак														
Май	21,67	13,87	0,75	3,90	0,35	0,12	0,17	0,04	0,31	0,26	0,08	1,73	5,98	7,71
Июль (август)	24,45	13,85	0,90	3,70	0,38	0,10	0,28	0,05	0,27	0,29	0,07	1,62	6,04	7,66
Октябрь	23,60	13,96	0,77	3,61	0,44	0,08	0,41	0,05	0,23	0,26	0,07	1,54	5,92	7,46

Таблица 11

Динамика запаса зольных элементов и азота в лесных подстилках (среднее за 1983, 1985-1986 гг.),
кг/га на абсолютно сухое вещество

Срок взятия образца	Запас под- стил- ки т/га	Подсти- лочно- опад- ный коэф- фици- ент	Si	Ca	Mg	P	K	Na	Fe	Al	Mn	N	Сумма элементов	
													без N	с N
Ур. Зиндан														
Май	17,5	3,6	178,5	638,7	43,7	29,7	19,2	7,0	50,7	45,5	12,2	367,5	1025,0	1393,0
Июль	11,5	2,3	106,9	387,5	33,3	16,1	23,0	5,7	32,2	37,9	8,0	221,9	650,6	872,5
Октябрь	13,5	2,7	144,4	459,0	40,5	16,2	40,5	5,4	36,4	41,8	9,4	249,7	793,6	1043,0
Возврат в почву от мая к июлю (34,3% от запаса подстилки в мае)														
	6,0		61,2	219,1	15,0	10,2	6,6	2,4	17,4	15,6	4,2	126,0	351,6	477,6
Ур. Арал														
Май	9,7	2,0	99,9	381,2	30,1	14,5	13,6	3,4	32,0	27,2	7,8	183,3	609,7	793,0
Июль	6,6	1,3	86,5	247,5	26,4	8,6	15,8	4,0	23,1	26,4	4,6	115,5	442,9	558,4

Продолжение таблицы 11

Октябрь	7,0	1,4	54,6	263,9	28,7	8,4	28,0	4,9	14,7	18,9	4,9	114,7	427,0	541,1
Возврат в почву от мая к июлю (31,9% от запаса подстилки в мае)														
	3,1		31,9	121,6	9,6	4,6	4,3	1,1	10,2	8,7	2,5	58,5	194,5	253,0
Ур. Чарвак														
Май	9,2	2,4	66,2	347,8	35,0	12,0	14,7	3,7	30,4	24,8	7,4	167,4	542,0	709,4
Июль	6,5	1,7	49,4	241,8	26,6	6,5	16,2	3,2	19,5	20,1	4,5	107,9	387,8	495,7
Октябрь	6,8	1,8	52,4	255,0	29,9	6,8	26,5	4,1	19,0	22,4	4,8	104,7	420,9	525,6
Возврат в почву от мая к июлю (29,3% от запаса подстилки в мае)														
	2,7		19,4	101,9	10,2	3,5	4,3	1,1	8,9	7,3	2,2	49,0	158,8	207,8

* - Среднее за 6 лет наблюдений

В отличие от хвойных лесов Тянь-Шаня, где из-за холодного климата и специфики опада растительные остатки разлагаются медленно, консервируются и образуют подстилки большой мощности (Самусенко В.Ф., 1965; Второва В.Н., 1975; Головина Р.Д., 1989), в орехово-плодовых лесах Юго-западного Тянь-Шаня влажные и теплые условия весенне-раннелетнего периода благоприятствуют процессам деструкции и разложения растительных остатков. Если подстильно-опадные коэффициенты (отношение массы подстилки к массе опада) в хвойных лесах равны 17-25, то в орехово-плодовых лесах они в 10 раз меньше. В отдельные периоды подстильно-опадные коэффициенты (ПОК) становятся заметно ниже тех, которые характерны для большинства лиственных лесов, где они равны 2-5. Весною, до начала интенсивного разложения подстилки, ПОК выражается большей величиной. От весны к лету он снижается на верхней границе лесного пояса с 3,6 до 2,3, в среднем и нижнем подпоясах – с 2 до 1,3; с 2,4 до 1,7 соответственно.

Существует мнение, что оптимальные условия для жизни леса создаются при запасах подстилки, равных 20-30 т/га (Кылли Р.К., 1981). Такая масса органического вещества скапливается на поверхности почв ореховых лесов весною только в верхней части лесного пояса. Лесная подстилка, ввиду ее интенсивного разложения, не представляет собой достаточно выраженного образования, подразделяющегося на подгоризонты с различной степенью разложения. Она покрывает почву рыхлым слоем мощностью 1,5-2 см. Но в местах, где выпасают скот, целостность лесной подстилки нарушена. Чаще всего это наблюдается в нижней части пояса орехово-плодовых лесов. Органическое вещество при пастьбе не только размельчается, но и сбивается, сносится вниз по склону, оголяя поверхность почвы. Тем самым лесная почва лишается верхнего органического горизонта, от которого зависит и плодородие почв, и защитная роль леса в целом. Пастьба скота и сенокошение, проводимые в ореховых лесах практически повсеместно, недопустимы не только в связи с тем, что губят естественное

возобновление, но и потому, что уничтожают травостой и лесную подстилку, нарушая тем самым режим лесного биогеоценоза и его устойчивость.

Ореховые подстилки характеризуются таким рядом накопления химических элементов: $Ca > N > Si > Mg > Al = Fe > K > P > Na = Mn$.

По данным Л.Е. Родина, Н.И. Базилевич (1965), для лиственных лесов в ряду накопления элементов главная роль принадлежит азоту, затем следует кальций, кремний, алюминий. В условиях ореховых лесов на первое место среди химических элементов в лесных подстилках выступает кальций. Обогащенность кальцием почвенно-грунтовой толщи Ферганского хребта обуславливает высокое его содержание в растущих частях орехового дерева, лесном опаде и, наконец, в подстилке. Таким образом, геохимические циклы миграции в биологическом круговороте здесь определяют Ca, N, Si, Mg.

Запас зольных элементов и азота в подстилке, соответственно общим ее запасам, самый высокий весной. Затем следует период активного разложения, в течение которого убыль в массе подстилок составляет на Зиндане 34,4%, на Арале – 31,9, в Чарваке – 29,3%. Таким образом, интенсивность летнего разложения подстилок постепенно снижается от верхней к нижней границе лесного пояса, по мере нарастания сухости. За 2 месяца (от мая к июлю) из подстилки высвобождается в верхнем подпоясе 478 кг/га зольных элементов и азота, в среднем и нижнем – 253-208 кг/га. Содержание водно-растворимого органического вещества в лесных подстилках варьирует в пределах 1,68-6,52%.

Образующийся в процессе разложения ореховых подстилок водно-растворимый гумус составляет 0,71-1,35 (к массе подстилки) на Зиндане, 0,81-2,49 – на Арале, 0,91-3,29 – в Чарваке.

Водно-растворимые вещества гумуса, как наиболее подвижные, играют первостепенную роль в процессах оструктурирования почв, питания растений и микроорганизмов. При этом обнаружена прямая корреляция между количеством водно-растворимого гумуса и числом микроорганизмов

(Степанов И.Н., Масудов Х.С., 1978). На способность растений усваивать водно-растворимые гумусовые вещества указывали А.А. Роде (1955) и И.В. Александрова (1983).

Актуальная реакция (рН) водной вытяжки из подстилок во всех объектах колеблется в пределах нейтральных слабощелочных значений.

Таким образом, процесс разложения лесных подстилок в ореховых лесах сопровождается образованием значительного количества водно-растворимого органического вещества, богатого подвижным гумусом и отличающегося оптимальной реакцией среды. Подстилочный субстрат благоприятен для развития лесного почвообразовательного процесса и жизни лесной биоты в целом.

ЗАПАС ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ФИТОМАССЕ

В табл. 12-14 приводятся данные по количеству химических элементов, содержащихся в ореховом древостое и сопутствующих породах, подросте, подлеске, травянистой растительности, а также в фитомассе всех ярусов растительности ореховых фитоценозов в целом. Последняя (суммарная) величина характеризует емкость биологического круговорота в биогеоценозах ореха, типичных для верхнего, среднего и нижнего лесорастительных подпоясов.

Исходной величиной для определения запасов зольных элементов и азота в фитоценозе и отдельных структурных его компонентов является количество заключенной в них биомассы (органического вещества). Чтобы оценить запасы фитомассы в ореховых насаждениях, сопоставим их с аналогичными данными для других регионов.

Показатели по Аралу (182,2 т/га) сравнимы с соответствующими данными по лесостепным дубравам (Мина В.Н., 1955), поскольку пояс орехово-плодовых лесов, особенно его средняя часть, характеризуется как горная лесостепь (Лавренко Е.М., Соколов С.Я., 1949).

Таблица 12

Количество химических элементов в фитомассе ореховых древостоев, кг/га на абс. сух. вещество

Компонент фитомассы	Фитомасса, т/га	Si	Ca	Mg	P	K	Na	Fe	Al	N	Сумма элементов	
											без N	с N
Ур. Зиндан												
Листья	2,1	4,70	51,28	9,40	4,70	36,33	2,35	2,35	1,07	52,14	112,18	164,32
Древесина с корой	88,0	60,66	920,6	95,88	23,60	92,71	13,29	23,60	20,60	355,8	1251,0	1607,0
Ветви	35,3	17,64	1044,14	77,61	31,75	116,41	17,64	21,16	7,05	278,7	1333,0	1612,0
Плоды ореха грецкого	0,16	0,11	1,20	0,35	0,28	3,34	0,30	0,08	0,05	3,52	5,71	9,23
Всего	125,6	83	2017	183	60	249	34	47	29	690	2702	3392
Ур. Арал												
Листья	2,8	7,69	74,38	12,82	3,99	41,89	3,70	2,85	1,14	61,84	148,46	210,30
Древесина с корой	129,8	104,53	1391,15	128,94	34,42	173,26	17,20	19,32	30,19	514,83	1899,01	2413,84

Продолжение таблицы 12

Ветви	49,5	44,52	1271,45	113,78	44,52	178,10	24,73	19,78	9,89	440,30	1706,77	2147,07
Плоды ореха грец- кого	0,10	0,07	0,60	0,19	0,14	1,77	0,14	0,06	0,04	2,01	3,01	5,02
Всего	182,2	157,00	2737,0	256,0	83,0	395,0	46,0	42,0	41,0	1019,0	3757,0	4776,0
Ур. Чарвак												
Листья	0,9	2,60	22,80	4,25	1,21	11,70	0,86	1,04	0,34	15,60	44,82	60,42
Древе- сина с корой	18,9	11,03	224,05	19,94	5,11	27,82	2,89	3,55	5,79	73,26	300,18	373,44
Ветви	6,5	4,59	211,13	13,11	4,59	19,01	3,28	2,62	1,31	45,24	259,65	304,89
Плоды ореха грец- кого	0,07	0,04	0,46	0,12	0,09	1,26	0,09	0,03	0,02	1,05	2,11	3,16
Всего	26,4	18,0	459,0	38,0	11,0	60,0	7,0	7,0	7,0	135,0	607,0	742,0

Таблица 13

Количество азота и зольных элементов в надземной фитомассе травянистой растительности,
кг/га абс. сух. вещества

Растение	Фито- масса	Si	Ca	Mg	P	K	Na	Fe	Al	N	Сумма элементов	
											без N	с N
Ур. Зиндан												
Коротконожка	591,1	14,36	3,90	0,95	1,48	3,37	1,06	0,29	0,18	11,82	25,59	37,41
Крестовник	490,4	1,52	5,88	4,67	0,88	13,88	0,98	0,83	0,10	7,26	28,74	36,00
Борщевик	291,7	0,41	4,70	3,03	0,44	12,92	1,17	0,15	0,03	3,85	22,85	26,70
Герань	231,4	0,46	3,82	0,88	0,62	7,17	0,49	0,23	0,05	3,82	13,72	17,54
Морковник	169,5	0,28	3,27	0,51	0,47	7,18	0,28	0,11	0,03	2,27	12,13	14,40
Недотрога	145,9	0,60	2,14	0,76	0,39	10,74	0,58	0,13	0,04	3,18	15,38	18,56
Щавель	145,9	0,45	1,75	1,39	0,26	4,13	0,30	0,25	0,03	2,16	8,56	10,72
Бор	103,1	1,76	0,58	0,25	0,36	3,61	0,08	0,09	0,03	1,46	6,76	8,22
Мятлик	95,6	2,80	0,52	0,12	0,13	1,72	0,01	0,11	0,04	2,12	5,45	7,57
Полевица	90,5	1,67	0,65	0,16	0,11	2,17	0,22	0,11	0,02	1,00	5,11	6,11

Продолжение таблицы 13

Ежа	88,0	1,65	0,46	0,14	0,17	2,41	0,20	0,07	0,01	1,22	5,11	6,33
Гравилат	25,2	0,11	0,45	0,21	0,06	0,67	0,04	0,04	0,02	0,59	1,60	2,19
Крапива	15,1	0,10	0,18	0,11	0,03	0,49	0,04	0,02	0,01		0,98	
Осока	15,1	0,37	0,10	0,02	0,04	0,39	0,03	0,01	0,005	0,30	0,965	1,265
Пижма	7,5	0,04	0,10	0,02	0,01	0,12	0,02	0,01	0,002		0,322	
Подмаренник	7,5	0,14	0,12	0,03	0,04	0,39	0,01	0,01	0,005	0,22	0,745	0,965
Буквица	5,0	0,04	0,14	0,02	0,01	0,19	0,01	0,01	0,002	0,14	0,422	0,562
Лук	2,5	0,006	0,02	0,003	0,004	0,03	0,003	0,004	0,001	0,05	0,071	0,121
В с е г о	2515,0	26,766	28,78	13,273	5,504	71,58	5,523	2,474	0,605	41,46	154,505	194,663
Ур. Арал												
Коротконожка	1040,04	36,08	7,60	1,98	1,35	21,74	1,04	1,46	0,31	18,31	71,56	89,87
Ежа	42,12	0,78	0,21	0,04	0,04	0,90	0,04	0,04	0,01	0,54	2,06	2,60
Мятлик	30,78	0,74	0,21	0,04	0,05	0,53	0,03	0,02	0,01	0,63	1,63	2,26
Бузульник	200,88	1,19	4,96	0,58	0,22	9,34	0,46	0,38	0,14	3,44	17,27	20,71
Крестовник	134,46	0,79	3,32	0,39	0,15	6,25	0,31	0,26	0,09	2,30	11,56	13,86
Гравилат	55,08	0,29	0,99	0,41	0,09	1,35	0,06	0,04	0,02	0,97	3,25	4,22

Продолжение таблицы 13

Сныть	37,26	0,09	0,53	0,09	0,06	1,78	0,08	0,02	0,01	0,75	2,66	3,41
Лютик	22,68	0,09	0,37	0,06	0,02	0,54	0,03	0,03	0,01	0,48	1,15	1,63
Мелисса	16,20	0,08	0,23	0,06	0,03	0,47	0,02	0,02	0,01	0,29	0,92	1,21
Пахучка	9,72	0,02	0,27	0,04	0,02	0,14	0,004	0,004	0,003	0,39	0,501	0,891
Подмаренник	6,48	0,08	0,11	0,01	0,01	0,21	0,004	0,006	0,003	0,11	0,433	0,543
Лук	6,48	0,01	0,06	0,008	0,01	0,08	0,006	0,01	0,002	0,12	0,186	0,306
Осока	6,48	0,22	0,05	0,01	0,01	0,14	0,006	0,001	0,002	0,11	0,439	0,549
Недотрога	4,86	0,02	0,07	0,02	0,01	0,27	0,01	0,005	0,003	0,13	0,408	0,538
Фиалка	3,24	0,01	0,06	0,02	0,006	0,15	0,01	0,003	0,001	0,11	0,26	0,37
Ромашечник	1,62	0,001	0,02	0,005	0,003	0,04	0,001	0,003	0,001	0,03	0,074	0,104
Душица	1,62	0,004	0,04	0,006	0,003	0,02	0,001	0,001	0,001	0,07	0,076	0,146
В с е г о	1620	40,50	19,1	3,769	2,082	43,95	2,112	2,303	0,626	28,78	114,437	143,217
Ур. Чарвак												
Тимофеевка	2,6	0,05	0,02	0,003	0,005	0,06	0,0005	0,0005	0,002	0,65	0,141	0,19
Марь	22,0	0,16	0,31	0,13	0,05	1,34	0,05	0,03	0,02	0,77	2,09	2,86
Гравилат	7,0	0,03	0,11	0,05	0,01	0,25	0,009	0,008	0,004	0,20	0,47	0,67

Продолжение таблицы 13

Крестоцветное	9,0	0,06	0,12	0,05	0,02	0,55	0,02	0,01	0,009	0,31	0,84	1,15
Пахучка	16,2	0,07	0,28	0,11	0,04	0,39	0,01	0,03	0,01	0,50	0,94	1,44
Вероника	45,7	0,30	0,66	0,17	0,09	2,74	0,19	0,05	0,04	1,16	4,24	5,40
Осока	5,9	0,08	0,03	0,01	0,01	0,18	0,002	0,008	0,002	0,19	0,32	0,51
Недотрога	39,0	0,21	0,72	0,24	0,10	2,19	0,10	0,03	0,02	0,73	3,61	4,34
Фиалка	22,6	0,09	0,03	0,08	0,05	0,88	0,05	0,02	0,01	0,56	1,21	1,77
Сныть	9,6	0,02	0,13	0,02	0,01	0,45	0,02	0,005	0,002	0,19	0,66	0,85
Ромашечник	55,2	0,41	0,78	0,33	0,14	3,37	0,13	0,08	0,06	1,94	5,30	7,24
Мелисса	29,3	0,20	0,38	0,20	0,08	1,27	0,04	0,03	0,02	0,87	2,22	3,09
Клевер	20,8	0,06	0,34	0,05	0,06	0,86	0,04	0,02	0,01	0,58	1,44	2,02
Разное	8,2	0,03	0,12	0,07	0,01	0,27	0,009	0,01	0,005	0,18	0,52	0,70
В с е г о	293,1	1,77	4,03	1,51	0,67	14,80	0,68	0,34	0,21	8,23	24,01	32,24

Таблица 14

Количество химических элементов в фитоценозе орехового биогеоценоза,
кг/га абс. сух. вещества

Компонент фитоценоза	Фито- масса, т/га	Si	Ca	Mg	P	K	Na	Fe	Al	N	Сумма элементов	
											без N	с N
Ур. Зиндан												
Орех и сопутствующие породы	133,6	88,73	2087,53	194,89	64,82	275,21	37,32	53,57	30,17	744,14	2832,24	3576,38
Подрост	0,2	0,15	2,40	0,35	0,28	0,81	0,11	0,14	0,02	1,64	4,26	5,90
Подлесок	0,2	0,13	1,65	0,25	0,15	0,96	0,15	0,19	0,04	2,15	3,52	5,67
Травянистая растительность	2,5	26,76	28,78	13,27	5,51	71,58	5,52	2,47	0,61	41,46	154,51	195,96
И т о г о	136,5	116	2120	209	71	348	43	56	31	789	2994	3783
Ур. Арал												

Продолжение таблицы 14

Орех и сопутствующие породы	184,1	158,12	2755,47	269,34	83,75	399,94	46,75	43,58	41,55	1031,54	3798,5	4830,04
Подрост	0,2	0,16	2,43	0,33	0,12	0,91	0,14	0,26	0,29	1,53	4,64	6,17
Подлесок	3,5	2,71	40,37	5,70	1,44	10,29	2,37	4,31	0,61	22,54	67,81	90,35
Травянистая растительность	1,6	40,50	19,10	3,77	2,08	43,95	2,11	2,30	0,63	28,78	114,44	143,22
И т о г о	189,4	202	2817	279	87	455	51	51	43	1084	3985	5069
Ур. Чарвак												
Орех и сопутствующие породы	35,4	25,33	561,73	48,09	14,10	87,18	9,88	14,83	9,20	196,55	770,34	966,89
Подрост	0,2	0,14	2,31	0,21	0,05	0,81	0,05	0,12	0,02	1,39	3,71	5,10
Подлесок	1,1	1,03	11,20	1,14	0,43	5,10	0,42	0,85	1,03	8,17	21,20	29,37
Травянистая растительность	0,3	1,77	4,03	1,51	0,67	14,80	0,68	0,34	0,21	8,23	24,01	32,24
И т о г о	37,0	28	579	51	15	108	11	16	11	214	819	1033

В ореховом насаждении верхнего подпояса (ур. Зиндан), продуктивность которого оценивается III классом бонитета, надземная фитомасса древостоя соответственно ниже (125,6 т/га).

В Чарваке (нижняя граница леса) ореховый древостой имеет невысокую полноту и значительно меньший средний возраст, чем в двух других объектах (70 лет), поэтому производимая насаждением фитомасса намного ниже – 26,4 т/га.

В обзорной работе А.И. Уткина (1975), посвященной биологической продуктивности лесов, приведены данные для всех природных зон нашей страны и зарубежных континентов. По биологической продуктивности орехово-плодовые леса Тянь-Шаня сопоставимы с липняками подзоны широколиственно-хвойных лесов, где запасы фитомассы надземной части древостоя составляют 174 т/га, с буковыми лесами Грузии (запасы надземной фитомассы в спелых насаждениях от 100-150 до 250-400 т/га), грабовыми дубравами Молдавии (в 93-летнем возрасте надземная фитомасса равна 196 т/га), снытевыми дубравами Украины. В целом орехово-плодовые леса можно отнести к среднепродуктивным насаждениям.

В древостое на Зиндане заключено 3392 кг/га химических элементов, причем на долю азота падает 690 кг/га. На Арале запасы их самые высокие – 4776 кг/га, из которых 1019 кг приходится на азот. В Чарваке невысокий запас фитомассы орехового древостоя обусловил намного меньший запас в нем химических элементов – 742 кг/га, среди которых азот составляет 135 кг. Как видно, азот в общей сумме химических элементов на Зиндане и Арале составляет пятую часть, а в Чарваке – шестую, что согласуется с обеспеченностью почв этих местообитаний доступными формами азота.

Масса травянистой растительности в верхнем лесорастительном подпоясе в 1,5 раза выше, чем в среднем, и в 8 раз больше, чем в нижнем. Соответственно неодинаков и запас в ней химических элементов – 196 кг/га (азота 41,5 кг) на Зиндане, 143,2 кг/га (азота 28,8 кг/га) на Арале, 32,2 кг/га (8,2 кг азота) в Чарваке.

На долю травянистой растительности приходится 2,8-5,1% от запаса химических элементов, заключенных во всех живых растительных компонентах фитоценоза.

В целом все ярусы орехового фитоценоза верхнего подпояса, создавая суммарную массу 136,5 т/га, накапливают 3783 кг/га химических элементов, из которых на долю азота приходится 789 кг/га. В среднем лесорастительном подпоясе общая фитомасса в биогеоценозе составляет 189,4 кг/га, в ней заключено 5069 кг/га химических элементов, в том числе азота 1084 кг.

Для нижнего лесорастительного подпояса характерна значительно меньшая фитопродуктивность орехового биогеоценоза: он продуцирует 37 т/га живого органического вещества, в массе которого содержится 1033 кг/га химических элементов вместе с азотом (азот – 214 кг). Количество азота в общей сумме химических элементов, содержащихся в фитомассе, составляет примерно пятую часть во всех трех биогеоценозах. Для сравнения укажем, что в ельнике Московской области (Второва В.Н., 1982) при фитомассе надземных органов, близкой по массе к ореховым насаждениям Арала –

182 т/га, в обмен веществ вовлечено 3970 кг/га зольных веществ и азота, т.е. на 1100 кг меньше. Как свидетельствуют Н.Д. Кожевникова, В.Н. Второва (1988), емкость биологического круговорота веществ в горных ельниках Тянь-Шаня с максимальным накоплением надземной фитомассы 224 т/га определяется величиной, равной 3571 кг/га. В уже упомянутых буковых лесах Болгарии с биомассой букового насаждения в 517 т/га накапливается 3457 кг/га зольных элементов и азота. Следовательно, орехово-плодовые леса Тянь-Шаня вовлекают в биологический круговорот веществ значительно большую массу химических элементов.

ИНТЕНСИВНОСТЬ БИОЛОГИЧЕСКОГО КРУГОВОРОТА ВЕЩЕСТВ

Об интенсивности биологического круговорота веществ дают представление показатели годичного потребления химических элементов всеми ярусами биогеоценоза (табл. 15).

Поток биологической миграции веществ, идущий на ежегодный прирост, распределяется в фитоценозах следующим образом. Вся древесно-кустарниковая растительность, в составе которой господствует орех грецкий, потребляет на Зиндане 289 кг/га зольных элементов и азота, на Арале – 319 кг/га, в Чарваке – 215 кг/га. Азот в общем потреблении элементов составляет третью часть на Арале и Зиндане, четвертую часть – в Чарваке.

Заметное участие в годичном потреблении химических элементов принимает травянистая растительность. На Зиндане доля ее в этом процессе наиболее велика – 40%. На Арале количество химических элементов в общем годичном потреблении, приходящееся на травянистую растительность, снижается до 31%, в Чарваке – до 13%. Участие азота в общем ежегодном потреблении химических элементов травянистой растительностью таково же, что и ореха – пятая часть от общей их суммы.

В отношении годичного опада выявилась следующая закономерность: наибольшая его масса обнаружена в фитоценозе на нижнем высотном пределе произрастания (Чарвак). Помимо естественных причин опада здесь имеет место антропогенное влияние – обламывание вегетативных частей, главным образом, кустарниковых пород при пастьбе скота, а также при вырубке подлеска местным населением. Древесно-кустарниковый опад здесь более значительный, чем на других пробных площадях, и составляет 4814,4 т/га, вместе с травянистой растительностью – 5107,5 т/га, причем доля травянистой растительности в общем опаде очень велика – 5,4%. Масса древесно-кустарникового опада на Арале несколько меньшая – 4621 кг/га, но здесь увеличивается опад травянистой растительности, составляющий 26%

Таблица 15

Потребление химических элементов на годичный прирост и возврат их с годичным опадом,
кг/га абс. сух. вещества

Растительный компонент	Текущий прирост	Химические элементы									Сумма элементов	
		Si	Ca	Mg	P	K	Na	Fe	Al	N	без N	с N
Ур. Зиндан												
Орех грецкий	2887	5,66	83,15	11,67	7,08	55,06	3,69	0,71	1,35	84,92	168,37	253,29
в т.ч. плоды	160	0,16	1,25	0,37	0,34	4,46	0,34	0,16	0,08	3,82	7,16	10,98
Яблоня киргизов	104	0,15	1,80	0,21	0,18	0,96	0,12	0,12	0,02	1,80	3,56	5,36
Клен туркест.	431	1,26	6,73	1,22	1,00	4,17	0,44	0,47	0,11	7,74	15,40	23,14
Вишня магалеб.	4,6	0,01	0,14	0,03	0,01	0,07	0,01	0,006	0,001	0,10	0,30	0,40
Жимолость	38	0,08	0,70	0,15	0,17	0,57	0,06	0,07	0,01	1,24	1,81	3,05
Подрост	27,5	0,07	0,72	0,11	0,09	0,39	0,05	0,03	0,01	0,76	1,47	2,23
Подлесок	23,7	0,06	0,45	0,11	0,07	0,51	0,05	0,04	0,01	0,65	1,30	1,95
Итого древесно-кустарниковая растительность	3516	7,29	93,72	13,53	8,60	61,73	4,39	1,44	1,52	97,21	192,21	289,43
Травянистая растительность	2515	26,76	28,78	13,27	5,51	71,58	5,52	2,47	0,61	41,46	154,51	195,96
Всего	6031	34,05	122,50	26,80	14,11	133,31	9,91	3,91	2,13	138,67	346,72	485,39

Продолжение таблицы 15

Возврат химических элементов с опадом (сред. за 3 года)												
Древесно-кустарниковая растительность	3659	60,2	120,7	12,3	3,9	22,7	1,7	5,7	6,1	56,8	233,3	290,1
Травянистая растительность	2515	26,76	28,78	13,27	5,51	71,58	5,52	2,47	0,61	41,46	154,51	195,96
В с е г о	6174	86,96	149,48	25,57	9,41	94,28	7,22	8,17	6,71	98,26	387,80	486,06
Ур. Арал												
Орех грецкий	3593	9,59	105,30	13,68	5,63	56,91	4,72	1,15	1,33	88,09	198,31	286,40
в т.ч. плоды	100	0,09	0,72	0,22	0,17	2,30	0,17	0,11	0,04	2,30	3,82	6,12
Яблоня киргизов	53	0,11	0,83	0,17	0,05	0,51	0,06	0,07	0,01	0,82	1,81	2,63
Боярышник понт.	40	0,11	0,63	0,10	0,05	0,38	0,06	0,06	0,01	0,69	1,40	2,09
Вишня магалеб.	48	0,11	0,85	0,18	0,06	0,66	0,07	0,05	0,01	1,02	1,99	3,01
Подрост	34	0,12	0,91	0,17	0,07	0,59	0,07	0,06	0,01	1,08	2,00	3,08
Подлесок	288	1,00	4,54	0,87	0,36	7,28	0,63	0,46	0,07	6,79	15,21	22,00
Итого древесно-кустарниковая растительность	4056	11,04	113,06	15,17	6,22	66,33	5,61	1,85	1,44	98,49	220,72	319,21

Продолжение таблицы 15

Травянистая растительность	1620	40,50	19,10	3,77	2,08	43,95	2,11	2,30	0,63	28,78	114,44	143,22
В с е г о	5676	51,54	132,16	18,94	8,30	110,28	7,72	4,15	2,07	127,27	335,16	462,43
Возврат химических элементов с опадом (средн. за 5 лет)												
Древесно-кустарниковая растительность	4621	58,16	147,12	15,85	3,10	36,48	3,98	6,96	6,20	59,55	277,85	337,40
Травянистая растительность	1620	40,50	19,10	3,77	2,08	43,95	2,11	2,30	0,63	28,78	114,44	143,22
В с е г о	6241	98,66	166,22	19,62	5,18	80,43	6,09	9,26	6,83	88,33	392,29	480,62
Ур. Чарвак												
Орех грецкий	3159	5,16	75,26	7,93	2,87	19,68	2,04	0,84	1,23	35,16	115,01	150,17
в т.ч. плоды	76	0,05	0,46	0,12	0,09	1,26	0,09	0,04	0,02	1,06	2,13	3,19
Яблоня киргизов	679	1,33	11,48	1,56	0,61	5,43	0,54	0,97	0,20	8,40	22,12	30,52
Клен туркест.	36	0,10	0,55	0,07	0,04	0,27	0,03	0,05	0,02	0,47	1,13	1,60
Боярышник понт.	272	0,41	4,42	0,54	0,18	2,06	0,20	0,29	0,06	3,20	8,16	11,36
Вишня магалеб.	176	0,21	1,89	0,66	0,20	1,48	0,11	0,15	0,04	2,25	4,74	6,99
Каркас кавказ.	21	0,23	0,62	0,04	0,03	0,15	0,01	0,02	0,01	0,27	1,11	1,38

Продолжение таблицы 15

Подрост	35,9	0,11	0,77	0,12	0,06	0,51	0,05	0,05	0,01	0,72	1,68	2,40
Подлесок	187,5	0,68	3,01	0,57	0,19	2,74	0,25	0,30	0,06	2,86	7,80	10,66
Итого древесно-кустарниковая растительность	4566,4	8,23	98,00	11,49	4,18	32,32	3,23	2,67	1,63	53,33	161,75	215,08
Травянистая растительность	293,1	1,77	4,03	1,51	0,67	14,80	0,68	0,34	0,21	8,23	24,01	32,24
В с е г о	4859,5	10,00	102,03	13,00	4,85	47,12	3,91	3,01	1,84	61,56	185,76	247,32
Возврат химических элементов с опадом (средн. за 5 лет)												
Древесно-кустарниковая растительность	4814,4	76,72	156,71	20,41	3,08	35,97	4,51	10,75	7,54	61,63	315,69	377,32
Травянистая растительность	293,1	1,77	4,03	1,51	0,67	14,80	0,68	0,34	0,21	8,23	24,01	32,24
В с е г о	5107,5	78,49	160,74	21,92	3,75	50,77	5,19	11,09	7,75	69,86	339,70	409,56

от общего. Суммарный опад здесь значительный – 6241 кг/га. Почти такова же общая величина опада на Зиндане (6174 кг/га), но в нем еще более возрастает процентное содержание травянистой растительности (до 40%). Древесно-кустарниковый опад здесь относительно меньший – 3659 кг/га, а травяной – 2515 кг/га.

Как показывают данные, биологический круговорот в фитоценозах верхнего и среднего лесорастительных подпоясов совершается практически с одинаковой интенсивностью. На Зиндане в ежегодный биологический круговорот вовлекается 485,4 кг/га химических веществ, на Арале – 462,4 кг/га. Значительно меньше элементов потребляется на годичный прирост в Чарваке – 247,3 кг/га, т.е. почти в два раза меньше, чем в двух других объектах.

Важным показателем, характеризующим устойчивость биогеоценоза, сбалансированность веществ в нем, является соотношение процессов годичного накопления и возврата веществ с опадом. Как видно из табл. 15, где дан баланс веществ, ореховые фитоценозы верхнего и среднего лесорастительных подпоясов на построение годичного прироста затрачивают почти столько же веществ, сколько возвращают с опадом. В биогеоценозе на Зиндане потоки биологической миграции веществ, идущие на построение годичного прироста и ежегодный возврат их с опадом, полностью сбалансированы. Удержание и возврат по общей сумме элементов соотносятся как 485,4 и 486 кг/га. По количеству органической массы, идущей на прирост и ежегодно опадающей здесь, также наблюдается равновесие (6031 и 6174 кг/га).

Фитоценоз среднего лесорастительного подпояса характеризуется равенством баланса ежегодного потребления и отчуждения веществ с опадом, что подтверждается их соотношением – 462,4 и 480,6 кг/га. Неуравновешенность составляет лишь незначительную величину, равную 4% в сторону превышения суммы возвращаемых веществ над потребляемыми. Следует отметить, что при общем равенстве потребления и возврата

химических элементов наблюдается перераспределение в их количественном составе. Так. В ежегодном приросте удерживается значительно больше азота, фосфора и калия, нежели возвращается их с опадом, что можно расценить как положительное явление для жизни фитоценоза. Опад же включает в себе больше таких элементов, как кремний, кальций, железо, алюминий, которые не являются лимитирующими для растений вследствие высокого содержания их в почве.

В нижнем лесорастительном подпоясе при относительно небольшой разнице в фитомассе прироста и ежегодного опада – 4859 и 5107 кг/га (разница в пользу опада всего 5% - 248 кг), наблюдается значительный дисбаланс в количестве потребляемых (247 кг) и возвращаемых (409 кг) химических веществ. С опадом возвращается в 1,6 раза больше зольных веществ и азота, чем затрачивается на прирост.

Как видно из табл. 15, превышение химических веществ в опадающей массе создается в основном за счет кремния и кальция, по-видимому, вследствие наличия в опаде данного биогеоценоза большого количества грубых составных частей. Как и в других фитоценозах, в нем значительно преобладают, помимо кальция и кремния, железо и алюминий. Отличие состоит в том, что отчуждаются еще и наиболее жизненно необходимые элементы - азот и калий.

Все это свидетельствует о неравнозначности экологических условий, в которых функционируют биогеоценозы, и своеобразии структуры самих фитоценозов и происходящих в них процессов.

Скомпенсированность круговорота веществ в фитоценозах верхнего и среднего лесорастительных подпоясов может являться показателем устойчивости их на современном этапе развития. Здесь не наблюдается распада древостоя, когда он возвращает в почву значительно больше того, что потребляет. Наибольшая несбалансированность в обмене веществ характерна для биогеоценоза нижнего лесорастительного подпояса, который в настоящее время функционирует с нарушением обмена веществ и потому

не является стабильным. Следует учесть, что в изучаемых биогеоценозах, даже тех из них, где биологический круговорот веществ скомпенсирован, отсутствует так называемый истинный прирост – количество органического вещества, остающееся в сообществе в результате годового прироста за вычетом опада (табл. 15).

Как мы уже отмечали, в рассматриваемых фитоценозах ежегодно создаваемая органическая масса не превышает количество, а намечается даже тенденция к ее снижению в годовом приросте. В нормально функционирующих производительных лесных фитоценозах истинный прирост обнаруживается. Например, Т.С. Павлова, В.П. Фирсова, Е.В. Прокопович (1989) указывают, что в еловых биогеоценозах Урала истинный прирост древостоя определяется величиной 2,11-4,12 т/га (1,5-2,3% от фитомассы). В таких лесных сообществах и баланс химических веществ складывается в пользу превышения потребления химических элементов над их отчуждением. Так, в упомянутых нами буковых насаждениях Болгарии на годичный прирост биомассы из почвы извлекается 210 кг/га азота и зольных элементов, а возвращается с опадом 118 кг/га.

В сводке Л.А. Гришиной (1974) приведены данные по березовым и липовым лесам 62-77-летнего возраста, в которых удержание химических элементов и возврат их с опадом составляют соответственно 244 и 156 кг/га; 258 и 215 кг/га.

Отсюда можно заключить, что ореховые биогеоценозы Тянь-Шаня на современном этапе развития еще способны поддерживать равновесие круговорота веществ, что в значительной мере обеспечивает их стабильность. В то же время они достигли того критического состояния, когда величина годового прироста фитомассы обнаруживает тенденцию к снижению по сравнению с ежегодно опадающей органической массой.

ВАЛОВОЙ И ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВ

Показатели гранулометрического состава отражают характерные особенности почв в соответствии с различной их экологической приуроченностью (табл. 16). Однако все роды почв, от карбонатных до глубоковыщелоченных, объединяет преобладание по всей глубине почвенных профилей крупнопылевой фракции, составляющей в среднем 25-40%. Очень незначительно содержание песчаных частиц размером 1,0-0,25 и 0,25-0,05 мм, количество каждой из которых не превышает 3%. Относительно большую величину составляют тонкодисперсные частицы размером 0,01-0,005 и 0,005-0,001 мм. Почвообразующей породой всех почв этого высотного вертикального профиля являются мощные толщи лессовых отложений среднесуглинистого состава (частиц < 0,01 мм 43-48%).

Из рассматриваемого ряда почв наиболее тяжелым гранулометрическим составом отличается почва верхнего лесорастительного подпояса, имеющая мощный гумусовый горизонт и глубокую выщелоченность от карбонатов (до 240 см). Заметное оглинивание этой почвы прослеживается уже с самого верхнего слоя до глубины 70 см, где происходит утяжеление гранулометрического состава на одну градацию – до тяжелосуглинистого. Но наибольшая степень оглинивания (до состояния средней и даже тяжелой глины) отмечена в средней части профиля, на глубине 80-155 см, где содержание физической глины достигает 77,5-88%. Ниже по профилю количество илистых частиц снижается. Такое необычно сильное оглинение происходит как вследствие глинообразования в процессе почвообразования и выветривания, так и благодаря иллювиальному процессу за счет перемещения тонкодисперсных частиц из верхних горизонтов вследствие глубокого выщелачивания. Эта сильно оглиненная срединная часть профиля во влажном состоянии слитная и вязкая, в состоянии меньшего увлажнения – очень твердая, продольно трещиноватая.

Таблица 16

Гранулометрический состав почв

Глубина взятия образца, см	Гигроскопи ческая влага, %	Потеря от обработки СНІ	Содержание фракций, % (размер частиц в мм)						
			1,0-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005- 0,001	< 0,001	< 0,01
Ур. Зиндан, 1940 м над ур. моря									
Почва черно-коричневая мощная глубоковыщелоченная									
0-10	5,21	7,47	1,46	1,58	38,91	15,23	22,56	12,79	50,58
20-30	3,48	5,33	0,21	0,58	35,19	14,54	28,13	16,02	58,69
40-50	2,96	5,16	0,05	0,93	33,71	14,17	20,16	25,80	60,13
60-70	3,04	5,03	0,03	2,19	28,52	16,79	20,24	27,20	64,23
80-90	3,48	5,14	0,03	1,14	16,17	24,21	22,99	30,32	77,52
100-110	3,60	5,40	0,03	3,03	9,93	29,62	21,43	30,56	81,61
120-130	3,69	5,53	0,03	2,83	5,22	36,91	18,79	30,69	86,39
145-155	4,00	5,83	0,02	2,37	3,72	39,87	15,31	32,88	88,06
190-200	4,18	6,33	0,12	1,42	33,27	13,13	18,22	27,51	58,86
200-210	3,72	6,32	0,02	2,05	31,00	18,80	16,74	25,07	60,61
250-260	3,02	11,99	0,25	0,07	38,98	13,20	23,92	11,59	48,71

Продолжение таблицы 16

Ур. Арал, 1435 м над ур. моря									
Почва черно-коричневая мощная выщелоченная									
0-10	5,79	8,64	0,70	0,34	32,58	19,37	21,11	17,26	57,74
20-30	3,31	5,20	1,51	1,53	35,25	12,32	25,97	18,22	56,51
40-50	3,24	5,11	1,14	2,57	35,22	15,95	24,32	15,69	55,96
60-70	3,22	7,13	0,41	1,10	34,69	22,98	17,92	15,77	56,67
80-90	2,43	29,90	0,72	0,40	28,29	15,41	16,82	9,46	41,69
100-110	1,91	33,61	1,58	1,89	27,35	12,29	14,31	8,97	35,57
120-130	2,12	31,26	1,60	0,17	30,58	14,44	13,80	8,15	36,39
145-155	1,95	30,22	1,07	0,69	29,71	14,90	16,07	7,34	38,31
Ур. Арал, 1435 м над ур. моря									
Почва черно-коричневая средней мощности карбонатная									
3-13	6,30	15,58	2,62	2,47	42,99	12,71	14,79	8,84	36,34
20-30	3,63	10,36	0,49	2,07	30,63	22,50	19,74	14,21	56,45
40-50	2,85	17,47	0,10	2,62	25,22	13,69	17,29	23,61	54,59
60-70	2,34	29,59	1,21	0,27	30,35	6,94	21,44	10,20	38,58

Продолжение таблицы 16

90-100	2,03	29,18	2,69	1,62	31,05	14,62	17,21	3,63	35,46
140-160	2,06	23,46	2,16	1,46	36,29	7,67	16,79	12,17	36,63
190-200	1,95	21,82	1,34	2,23	30,82	15,25	19,12	9,42	43,79
Ур. Чарвак, 1200 м над ур. моря									
Почва черно-коричневая малой мощности слабовыщелоченная									
0-10	4,05	5,58	2,02	0,44	31,61	17,25	24,35	18,75	60,35
20-30	3,45	4,55	1,20	2,14	32,53	14,89	22,08	22,61	59,58
40-50	2,63	19,42	1,72	0,52	31,83	13,30	14,04	19,17	46,51
60-70	2,39	25,22	2,68	0,89	27,57	12,41	15,73	15,50	43,64
80-90	2,28	25,20	3,07	1,34	24,10	15,61	18,19	12,49	46,29
100-110	2,29	24,76	1,40	2,26	22,33	16,80	19,99	12,46	49,25
120-130	2,25	27,98	1,88	0,55	25,73	16,95	17,03	9,88	43,86
145-155	2,11	24,33	1,68	3,19	27,57	14,70	17,89	10,64	43,23

В среднем лесорастительном подпоясе, где формируются менее выщелоченные и даже карбонатные черно-коричневые почвы, дифференциация профиля по гранулометрическому составу приобретает несколько иной характер. Здесь в средневыщелоченной почве оглинивание происходит в верхней части профиля и распространяется до глубины 70 см, но оно не достигает состояния глины, хотя и близко к этой градации. При 38%-м содержании физической глины (< 0.01 мм) в почвообразующей породе, в верхней части профиля оно достигает 56-58%.

В карбонатной почве, находящейся на выположенном участке пробной площади, в непосредственной близости от предыдущего разреза, оглиненность обнаружена на глубине 20-50 см, т.е. этот процесс также захватывает верхнюю часть профиля и не распространяется на среднюю. В нижнем лесорастительном подпоясе при меньшем увлажнении и сильной карбонатности почвогрунта, оглиниванием затронута лишь самая верхняя часть почвенного профиля на глубине 30 см.

Это дает основание присоединиться к мнению Г.И. Ройченко, А.М. Мамытова (1970) о том, что рассматриваемые почвы по гранулометрическому составу можно квалифицировать как тяжелые пылеватые суглинки и даже глины, реже – средние суглинки.

Черно-коричневая почва верхнего подпояса, как и в случае гранулометрического состава, имеет свои особенности в валовом составе, связанные с ее глубокой выщелоченностью (табл. 17). Вся почвенно-грунтовая толща до глубины 1,5 м выщелочена от карбонатов. Кремнезем в процессе почвообразования не претерпел изменений по всему профилю, о чем свидетельствует равномерное распределение его окислов. Распределение полуторных окислов также равномерное по всей глубине без тенденции явного накопления в какой-либо части профиля или нисходящего их передвижения. Поэтому стабильными во всех горизонтах оказались молекулярные отношения $\text{SiO}_2 : \text{R}_2\text{O}_3$.

Таблица 17

Валовой состав черно-коричневых почв, % на прокаленную навеску

Горизонт, глубина, см	Потеря от прокали вания, %	SiO ₂	CaO	MgO	P ₂ O ₅	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	$\frac{SiO_2}{R_2O_3}$	Гумус,%	Азот, %
Разрез 61. Черно-коричневая мощная глубоковыщелоченная почва										
A1 ^I 0-10	18,16	66,78	4,37	2,75	0,32	15,64	5,92	5,85	17,75	0,74
A1 ^{II} 20-30	9,45	65,60	3,47	2,50	0,25	15,76	5,29	5,81	5,48	0,38
AB 40-50	6,57	68,04	2,88	2,41	0,20	16,21	4,91	5,96	3,28	0,28
B1 60-70	5,75	66,92	2,85	2,39	0,15	16,52	5,29	5,71	2,49	0,20
B1 80-90	5,64	66,63	3,79	2,38	0,15	16,05	5,71	5,75	2,15	0,13
B2 100-110	5,37	66,30	2,84	2,73	0,16	16,01	5,61	5,77	1,75	0,11
B2 120-130	5,25	67,29	3,78	2,37	0,17	16,20	5,16	5,86	1,39	0,09
C 145-155	5,10	65,65	3,78		0,15	16,74	5,69	5,54	1,12	
Разрез 62. Черно-коричневая средней мощности средневыщелоченная										
A1 ^I 0-10	18,83	65,06	3,97	3,18	0,35	16,00	5,90	5,56	17,02	0,74
A1 ^{II} 20-30	6,87	65,09	2,40	2,77	0,25	15,73	4,69	5,92	3,53	0,38
AB 40-50	6,35	66,00	2,87	2,41	0,23	16,24	5,75	5,64	2,09	0,24

Продолжение таблицы 17

B1 60-70	6,88	65,27	3,82	2,38	0,19	15,72	5,57	5,75	1,61	0,16	
B2 80-90	16,68	54,09	18,30	3,48	0,19	13,52	4,08	5,69	1,01	0,11	
BC 100-110	21,10	49,58	26,71	2,86	0,14	11,22	3,79	6,19	0,71	0,09	
BC 120-130	19,23	50,79	24,43	2,82	0,14	12,61	3,22	5,87	0,68	0,07	
C _{Ca} 145-155	18,06	52,21	22,67	2,76	0,15	13,06	3,90	5,72	0,41		
Разрез 64. Черно-коричневая малой мощности слабовыщелоченная											
A1 0-10	10,54	65,65		2,53	0,26	16,09	4,91	5,81	9,79	0,57	
AB 20-30	6,65	65,24	2,40	2,42	0,25	16,16	4,70	5,81	3,20	0,37	
B1 40-50	11,94	59,86	12,23	2,57	0,23	13,88	4,08	6,18	1,18	0,12	
B2 60-70	14,91	55,64	18,45	2,65	0,18	12,42	3,98	6,29	0,80	0,09	
B2 _{Ca} 80-90	15,85	54,59	19,22	2,30	0,14	12,42	3,56	6,31	0,55	0,07	
B3 _{Ca} 100-110	16,25	54,01	19,82	2,30	0,14	12,69	3,57	6,16	0,46	0,06	
B3 _{Ca} 120-130	16,07	53,81	20,31	2,69	0,11	12,51	4,04	6,05	0,19	0,04	
C _{Ca} 145-155	15,67	54,18	19,69	2,29	0,14	12,00	4,49	6,22			

В почвах на меньших абсолютных высотах, где карбонаты обнаруживаются в пределах почвенного профиля, поведение полуторных окислов и кальция заметно отличается от того, что выявлено в рассмотренной выше почве.

В карбонатной коре выветривания существенно понижено содержание кремнекислоты и полуторных окислов и соответственно увеличена доля кальция. Поэтому относительное увеличение содержания полуторных окислов в верхней бескарбонатной части профиля нельзя рассматривать как их накопление, происходящее в процессе почвообразования, что могло бы свидетельствовать о проявлении буроземообразовательного процесса.

Наблюдается вполне определенно выраженная биологическая аккумуляция кальция и фосфора в верхнем слое гумусовых горизонтов почв во всех высотных объектах. Поведение окислов по профилю рассматриваемых почв наиболее близко таковому в черноземах среднеазиатского региона (Мамытов А.М., Бобров В.П., 1977).

По содержанию гумуса (до 18%) черно-коричневые почвы превосходят даже горные многогумусные (тучные) черноземы, в которых гумусированность верхних горизонтов достигает 12-14%. Распределение гумуса, как и в черноземах, равномерно снижается от верхних горизонтов к нижним, о чем свидетельствуют как приводимые здесь данные, так и полученные ранее (Самусенко В.Ф., 1987). Аналогичны количество и характер распределения в сравниваемых почвах азота. Сходными являются соотношения углерода и азота. По нашим данным, в верхних горизонтах черно-коричневых почв оно составляет 10-12,5, в нижних сокращается до 4,8-7,1. Соответственно в горных черноземах – 8,5-11,2 и 5,5-7,3.

Мы располагаем данными валовых анализов по микроэлементному составу черно-коричневых почв и отдельных органов ореха грецкого, выполненных в лаборатории биогеохимии Института биологии АН Кыргызстана (табл. 18). Для сопоставления привлечем аналогичные показатели по черноземам Сибири (Ильин В.Б., 1988) и темным коричневым

почвам Южного Кыргызстана (Мамытов А.М., Опенлендер И.В., 1969) – почвам, наиболее близким в генетическом отношении. Для горных черноземов и горно-лесных почв Кыргызстана подобных сведений не имеется.

По содержанию марганца черно-коричневые почвы близки сравнимаемым почвенным типам. Следует отметить, что в почвообразующих породах (лессах) марганца содержится меньше (280-380 мг/га), чем в почвенной толще (465-747 мг/кг). Это не согласуется с данными других авторов (Журавлева Е.Г., 1985), отмечающих большое содержание марганца в лессах и лессовидных суглинках (860 мг/кг). От почвообразующих пород, как известно, и наследуется содержание микроэлементов в почвах. По количеству молибдена почвы ореховых лесов также обнаруживают сходство с почвами, взятыми для сравнения, но в отдельных горизонтах наблюдается превышение этого элемента в 1,5 раза (до 3,3-3,7 мг/кг).

Обращает на себя внимание обогащенность черно-коричневых почв медью – в мощных высокогумусных почвах верхнего подпояса ее количество в 5-7 раз выше, чем в черноземах и темных коричневых почвах, содержащих 30-37 мг/кг меди в гумусовом горизонте.

В нижнем подпоясе верхний 20-сантиметровый горизонт почвы содержит относительно небольшое количество меди (5 мг/кг), но с глубины 30 см оно резко увеличивается и остается высоким во всех остальных горизонтах вплоть до почвообразующей породы (191-228 мг/кг). Черно-коричневые почвы обогащены также никелем – 84-187 мг/кг, что в 3,5-7 раз выше, чем в черноземах Сибири. Наибольшее количество этого микроэлемента обнаружено в почвообразующей породе почвы на Зиндане (1940 м) – 847 мг/кг.

Свинец ни в одной из исследованных почв не обнаружен, даже на пробной площади в Чарваке, находящейся в непосредственной близости от

автомобильной дороги. Однако заметное содержание этого элемента в предельных фоновых для растений количествах (3,0-3,7 мг/кг) обнаружено в скорлупе ореха грецкого. В Чарваке и на Арале в скорлупе найдено 3 мг/кг свинца, в Зиндане – 2,7 мг/кг. Кроме того, незначительное количество свинца (0,2 мг/кг) выявлено в смешанном образце «околоплодник + ядро» ореха, произрастающего на пробной площади в Чарваке, т.е. вблизи проходящего автотранспорта.

Таблица 18

Содержание микроэлементов в почвах ореховых лесов и в растениях ореха грецкого, мг/кг абс. сух. вещества*

Местонахождение	Глубина, см Образец	Pb	Mn	Mo	Cu	Ni
Ер. Зиндан, 1940 м над ур. моря Разрез 61	2-10		598	2,6		66
	20-30		556	1,7	249	178
	50-60		748	0,9	280	187
	70-80		467	2,0	280	93
	90-100		560	1,8	186	84
	120-130		281	2,8	93	93
	160-170		282	1,8	188	847
Ур. Чарвак, 1200 м над ур. моря Разрез 64.	2-10		52	0,2	5,2	5,2
	10-20		747	3,3	5,0	166
	30-40		465	3,7	83	93
	50-60		567	1,8	228	94
	90-100		287	1,9	191	95
	160-170		382	0,9	191	86
Ур. Зиндан	Околоплод- ник +ядро		44	0,18	7,0	0,88
	Скорлупа	2,7	10	0,11	5,0	1,08
	Кора		5,0	0,51	15,0	
Ур. Арал, 1435 м над ур. моря	Околоплод- ник +ядро		27	0,18	8,0	0,36
	Скорлупа	3,0	192	0,11	38	3,85
	Кора		9,0	0,56	14,0	
	Листья		31		31	0,31

Ур. Чарвак	Околоплод- ник +ядро	0,20	399	0,11	17	0,51
	Скорлупа	3,0	16,0	0,067	10	1,68
	Кора		8,0		14	

* Аналитик М. Алыбаева

Возможно, это - тот свинец, который вместе с пылью осаждается на околоплоднике и скорлупе, и его нельзя рассматривать как химический элемент, входящий в состав органической массы плода. Поэтому мы не можем утверждать, что свинец, наряду с прочими элементами, характерен для зольного состава плода ореха.

На основании валового состава почв и растений можно составить представление о коэффициенте биологического поглощения химических элементов растениями. Мы воспользовались тем определением коэффициента биологического поглощения, которое дано у Л.А. Гришиной с соавторами (1976) – «отношение содержания элемента в сухом веществе растения к его содержанию в гумусовом горизонте почвы, высушенной при 105⁰».

Поскольку черно-коричневые почвы имеют гумусовый горизонт значительной мощности, мы взяли для расчетов наиболее гумусированную верхнюю часть его до 30 см глубины. Величины коэффициентов биологического поглощения, полученные для наших объектов, показаны в табл. 19.

При этом следует учесть, что элементы, коэффициент биологического поглощения которых больше единицы, относятся к группе биологического накопления. Как показывают данные, элементом, накапливающимся в

наибольшей мере, является азот. Это вполне согласуется с высокой гумусированностью почв и обогащенностью их азотом.

Более высокий коэффициент по азоту характерен для ореха, произрастающего на самых высокогумусных черно-коричневых почвах верхнего лесорастительного подпояса. То же самое отмечается и в отношении алычи. Для этого местообитания выявлены также более высокие коэффициенты поглощения фосфора всеми растениями. Несколько занижен здесь коэффициент поглощения кальция в связи с глубокой выщелоченностью почвы от карбонатов.

Таблица 19

Коэффициенты биологического поглощения

Растение	Si	Ca	Mg	P	Al	Fe	K	N
Орех грецкий	0,008	0,96	0,31	2,00	0,007	0,03	0,77	4,36
Яблоня	0,007	0,90	0,18	2,18	0,003	0,04	0,75	4,61
Клен	0,010	0,67	0,25	2,36	0,004	0,03	0,64	4,77
Боярышник	0,007	0,96	0,34	2,00	0,003	0,04	0,59	4,66
Алыча	0,007	0,66	0,35	2,36	0,004	0,05	1,51	5,73
Рябина	0,009	0,94	0,30	2,45	0,004	0,05	0,81	4,39
Ур. Арал								
Орех грецкий	0,010	1,27	0,28	1,17	0,005	0,03	0,73	3,87
Яблоня	0,009	0,80	0,28	1,17	0,004	0,06	0,76	3,96
Клен	0,014	0,86	0,20	1,50	0,004	0,06	0,66	4,43
Боярышник	0,011	1,15	0,30	1,42	0,004	0,06	0,80	4,57
Алыча	0,011	0,76	0,21	1,17	0,004	0,06	1,51	4,66
Вишня	0,007	1,01	0,35	1,25	0,003	0,05	0,97	4,66
Ур. Чарвак								
Орех грецкий	0,010	1,58	0,35	1,40	0,005	0,04	0,59	3,83

Яблоня	0,009	1,29	0,33	1,50	0,005	0,06	0,83	5,02
Клен	0,016	1,10	0,27	1,40	0,005	0,05	0,73	6,02
Боярышник	0,010	1,47	0,30	1,40	0,004	0,05	0,77	4,40
Алыча	0,011	1,13	0,32	1,10	0,005	0,07	1,40	5,64
Каркас	0,07	2,87	0,26	1,70	0,006	0,06	0,58	5,45

Коэффициент рассчитан по отношению содержания элемента в листьях растений к его содержанию в гумусовом горизонте почвы в расчете на абсолютно сухое вещество (гумусовый горизонт взят на глубину 30 см).

В среднем лесорастительном подпоясе (Арал) элементами, относящимися к группе биологического накопления, являются для всех пород азот и фосфор, а кальций – только для ореха, боярышника и вишни. Почва данного объекта по своему богатству несколько уступает предыдущему, что сказалось на коэффициенте биологического поглощения. Величины его снизились для азота и фосфора, но возросли для кальция ввиду меньшей выщелоченности от углекислых солей этого элемента.

В нижнем лесорастительном подпоясе (Чарвак) в группу биологического накопления по всем без исключения породам устойчиво входят азот, фосфор и кальций, причем самые высокие значения коэффициентов по азоту и, особенно, кальцию характерны для каркаса. Почва рассматриваемого биогеоценоза лишь в слабой степени затронута выщелачиванием и, следовательно, содержит значительное количество карбоната кальция, в связи с чем коэффициент биологического поглощения этого элемента в листьях всех растений превышает единицу.

Отличительной особенностью алычи, широко распространенной в подлеске орехово-плодовых лесов, является высокая потребность в калии, поэтому коэффициент биологического поглощения его для алычи самый

высокий – 1,4-1,5, тогда как для всех остальных пород он не достигает единицы. Слабо накапливаются в растениях такие элементы, как кремний, алюминий, железо – главные составляющие почвенной массы, которые необходимы растениям в ограниченных количествах.

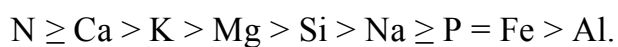
Таким образом, характерным для изучаемых биогеоценозов ореха грецкого является ясно выраженное биологическое накопление всеми древесно-кустарниковыми породами важнейших биофильных элементов – азота и фосфора и в большинстве случаев – кальция. Последний полностью насыщает почвенный поглощающий комплекс и пропитывает почвенногрунтовую толщу в виде углекислых солей на большей части территории орехово-плодового массива.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение биологического круговорота веществ проводилось на юго-западном склоне Ферганского хребта в различных экологических условиях, характеризующих биогеоценозы ореха грецкого нижнего (до 1400 м), среднего (1400-1750 м) и верхнего (выше 1750 м) лесорастительных подпоясов пояса орехово-плодовых лесов. Ведущая роль в структуре фитоценозов принадлежит ореху грецкому. Его фитомасса существенно преобладает среди остальных сопутствующих ему древесно-кустарниковых пород и составляет в верхнем лесорастительном подпоясе 125,6 т/га (92%), среднем – 182,2 т/га (96%), нижнем – 26,4 т/га (71%). Общая фитомасса биогеоценозов, с учетом всех ярусов растительности, от верхней границы лесного пояса к нижней изменяется по подпоясам следующим образом – 136,5, 189,4, 37,0 т/га в абсолютно сухой массе.

На травянистую растительность, соответственно подпоясам (от верхнего к нижнему), приходится 2,5 (1,8%); 1,6 (0,8%); 0,3 (0,8%) т/га. В целом орехово-плодовые леса можно отнести к среднепродуктивным насаждениям. По биологической продуктивности они более всего сопоставимы с буковыми лесами Грузии и грабовыми дубравами Молдавии.

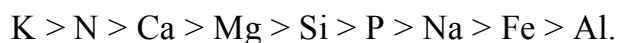
По содержанию зольных элементов и азота орех грецкий превосходит большинство лиственных пород, произрастающих в сходных почвенно-климатических условиях. Общая зольность листьев ореха равна 11,1-11,3%. Листья большинства сопутствующих ореху древесных и кустарниковых пород имеют близкую к ореху зольность (9-11%). Относительно ниже она у клена (8,2-8,7%), а самая высокая отмечена у каркаса и смородины (до 14%). Содержание кальция в листьях ореха составляет 2,4-2,6%, азота – 1,8-2,4%, магния – 0,4-0,5%, фосфора – 0,14-0,22%, калия – 1,3-1,7%, натрия – 0,10-0,13%, железа – 0,10-0,12%, алюминия – 0,04-0,05%. Более высокие показатели характерны для ореха, произрастающего на самых плодородных почвах верхнего лесорастительного подпояса. Ряд накопления зольных элементов и азота в листьях имеет следующий вид:



По химическому составу орех грецкий близок ореху черному из США. Обеспеченность ореха фосфором не является оптимальной. В июле концентрация фосфора (0,13-0,17) ниже той, которая свойственна большинству лиственных пород этого срока (0,2-0,3 и до 0,5%). Для плодов ореха характерна высокая зольность околоплодника (12-17%), обогащенность калием (6%) и натрием (0,3-0,5%). В ядре повышается содержание азота (3-3,8%) и фосфора (0,33-0,36%).

Величина общей зольности у многих травянистых растений выше, чем у листьев древесно-кустарниковых пород. Все злаки, по сравнению с разнотравьем, содержат в 5-10 (15) раз больше кремния, а кальция в 2-4 раза меньше, что является отличительной их особенностью. Растения ореховых лесов в целом более богаты по химическому составу, чем те же виды, произрастающие в сходных экологических условиях других регионов.

Ряд накопления химических элементов в травянистых растениях имеет такую последовательность:

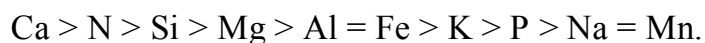


Травянистые растения явно предпочитают калий, который в ряду накопления занимает 1-е место.

Емкость биологического круговорота характеризуется следующими показателями: в верхнем лесорастительном подпоясе фитомасса биогеоценоза вовлекает в биологический круговорот 3783 кг/га зольных элементов и азота (N 789 кг); в среднем – 5069 кг/га (N 1084 кг), нижнем – 1033 кг/га (N 214 кг).

Годичная масса древесно-кустарникового опада в биогеоценозе верхнего подпояса составляет 3659 кг/га, изменяясь по годам от 2900 до 4900 кг/га, в среднем подпоясе его масса равна 4621 кг/га, варьируя в разные годы от 3400 до 5000 кг/га, в нижнем подпоясе – 4814 кг/га с колебаниями за 5 лет от 3200 до 6100 кг/га. В массе опада заключено соответственно высотному положению объектов 290, 337, 377 кг/га химических элементов.

Масса лесных подстилок, в порядке следования от верхней к нижней границе леса, снижается от 17,5 до 9,7 и 9,2 т/га абсолютно сухого вещества. Мощность подстилок при этом не превышает 1,5-2 см. Подстилочно-опадные коэффициенты (отношение массы подстилки к массе опада) изменяется от 2,3-3,6 весной до 1,3-2,0 в летнее время, что указывает на высокую активность разложения лесных подстилок. От мая к июлю разлагается 29-34% общей массы подстилки. При этом в почву возвращается 208-478 кг/га (в верхнем подпоясе) зольных элементов и азота. Ряд накопления химических элементов в подстилках имеет следующий вид:



В годичном приросте фитоценоза верхнего подпояса заключено 6031 кг/га органического вещества и 485 кг/га химических элементов. Аналогично протекает процесс годичного прироста в среднем подпоясе: органической массы здесь создается 5676 кг/га, химических элементов вовлекается 462 кг/га. В нижнем подпоясе за год фитоценозом создается

4859 кг/га органического вещества, в котором содержится 247 кг/га химических элементов. Азот в общем годовом потреблении элементов составляет третью часть, а на нижней границе леса – четвертую.

Значительное участие в годовом потреблении веществ принимает травянистая растительность. Доля ее участия в этом процессе наиболее ощутима в верхнем подпоясе – 40%, в среднем снижается до 31%, а на нижней границе леса падает до 13%.

Возврат веществ с годовым лесным опадом, включая травянистую растительность, по фитоценозам разных высотных объектов характеризуется следующими показателями (от больших абсолютных высот к меньшим):

6174 кг/га органического вещества, в составе которого заключено 486 кг химических элементов; 6214 кг/га органического вещества и 480 кг зольных элементов и азота; 5107,5 кг/га фитомассы, содержащей 409 элементов зольных элементов и азота.

Существенно участие в годовом опаде травянистой растительности (26-40% общей массы опада), лишь на нижней границе леса из-за выбитости травостоя скотом его доля в опаде относительно невелика – 5,4%.

Ореховые фитоценозы верхнего и среднего лесорастительных подпоясов на построение годового прироста затрачивают почти столько же веществ, сколько возвращают с опадом: для верхнего высотного объекта соотношение по органической массе составляет 6031 и 6174 кг/га, по химическим элементам – 485,4 и 486 кг/га; в среднем подпоясе удержание и возврат соотносятся как 5676 и 6241 кг/га органической массы, 462 и 480 кг/га зольных веществ и азота; в нижнем – 4859 и 5107 кг/га фитомассы и 247 и 409 минеральных веществ.

Скомпенсированность круговорота веществ в биогеоценозах верхнего и среднего лесорастительных подпоясов может являться показателем устойчивости их на современном этапе развития.

Фитоценоз нижнего лесорастительного подпояса в настоящее время функционирует с нарушением (несбалансированностью) в обмене веществ и

потому не является стабильным. Он находится в значительно менее благоприятных климатических условиях и испытывает интенсивную антропогенную нагрузку. Ореховые биогеоценозы Тянь-Шаня на современном этапе развития еще способны поддерживать равновесие круговорота веществ, что в значительной мере обеспечивает их стабильность. В то же время они достигли того критического состояния, когда величина годового прироста фитомассы начинает снижаться по сравнению с ежегодно опадающей органической массой.

Производящиеся в настоящее время пастьба скота и сенокосение в ореховых лесах недопустимы не только ввиду их отрицательного воздействия на естественное возобновление, но и потому, что уничтожают травостой и лесную подстилку, нарушая тем самым круговорот веществ и в целом режим лесного биогеоценоза и его устойчивость.

Анализ гранулометрического состава черно-коричневых почв показал наличие хорошо выраженного оглинивания в верхней толще почвенного профиля до глубины 50-70 см, а в случае глубокого выщелачивания наибольшее оглинивание выявляется на глубине 80-150 см.

По валовому составу черно-коричневые почвы ближе всего находятся к горным черноземам и не обнаруживают аналогии с лесными буроземами.

Л И Т Е Р А Т У Р А

Александрова И.В. О физиологической активности органических веществ специфической и индивидуальной природы // Почвоведение.- 1983.- №11.- С. 22-32.

Алиев Г.А., Гасанов Х.Н. Круговорот зольных элементов и широколиственных лесах юго-восточного склона Большого Кавказа // Биологическая продуктивность и круговорот химических элементов в растительных сообществах.- Л.:Наука, 1971.- С. 255-258.

Антонов Георги. Биологичен кръговрат на някои химични елементи и почвообразователен процес в горната част на буково-еловия пояс на

- средна стара планина // Горско стопанска наука.- София: БАН, 1986.- №2.- С. 43-51.
- Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв.- М.: Изд-во МГУ, 1970.- 487 с.
- Бабурин А.Л. Видовые особенности соотношения элементов питания в растениях // Агрехимия.- 1980.- №5.- С. 70-72.
- Базилевич Н.И., Родин Л.Е. Типы биологического круговорота зольных элементов и азота в основных природных зонах северного полушария // Генезис, классификация и картография почв СССР / Докл. VIII Международного съезда почв.- М.:Наука, 1964.
- Базилевич Н.И., Родин Л.Е. Продуктивность и круговорот элементов в естественных и культурных фитоценозах // Биологическая продуктивность и круговорот химических элементов в растительных сообществах.- Л.:Наука, 1971.
- Базилевич Н.И., Семенюк Н.В. Динамический баланс химических элементов в луговой степи // Почвоведение.- 1986.- №7.
- Базилевич Н.И., Родин Л.Е., Розов Н.Н. Географические аспекты изучения биологической продуктивности // Материалы V съезда Географич. О-ва СССР.- Л.: Изд-во Географ. О-ва СССР, 1970.- С. 3-28.
- Базилевич Н.И., Титлянова А.А., Смирнов В.В. и др. Методы изучения биологического круговорота в различных природных зонах.- М.: «Мысль», 1978.
- Басов В.Г. Биологический круговорот элементов питания в естественных травяных биогеоценозах на песках Придонья // Экология лесоаграрного ландшафта.- Волгоград, 1986.- С. 19-25.
- Быстрицкая Татьяна. Особенности на биологични кръговрат на дъбовите горы от южната европейска част на СССР // Горско стопанска наука.- София: БАН, 1986.- 2.- С. 88-92.

- Владыченский А.С., Розанов Б.Г. Особенности гумусообразования и гумусного состояния горных почв // Почвоведение.- 1986.- №3.- С. 73-81.
- Второва В.Н. Биологическая продуктивность и обменные процессы в ельниках Тянь-Шаня: Автореф. Дис...канд.биол.наук.- М.: МГУ 1975.- 28 с.
- Второва В.Н. Круговорот веществ в хвойных лесах Подмосковья // Почвоведение.- 1982.- №8.- С. 112-121.
- Второва В.Н. Круговорот веществ некоторых типов северо-таежных еловых лесов при техногенном воздействии // Почвоведение.- 1986.- №4.- С. 90-101.
- Ган П.А. Лесной фонд Киргизии за последние 50 лет и его современное состояние // Проблемы освоения гор.- Фрунзе: Илим, 1982.- С. 94-114.
- Головина Р.Д. Биологический круговорот азота и зольных элементов в можжевельниковых лесах Алайского хребта.- Фрунзе: Илим, 1989.- 136 с.
- Голубец М.А., Борсук Д.В. и др. Биогеоценологический состав Бескид и его динамические тенденции.- Киев: Наукова думка, 1983.- 240 с.
- Гришина Л.А. Биологический круговорот и его роль в почвообразовании: Курс лекций.- М.: Изд-во МГУ.- 1974.- 127 с.
- Гришина Л.А., Василевская В.Д., Самойлова Е.И. Типы биологического круговорота в некоторых природных зонах СССР // Почвы и продуктивность растительных сообществ.- М.: Изд-во МГУ.- 1976.- Вып. 3.- С. 5-18.
- Добровольский Г.В., Гришина Л.А., Розанов Б.Г. Влияние человека на почву как компонент биосферы // Проблемы экологически устойчивого развития биосферы.- М.: Гидрометеиздат, 1988.- С. 68-75.
- Журавлева Е.Г. Закономерности распределения микроэлементов в почвах / Химия почв. Микроэлементы в почвах и современные методы их изучения.- М.: ВАСХНИЛ.- 1985.

- Зонн С.В., Урушадзе Т.Ф. Научные основы и методические указания к биогеоценологическому изучению почв горных лесов.- Тбилиси: Мецниереба, 1974.- 112 с.
- Игнатенко И.В., Пугачев А.А. Биологический круговорот в биогеоценозах Охотоморской горной провинции // Почвоведение.- 1980.- №8.
- Ильин В.Б. Биогенная и техногенная аккумуляция химических элементов в почве // Почвоведение.- 1988.- №7.- С. 124-132.
- Карпачевский Л.О. Лес и лесные почвы.- М.: Лесная промышленность, 1981.- 262 с.
- Климо Е. Кръговрат на хранителните вещества в екосистемата на заливините гори Южна Моравия // Горско стопанска наука.- София: БАН, 1977.- 5.- С. 16-24.
- Ковалевский А.Л. Основные закономерности формирования химического состава растений // Биохимия растений.- Улан-Уде: Бурят. Кн. Изд-во.- 1969.- С. 6-8.
- Кожевникова Н.Д., Второва Н.Н. Биологический круговорот веществ в ельниках Северного Тянь-Шаня.- Фрунзе: Илим, 1988.
- Коровин Е.П., Розанов А.Н. Почвы и растительность Средней Азии как естественная производительная сила // Тр. САГУ.- 1938.- Вып. 17.
- Кылли Р.К. О биологической продуктивности типов лесных и сельскохозяйственных биоценозов в зависимости от почв // Почвоведение.- 1981.- №10.- С. 5-10.
- Лавренко Е.М., Соколов С.Я. Растительность плодовых лесов и прилегающих районов Южной Киргизии // Плодовые леса Южной Киргизии и их использование.- М.- Л.: Изд-во АН СССР.- 1949.- Вып.1. С. 102-145.
- Лавриченко В.М., Иванова З.В. Минеральное питание древесных растений // Вопросы повышения продуктивности лесов.- М.: Лесная промышленность, 1968.- Вып. 17.- С. 142-152.

- Лавриченко В.М., Журбицкий З.И. Соотношение элементов питания в растениях как видовое генотипическое явление // Агрохимия.- 1976.- №9.
- Лебединова Н.С. Режим влажности темно-бурых лесных почв ореховых лесов // Почвоведение.- 1961.- №5.- С. 21-32.
- Летунов П.А. Биологические процессы в почвах лесостепного пояса Ферганского хребта и производственная характеристика этих почв // Материалы по изучению почв орехово-плодовых лесов Южной Киргизии.- М.: Изд-во АН СССР, 1953.- С. 84-159.
- Мамытов А.М., Опенлендер И.В. Агрохимические свойства почв Киргизии.- Фрунзе: Илим, 1969.- 134 с.
- Мамытов А.М., Бобров В.П. Черноземы Средней Азии.- Фрунзе: Илим, 1977.- 128 с.
- Мина В.Н. Круговорот азота и зольных элементов в дубравах лесостепи // Почвоведение.- 1955.- №6.
- Митрофанов Д.П. Химический состав лесных растений Сибири.- Новосибирск: Наука, 1977.
- Николаев Веселин, Патронов Дико. Вързу кръговрата на азота и някои пепелни макроелементи в дъбовите гори на странджа // Горско стопанска наука.- София: БАН, 1986.- 2.- С. 67-76.
- Павлова Т.С., Фирсова В.П., Прокопович Е.В. Биологический круговорот веществ в еловых биогеоценозах Урала / Тез. докл. VIII Всесоюзн. съезда почвовед.- Новосибирск.- 1989.- Кн.4.- С. 174.
- Перельман А.И. Миграционная способность химических элементов в коре выветривания.- Кора выветривания.- М.: Изд-во АН СССР, 1956.- Вып. 2.- С. 92-100.
- Пономаренко П.Н., Кенжекараев Ж.Б. Об атмосферном увлажнении пояса орехово-плодовых лесов в междуречье Шахимардана и Кара-Ункюра // Лесоводственные и лесокультурные исследования в Киргизии.- Фрунзе: Илим, 1991.- С. 16-23.

- Ремезов Н.П. Разложение лесной подстилки и круговорот элементов в дубовом лесу // Почвоведение.- 1961.- №7.
- Ремезов Н.П., Быкова Л.Н., Смирнова К.М. Потребление и круговорот азота и зольных элементов в лесах европейской части СССР.- М.: МГУ, 1959.
- Роде А.А. Почвоведение.- М.-Л.: Гослесбумиздат, 1955.- 524 с.
- Родин Л.Е., Базилевич Н.И. Динамика органического вещества и биологический круговорот в основных типах растительности.- М.-Л.:Наука, 1965.
- Родин Л.Е., Ремезов Н.П., Базилевич Н.И. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах.- Л.: Наука, 1968.- 143 с.
- Родионов Б.С., Аргимбаева Р.Ж., Аязбаева Г.Ш., Мугельбаев С.У. Продуктивность яблоневых лесов Заилийского Алатау // Биологическая продуктивность растительности Казахстана.- Алма-Ата: Наука, 1974.- С. 234-274.
- Ройченко Г.И., Мамытов А.М. Горно-лесные и горно-луговые почвы Тянь-Шаня и Памиро-Алая.- Фрунзе: Илим, 1970.- 222 с.
- Русанова Г.В., Слобода А.В., Бушуева Е.Н. Биологический круговорот элементов в сосняке лишайниковом подзоны средней тайги Коми АССР // Лесоведение.- 1977.- №2.
- Рязанцева З.А. и др. Климат Киргизской ССР.- Фрунзе: Илим, 1965.
- Самусенко В.Ф. Особенности химического состава лесных подстилок и почв еловых лесов Северной Киргизии // Тр. Кирг. ЛОС.- Фрунзе: Кыргызстан, 1965.- С. 225-237.
- Самусенко В.Ф. Гумусное состояние черно-коричневых почв ореховых лесов Юго-Западного Тянь-Шаня // Почвоведение.- 1987.- №9.
- Самусенко В.Ф., Головина Р.Д. Биологическая активность черно-коричневых почв ореховых лесов Ферганского хребта // Изв. АН Кирг.ССР.- 1987.- №1.

- Самусенко В.Ф., Болдинская Р.А. Лесорастительные свойства почв в биогеоценозах ореха грецкого Южной Киргизии // Лесоводственные и лесокультурные исследования в Киргизии.- Фрунзе: Илим, 1988.- С. 145-166.
- Самусенко В.Ф., Головина Р.Д. Основные параметры биологического круговорота веществ в биогеоценозах ореха грецкого: Тез. докл. VIII Всес. съезда почвов.- Новосибирск.- 1989.- Кн.4.
- Самусенко В.Ф., Головина Р.Д. Лесные подстилки орехово-плодовых лесов Киргизии // Почвоведение.- 1990.- №3.
- Самусенко В.Ф., Авазов А.А., Бурангулов Р.А. Влагозапасы в почвах орехово-плодовых лесов на разных высотных уровнях // Экологические и физиологические исследования в орехово-плодовых лесах Южной Киргизии.- Фрунзе: Илим, 1985.- С. 43-55.
- Самусенко В.Ф., Головина Р.Д., Иванченко Л.И. Биологический круговорот азота и зольных элементов в ореховых биогеоценозах Юго-Западного Тянь-Шаня // Изв. АН Кирг. ССР.- 1989.- №2.
- Самусенко В.Ф., Головина Р.Д., Узолин А.И. Особенности биологического круговорота веществ в орехово-плодовых лесах Юго-Западного Тянь-Шаня: Тез. докл. Всесоюзн. совещ. «Проблемы лесоведения и лесной экологии».- М.: АН СССР.- 1990.- Ч.1.
- Сапожников А.П. Лесная подстилка – номенклатура, классификация, индексация // Почвоведение.- 1984.- №5.
- Селиванова Г.А. Биогеоценотическая характеристика лесных подстилок Южного Сихотэ-Алиня // Почвоведение.- 1983.- №8.
- Сергейчик С.А. Теоретические вопросы устойчивости растений // Оптимизация окружающей среды.- Минск: Наука и техника, 1985.- С.10-18.
- Смирнов В.В., Семенова В.Г. Вес органической массы и зольных элементов в основном древостое подзоны Южной лесостепи // Современные вопросы лесоведения и лесной биогеоценологии.- М.: Наука, 1974.- С. 137-156.

- Смольянинов И.И. Биологический круговорот веществ в лесу как целостный процесс // Лесоводство и агролесомелиорация.- Киев: Урожай, 1970.- Вып. 22.
- Смольянинов И.И., Рябуха Е.В. Круговорот веществ в природе.- Киев: Наукова думка, 1971.
- Справочник по климату СССР.-Л.:Гидрометеиздат,1966.-Вып.32.-Ч.2.-256 с.
- Справочник по климату СССР. Кирг. ССР.- Л.: Гидрометеиздат, 1969.- Ч. IV.- Вып. 32.
- Степанов И.Н., Масудов Х.С., Таирбаева Д.С. Динамика роста и разложения растительного покрова.- Ташкент: ФАН, 1978.
- Титлянова А.А. Методология и методы оценки чистой первичной продукции и построения баланса химических элементов в экосистемах / Теоретические основы и опыт экологического мониторинга.- М.: Наука, 1983.- С. 63-76.
- Узолин А.И. Динамика опада в ореховых фитоценозах Южной Киргизии // Повышение продуктивности орехово-плодовых лесов Южной Киргизии.- Фрунзе: Илим, 1980.- С. 91-101.
- Узолин А.И. Справочник для таксации орехово-плодовых насаждений Южной Киргизии.- Фрунзе: Илим, 1984.- 124 с.
- Уткин А.И. Биологическая продуктивность лесов / Лесоведение и лесоводство (итоги науки и техники).-М.:ВИНИТИ.-1975.-Т.1.- С.10-189.
- Федичкин Г.Я. Продуктивность почв и круговорот зольных элементов и азота в основных биогеоценозах Тянь-Шаня: Автореф. дис. докт. с.-х. наук.- М., 1985.- 32 с.
- Фирсова В.П., Павлова Т.С. Почвенные условия и особенности биологического круговорота веществ в горных сосновых лесах.- М.: Наука, 1983.
- Чухина В.В., Тагаева Р.Н. Экологические факторы размещения можжевельниковых и орехово-плодовых лесов в горах Средней Азии //

Достижения лесной науки – в производство.- Ташкент: СредАзНИИЛХ,
1988.- Вып.- 26.- С. 17-27.

Щербаков А.П., Рудай И.Д. Плодородие почв, круговорот и баланс
питательных веществ.- М.: Колос, 1983.