



УДК 582.751 (479)

СКОРОСТЬ И ХАРАКТЕР ОТМИРАНИЯ ЛИСТЬЕВ РАСТЕНИЙ ГЕРАНИЕВО-КОПЕЕЧНИКОВЫХ ЛУГОВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА²

© 2012 М.А. Эркенова

кафедры естествознания и методики его преподавания
Карачаево-Черкесского государственного университета им.У.Д. Алиева

Динамика отмирания листьев исследована у восемнадцати видов травянистых растений гераниево-копеечниковых лугов в Тебердинском заповеднике.

Длительность отмирания отдельных листьев летнезеленых растений гераниево-копеечниковых лугов составляет в среднем от 9,6 до 11,8 дней. Листья летней генерации у летне-зимнезеленых растений отмирают от 10,2 дней (*Luzula multiflora*) до 14,3 дней (*Carex atrata*), в то время как листья, уходящие в зиму зелеными отмирают в течение нескольких месяцев. У *Rhododendron caucasicum* часть листьев отмирала в среднем за 14,9 дней, а листья, отмирающие в течение нескольких сезонов – в течение 10 месяцев.

Dynamics of dying leaves investigated the eighteen species of herbaceous plants geranium-kopeechnikovy meadows in the Teberdinsky reserve.

The duration of the withering away of the individual leaves of summer-green plants geranium-kopeechnikovy meadows is on average from 9.6 to 11.8 days. Leaves of summer generation in the summer-winter-green plants die off from 10.2 days (*Luzula multiflora*) to 14.3 days (*Carex atrata*), while the leaves, leaving the winter green die within a few months. The *Rhododendron caucasicum* part of the leaves died out in the average for the 14.9 days, and the leaves, dying for several seasons - within 10 months.

Ключевые слова: Северо-западный Кавказ, гераниево-копеечниковые луга, отмирание листьев, листья зимней генерации, листья летней генерации, фенология.

Keywords: North-West Caucasus, geranium-kopeechnikovy meadows, the withering away of the leaves, the leaves of winter generation, leaves of summer generation, phenology.

В настоящее время знание биологических особенностей растений верхних поясов гор становится чрезвычайно актуальным в связи с нарастающими темпами хозяйственного освоения высокогорных районов. Вопросы улучшения кормовой базы животноводства и рационального землепользования тесно переплетаются с задачами охраны растительного покрова. Изучение сезонного развития растений и растительных сообществ имеет важное значение как для выяснения закономерностей развития фитоценозов, так и для разработки правильного режима использования растительности.

Детальные оценки длительности отмирания листьев различных видов сосудистых растений немногочисленны [1], а для растений северо-западного Кавказа нам неизвестны, поэтому **целью нашей работы** было изучить особенности ритмики отмирания как отдельных листьев растений, так и продолжительность этих процессов на примере растений гераниево-копеечниковых лугов.

Объекты исследования

Объектами исследования служили виды растений гераниево-копеечниковых лугов (*Agrostis vinealis*, *Anthemis cretica*, *Carex atrata*, *Carum meifolium*, *Chamaenerion angustifolium*, *Deschampsia flexuosa*, *Festuca brunnescens*, *Geranium gymnocaulon*, *Hedysarum caucasicum*, *Luzula multiflora*, *Matricaria caucasica*, *Pedicularis condensata*, *Phleum alpinum*, *Pulsatilla aurea*, *Rhododendron caucasicum*, *Rumex alpestris*, *Senecio taraxacifolius*, *Solidago virgaurea*) (номенклатура сосудистых растений приводится по Ф.М.Воробьевой и В.Г.Онипченко) [2].

Исследование проводили на высокогорном альпийском стационаре МГУ в Тебердинском государственном биосферном заповеднике, на северо-восточном отроге г. Малая Хатипара, высота 2750-2800 над ур.м.

Методика исследования

Для каждого изучаемого вида было взято по 12 растений, каждое из которых было помечено. Наблюдения проведены над всеми листьями отмеченных растений. Состояние каждого листа оценивали по его внешнему виду, было выделено 4 группы листьев на основании их состояния: 1) разворачивающиеся (не достигшие половины длины взрослого (зеленого) листа); 2) вегетирующие; 3) желтеющие (частично желтые); 4) пожелтевшие и отмершие (с бурой или серой окраской).

На выбранных побегах производили подсчет листьев с учетом их состояния. Для этого на растения ставили метку и отмечали число листьев, находившихся в различном состоянии. В качестве метки использовали проволоочное кольцо, надетое на лист в случае достаточно крупных листьев, или между листьев в случае,

² Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ проект № 11-04-01215а



когда этот вариант был удобнее. Осмотр листьев производили через каждые 5-7 дней. Таким образом, для каждого побега при описании отмечали число листьев, их состояние, ход разворачивания и отмирания.

Обработка данных была проведена в программе Microsoft Excel. Для математической обработки даты наблюдений переводили в числа, отсчитываемые с 1 января [3], например: 23 июня – это 174 день.

Дата начала отмирания листа была рассчитана по следующей формуле:

где $D_{н.о.}$ – дата начала отмирания, $D_в$ – дата последнего наблюдения листа в вегетирующем состоянии, $D_ж$ – дата первого наблюдения с появившимся желтеющим листом.

$$D_{н.о.} = \frac{D_в + D_{жс}}{2},$$
$$D_{н.о.} = \frac{D_{жс} + D_п}{2},$$

Дата полного отмирания листа по формуле:

где $D_ж$ – дата последнего наблюдения с появившимся желтеющим листом; $D_п$ – дата первого наблюдения с полностью пожелтевшим листом.

Длительность отмирания листа – это время, в течение которого лист находится в желтеющем состоянии.

где $D_{п.о.}$ – дата полного отмирания; $D_{н.о.}$ – дата начала отмирания.

$$Дл_{отмир.листа} = D_{п.о.} - D_{н.о.},$$

Период отмирания листьев – это период в течение, которого на растении имеются желтеющие листья.

$$П_{отмир.} = D_{к.о.} - D_{н.о.}$$

Длительность отмирания были рассчитаны для индивидуальных листьев, затем получены средние значения для всех исследованных листьев данного вида.

Результаты исследования

Отмирание листьев растений гераниево-копеечниковых лугов

На гераниево-копеечниковых лугах первыми в вегетационном сезоне начинают отмирать листья зимней генерации у летне-зимнезеленых растений, у которых отмирание происходит в течение всего года (табл. 1).

Среди летнезеленых растений первыми начинали отмирать (в первой половине июля) листья у *Agrostis vinealis*, *Chamaenerion angustifolium*, *Geranium gymnocaulon*, *Matricaria caucasica*, *Pedicularis condensata*, *Phleum alpinum*. У большинства видов этой группы начало отмирания происходило во второй половине июля (*Anthemis cretica*, *Carum meifolium*, *Hedysarum caucasicum*, *Pulsatilla aurea*, *Rumex alpestris*, *Senecio taraxacifolius*, *Solidago virgaurea*). Пик начала отмирания у *Chamaenerion angustifolium* был отмечен в начале августа, у *Agrostis vinealis*, *Anthemis cretica*, *Carum meifolium*, *Geranium gymnocaulon*, *Matricaria caucasica*, *Pedicularis condensata*, *Phleum alpinum* в первой половине августа и у *Hedysarum caucasicum*, *Pulsatilla aurea*, *Rumex alpestris*, *Senecio taraxacifolius*, *Solidago virgaurea* во второй половине августа.

На вторую половину августа приходится средний срок отмирания листьев *Agrostis vinealis*, *Anthemis cretica*, *Carum meifolium*, *Chamaenerion angustifolium*, *Geranium gymnocaulon*, *Hedysarum caucasicum*, *Matricaria caucasica*, *Pedicularis condensata*, *Phleum alpinum*, *Rumex alpestris*, *Senecio taraxacifolius*, а на начало сентября – *Solidago virgaurea* и *Pulsatilla aurea*.

Однако отдельные листья у некоторых из исследуемых видов могли сохраняться и до начала сентября (*Carum meifolium*, *Chamaenerion angustifolium*, *Pedicularis condensata*) и до второй половины сентября (*Agrostis vinealis*, *Anthemis cretica*, *Carum meifolium*, *Chamaenerion angustifolium*, *Geranium gymnocaulon*, *Hedysarum caucasicum*, *Matricaria caucasica*, *Phleum alpinum*, *Rumex alpestris*, *Senecio taraxacifolius*), однако все эти растения не имели перезимовавших листьев. В тоже время для *Matricaria caucasica* на альпийских коврах г. Арагац описано перезимовка с зелеными листьями [4]. В субнивальном поясе Центрального Кавказа *Matricaria caucasica* является факультативным летне-зимнезеленым растением: имеет пролептические почки, которые в случае зимних оттепелей сразу раскрывают листья [5].

У летне-зимнезеленых растений листья летней генерации начали отмирать в первой половине июля, пик отмирания пришелся на вторую половину июля. Средний срок отмирания листьев летней генерации – начало августа (*Carex atrata*), а у *Festuca brunnescens*, *Deschampsia flexuosa* и *Luzula multiflora* – вторая половина августа.



Таблица 1.

Сроки отмирания листьев растений гераниево-копеечниковых лугов за 3 года наблюдений (число, месяц, п- число наблюдений, ЛГ – листья летней генерации, ЗГ – листья зимней генерации, 1с – отмерли в течение одного вегетационного сезона, 2с – отмерли за два сезона (включая перезимовку), в скобках перед самое раннее появление первых листьев, после – крайний срок разворачивания листьев, без скобок средние сроки)

ВИД	год	п	Сроки отмирания листьев		Среднее за 3 года	
			начало	конец	начало	конец
<i>Agrostis vinealis</i>	2004	69	(15.07) 23.08 – 04.09 (11.10)		(13.07) 15.08 – 26.08 (23.09)	
	2005	47	(13.07) 10.08 – 20.08 (19.09)			
	2006	54	(09.07) 09.08 – 18.08 (09.09)			
<i>Anthemis cretica</i>	2004	110	(15.07) 15.08 – 27.08 (29.09)		(17.07) 14.08 – 22.08 (19.09)	
	2005	78	(13.07) 12.08 – 22.08 (19.09)			
	2006	77	(23.07) 14.08 – 18.08 (10.09)			
<i>Carex atrata</i>	2004	91	(15.07) 20.08 – 03.09 (30.09.04)		(12.07) 20.07 – 08.08 (28.09)	
	2005	64	(13.07) 22.08 – 01.09 (30.09.05)			
	2006	74	(09.07) 17.08 – 28.08 (23.09.06)			
	2004	21	(13.07.05) 23.07.05 – 30.07.05 (18.08.05)		весь год	
	2005	21	(23.06.06) 06.07.06 – 18.07.06 (06.08.06)			
	2006	38	(15.06.07) 20.06.07 – 11.07.07 (23.07.07)			
	2004	3	(29.09.04) 29.09.04 – 28.06.05 (29.06.05)		весь год	
	2005	12	(06.09.05) 12.09.05 – 04.07.06 (22.07.06)			
	2006	12	(30.08.06) 19.09.06 – 16.06.07 (15.07.07)			
<i>Carex meifolium</i>	2004	31	(24.07) 12.08 – 22.08 (12.09)		(22.07) 14.08 – 23.08 (10.09)	
	2005	25	(26.07) 18.08 – 28.08 (20.09)			
	2006	28	(15.07) 14.08 – 19.08 (09.09)			
<i>Chamaenerion angustifolium</i>	2004	239	(03.07) 09.08 – 13.08 (30.08)		(12.07) 09.08 – 15.08 (06.09)	
	2005	151	(19.07) 01.08 – 11.08 (09.09)			
	2006	233	(15.07) 15.08 – 18.08 (10.09)			
<i>Deschampsia flexuosa</i>	2004	40	(15.07) 14.08 – 27.08 (17.10)		(14.07) 15.08 – 28.08 (30.09)	
	2005	41	(13.07) 22.08 – 03.09 (21.09)			
	2006	38	(15.07) 10.08 – 21.08 (23.09)			
	2004	17	(29.06.05) 07.07.05 – 15.07.05 (26.07.05)		весь год	
	2005	16	(23.06.06) 03.07.06 – 16.07.06 (29.07.06)			
	2006	14	(15.06.07) 26.06.07 – 12.07.07 (15.07.07)			



Вид	год	п	Сроки отмирания листьев		Среднее за 3 года	
			начало	конец	начало	конец
<i>Festuca brunnescens</i>	ЛГ	41	(15.07)	17.08 – 29.08 (27.09)	(14.07)	14.08 – (25.08) 23.09
		29		(13.07) 22.08 – 01.09 (19.09)		
		33		(15.07) 06.08 – 15.08 (23.09)		
	3	12		(29.06.05) 13.07.05 – 21.07.05 (09.08.05)		весь год
		21		(23.06.06) 26.06.06 – 11.07.06 (22.07.06)		
		19		(15.06.07) 30.06.07 – 14.07.07 (23.07.07)		
<i>Geranium gymnocaulon</i>	Г	5		(12.09.04) 15.09.04 – 05.07.05 (19.07.05)		весь год
		4		(19.09.05) 19.09.05 – 30.06.06 (03.07.06)		
		4		(30.08.06) 30.08.06 – 30.06.07 (05.07.07)		
		73		(14.07) 12.08 – 24.08 (30.09)	(10.07)	10.08 – 22.08 (20.09)
		61		(14.07) 11.08 – 23.08 (20.09)		
		64		(03.07) 08.08 – 19.08 (10.09)		
<i>Hedysarum caucasicum</i>		57		(03.08) 28.08 – 11.09 (30.09)	(21.07)	20.08 – 27.08 (20.09)
		61		(13.07) 17.08 – 27.08 (19.09)		
		50		(15.07) 15.08 – 20.08 (10.09)		
	ЛГ	63		(15.07) 04.08 – 17.08 (12.09)	(14.07)	09.08 – 20.08 (13.09)
		50		(13.07) 07.08 – 14.08 (06.09)		
		72		(15.07) 13.08 – 23.08 (23.09)		
<i>Luzula multiflora</i>	ЗГ	6		(29.06.05) 08.07.05 – 19.07.05 (26.07.05)		весь год
		13		(03.07.06) 07.07.06 – 16.07.06 (29.07.06)		
		25		(25.06.07) 02.07.07 – 15.07.07 (23.07.07)		
		152		(14.07) 10.08 – 20.08 (29.09)	(12.07)	10.08 – 20.08 (20.09)
		74		(14.07) 16.08 – 25.08 (20.09)		
		85		(09.07) 06.08 – 14.08 (10.09)		
<i>Pedicularis condensata</i>		75		(15.07) 08.08 – 21.08 (11.09)	(13.07)	07.08 – 18.08 (13.09)
		70		(08.07) 07.08 – 18.08 (19.09)		
		54		(15.07) 07.08 – 15.08 (10.09)		
		98		(15.07) 17.08 – 28.08 (29.09)	(13.07)	11.08 – 21.08 (20.09)
		65		(14.07) 12.08 – 21.08 (20.09)		
		59		(09.07) 01.08 – 08.08 (10.09)		
<i>Phleum alpinum</i>						



Вид	год	п	Сроки отмирания листьев		Среднее за 3 года	
			начало	конец	начало	конец
<i>Pulsatilla aurea</i>	2004	40	(24.07)	04.09 – 19.09 (29.09)	(28.07)	28.08 – 08.09 (20.09)
	2005	35	(02.08)	26.08 – 05.09 (20.09)		
	2006	33	(29.07)	22.08 – 30.08 (10.09)		
<i>Rhododendron caucasicum</i>	2004	60	(15.07)	19.08 – 04.09 (29.09)	(16.07)	08.08 – 24.08 (19.09)
	2005	36	(26.07)	05.08 – 18.08 (19.09)		
	2006	45	(04.07)	02.08 – 21.08 (09.09)		
	2004	14	(28.09.04)	30.09.04 – 22.07.05 (01.08.05)		
	2005	11	(01.08.05)	08.09.05 – 03.08.06 (22.08.06)		
<i>Rumex alpestris</i>	2006	15	(16.08.06)	01.09.06 – 20.07.07 (19.08.07)	(20.07)	17.08 – 26.08 (19.09)
	2004	67	(24.07)	21.08 – 01.09 (29.09)		
	2005	46	(26.07)	19.08 – 28.08 (19.09)		
	2006	57	(09.07)	12.08 – 18.08 (10.09)		
	2004	36	(14.07)	20.08 – 02.09 (29.09)		
<i>Senecio taraxacifolius</i>	2005	33	(01.08)	25.08 – 05.09 (19.09)	(18.07)	18.08 – 28.08 (19.09)
	2006	53	(09.07)	11.08 – 18.08 (10.09)		
	2004	88	(24.07)	30.08 – 10.09 (11.10)		
<i>Solidago virgaurea</i>	2005	51	(26.07)	25.08 – 04.09 (20.09)	(20.07)	24.08 – 01.09 (24.09)
	2006	81	(09.07)	17.08 – 19.08 (10.09)		



Листья летней генерации *Luzula multiflora* заканчивают отмирание в середине сентября, *Festuca brunnescens* – во второй половине сентября, а у *Carex atrata* и *Deschampsia flexuosa* листья отмирают в конце сентября.

Deschampsia flexuosa в нашем случае зимует с частично зелеными листьями. Этот широко распространенный вид может быть отнесен к факультативно летнезимнезеленым растениям. Так по наблюдениям в Англии этот вид сохраняет большую часть листового аппарата зеленой в течение зимы [6]. В условиях Скандинавии *Deschampsia flexuosa* зимует под снегом, мощностью несколько десятков сантиметров. Обладает высокой устойчивостью к ночным заморозкам [7]. В Великобритании *Deschampsia flexuosa* типично летне – зимнезеленый вид. Листья сохраняются зелеными в течение всего года, долгоживущие (но менее одного года) [8]. А в альпийском поясе гор Хоккадо на долгоснежных участках этот вид зимует без зеленых частей листьев, а на малоснежных с зелеными листьями [9]. В Московской области *Deschampsia flexuosa* – зимнезеленое растение. К концу вегетационного периода побег возобновления развивает 5-6 зеленых листьев, причем первые 2-3 обычно засыхают и на зиму сохраняется 3 зеленых листа и 2-3 листовых зачатка [10].

Длительность отмирания (пожелтения) отдельных листьев летнезеленых растений мало варьирует, составляя в среднем от 9,6 до 11,8 дней (табл. 2). Быстрее всего отмирают листья у *Carum meifolium* (в среднем за 9,6 дней), у *Chamaenerion angustifolium* в среднем 9,7 дней, у *Rumex alpestris* и *Geranium gymnocaulon* – 9,9 дней. Несколько медленнее отмирают листья у *Pulsatilla aurea* (в среднем за 11,8 дней).

Таблица 2.

Длительность отмирания листа (среднее значение, дни)
гераниево-копеечниковых лугов за 2004-2006 гг. (n – число наблюдений, X – среднее значение,
m – ошибка среднего, ЛГ-листья летней генерации, ЗГ – листья зимней генерации,
1с – отмерли в течение одного вегетационного сезона, 2с – отмерли за два сезона (включая перезимовку),
Ср. взвеш. – средневзвешенные по поколениям листьев,
Общ.ср.- общее среднее для всех листьев летне-зимнезеленых растений)

Вид			Длительность отмирания листа									Общ. ср.	
			2004 год			2005 год			2006 год				Ср. взвеш.
			n	X	m	n	X	m	n	X	m		
<i>Agrostis vinealis</i>			69	11,7	0,1	47	9,5	0,5	54	9,8	0,5	10,4	100
<i>Anthemis cretica</i>			110	11,9	3,7	78	9,8	0,4	77	8,1	0,2	10,1	
<i>Carex atrata</i>	ЛГ		91	13,5	0,6	64	18,7	3,6	74	11,7	0,7	14,3	
	З Г	1 с	21	7,2	0,4	21	12,0	2,1	38	19,5	1,1	14,5	
		2 с	3	273,0	0,01	12	295,8	5,2	12	246,7	17,8	271,4	
<i>Carum meifolium</i>			31	10,0	0,1	25	10,5	0,6	28	8,4	0,3	9,6	
<i>Chamaenerion angustifolium</i>			189	9,8	0,04	151	9,6	0,3	233	9,7	0,3	9,7	
<i>Deschampsia flexuosa</i>	ЛГ		40	10,9	0,7	41	11,0	0,5	38	11,3	1,0	11,0	12,1
	ЗГ		17	12,2	2,2	18	12,3	1,3	14	15,5	1,6	13,2	
<i>Festuca brunnescens</i>	ЛГ		41	12,4	0,6	29	10,7	0,6	30	10,9	0,6	11,4	105,6
	З Г	1 с	12	8,9	1,8	21	13,9	1,1	19	13,8	1,1	12,7	
		2 с	5	293	6,2	4	283,3	26,7	4	302,5	3,2	292,9	
<i>Geranium gymnocaulon</i>			73	11,2	1,6	61	10,1	0,5	64	8,5	0,4	9,9	
<i>Hedysarum caucasicum</i>			57	14,0	0,8	58	10,0	0,4	50	9,0	0,4	11,0	
<i>Luzula multiflora</i>	ЛГ		63	12,1	0,6	50	8,4	0,4	72	9,9	0,6	10,2	10,7
	ЗГ		6	11,5	2,0	13	7,8	0,8	25	13,2	1,2	11,3	
<i>Matricaria caucasica</i>			152	10,9	0,3	74	9,3	0,3	85	9,1	0,3	10,0	164,9
<i>Pedicularis condensata</i>			75	11,5	0,1	70	10,2	0,3	54	8,3	0,3	10,1	
<i>Phleum alpinum</i>			98	11,7	0,3	65	9,4	0,4	59	8,1	0,3	10,0	
<i>Pulsatilla aurea</i>			40	15,2	0,4	35	10,4	0,2	33	9,2	0,4	11,8	
<i>Rhododendron caucasicum</i>	1с		60	13,1	0,5	36	13,3	1,3	45	18,1	1,6	14,9	
	2с		14	296,6	2,5	11	329,3	4,9	15	321,4	5,7	315	
<i>Rumex alpestris</i>			67	10,7	0,9	46	9,7	0,2	57	9,4	0,5	9,9	10,3
<i>Senecio taraxacifolius</i>			36	12,3	0,1	33	10,9	0,9	53	8,8	0,3	10,4	
<i>Solidago virgaurea</i>			88	11,7	0,1	51	10,1	0,2	81	9,1	0,3	10,3	



Листья летней генерации у летне-зимнезеленых растений отмирали в среднем от 10,2 дней (*Luzula multiflora*) до 14,3 дней (*Carex atrata*).

У *Carex atrata* и *Festuca brunnescens* листья зимней генерации, отмирающие в течение 2 сезонов, отмирали в течение 9-9,7 месяцев. У *Rhododendron caucasicum* часть листьев отмирала в среднем за 14,9 дней, а листья, отмирающие в течение нескольких сезонов – в течение 10 месяцев.

Рассматривая общую динамику отмирания листьев у растений гераниево-копеечниковых лугов в течение вегетационного сезона, можно отметить, что у летне-зимнезеленых растений отмирание листьев происходит в течение всего вегетационного периода. В начале вегетационного периода отмирают листья зимней генерации, а в период с конца июля до конца сентября, начинают отмирать листья летней генерации, а также – часть зимней. Листья летнезеленых растений начинают отмирать во второй половине июля. Пик отмирания приходится на середину августа.

Заключение

1. Большая часть видов растений гераниево-копеечниковых лугов (тринадцать из восемнадцати исследованных) может быть отнесена к летнезеленым растениям, 4 вида к факультативно-летне-зимнезеленым (эти растения несут зеленую листву в течение всего года и развивают две генерации листьев, сменяющие друг друга в течение вегетационного периода) и 1 вид (*Rhododendron caucasicum*) к вечнозеленым.

2. Длительность отмирания отдельных листьев летнезеленых растений гераниево-копеечниковых лугов составляет в среднем от 9,6 до 11,8 дней. Листья летней генерации у летне-зимнезеленых растений отмирают от 10,2 дней (*Luzula multiflora*) до 14,3 дней (*Carex atrata*), в то время как листья, уходящие в зиму зелеными отмирают в течение нескольких месяцев. У *Rhododendron caucasicum* часть листьев отмирала в среднем за 14,9 дней, а листья, отмирающие в течение нескольких сезонов – в течение 10 месяцев.

Библиографический список

1. Körner C. Alpine plant life: functional plant ecology of high mountain ecosystems. 2nd ed. Berlin. – Heidelberg: Springer-Verlag, 2003. – 344 p.
2. Воробьева Ф.М., Онипченко В.Г. Сосудистые растения Тебердинского заповедника (аннотированный список видов) / Под ред. И.А. Губанова // Флора и фауна заповедников. Вып. 99. – М.: б.и., 2001. – 100 с.
3. Шнелле Ф. Фенология растений. – Л., 1961. – 259 с.
4. Восканян В.Е. О некоторых биологических особенностях растений верхней части альпийского пояса горы Арагац // Ботанический журнал, 1966. – Т. 51. – № 2. – С. 257-265.
5. Нахуцришвили Г.Ш., Гамцемлидзе З.Г. Жизнь растений в экстремальных условиях высокогорий (на примере Центрального Кавказа). – Л.: Наука, 1984. – 124 с.
6. Rorison I.H. Plant growth in response to variations in temperature: field and laboratory studies // Plant and their atmospheric environment / Grace J., Ford E.D. & Jarvis P.G. (eds.) – Oxford e.a.: Blackwell SP, 1981. – P. 313-332.
7. Stoutjesdijk Ph., Barkman T.T. Microclimate, vegetation and fauna. - Knivsta: Opulus Press, 1992. - 216 p.
8. Alonso I., Hartley S.E. Effects of nutrient supply, light availability and herbivory on the growth of heather and three competing grass species // Plant Ecology, 1998. - V. 137. - № 2. - P. 203-212.
9. Kudo G. Effects of snow free period on the phenology of alpine plants inhabiting snow patches // Arctic and alpine research, 1991. – V. 24. - № 4. – P. 436-443.
10. Жукова Л.А. Луговик извилистый // Биологическая флора Московской области. Вып. 5. / Под ред. проф. Т.А. Работнова – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1980. – С. 47-57.

Bibliography

1. Körner C. Alpine plant life: functional plant ecology of high mountain ecosystems. 2nd ed. Berlin. – Heidelberg: Springer-Verlag, 2003. – P. 344
2. Vorobvova F.M., Onipchenko V.G. Vascular plants of the Teberdinsky reserve (an annotated list of species) / Ed. by. I.A. Gubanova // Flora and fauna of nature reserves. Vol. 99. - M. 2001. – P.100.
3. Shelle F. Phenology of plants. - L., 1961. – P. 259.
4. Voskanvan V.E. On some biological features of plants of the upper part of the Alpine belt of the mountain Aragats // Botanical journal, 1966. - V. 51. - № 2. - P. 257-265.
5. Nakhuzrishvili G.Sh., Gamzemlidze Z.G. The life of the plants in extreme conditions of high mountains (on the example of the Central Caucasus). - L.: Science, 1984. – P.124.
6. Rorison I.H. Plant growth in response to variations in temperature: field and laboratory studies // Plant and their atmospheric environment / Grace J., Ford E.D. & Jarvis P.G. (eds.) – Oxford e.a.: Blackwell SP, 1981. – P. 313-332.
7. Stoutjesdijk Ph., Barkman T.T. Microclimate, vegetation and fauna. - Knivsta: Opulus Press, 1992. - 216 p.
8. Alonso I., Hartley S.E. Effects of nutrient supply, light availability and herbivory on the growth of heather and three competing grass species // Plant Ecology, 1998. - V. 137. - № 2. - P. 203-212.
9. Kudo G. Effects of snow free period on the phenology of alpine plants inhabiting snow patches // Arctic and alpine research, 1991. – V. 24. - № 4. – P. 436-443.