

# 短生植物重量的动态变化及其分析

刘晓云 刘 速

(中国科学院新疆生物土壤沙漠研究所, 乌鲁木齐 830011)

**摘 要** 通过对阜康站研究区域 10 种常见短生植物重量的研究表明: 1) 绝大多数短生植物在其生长发育过程中重量动态变化明显, 生长曲线呈单峰型。2) 生长初期, 多数短生植物株重的增加与株高生长同步。生长后期, 株高生长停止, 株重先是伴随花果的形成得以增加, 果实成熟后则随叶片的脱落迅速下降。3) 与长营养期植物相比, 在一年生短生植物当中, 果实在地上部重量中的比例很高, 最高者达 77.8%。4) 同为短生植物, 生长特征存在着较大的差异。据以鲜重、干重、株高、根长和地上、地下重量比例为变量进行的聚类分析结果, 可将短生植物分为多年生营养繁殖、多年生种子兼营养繁殖和一年生种子繁殖三大类。

**关键词** 短生植物 植株重量 动态变化

短生植物是干旱、半干旱地区一个独特的植物类群, 其生活周期仅 40~70 天(刘晓云等, 1992)。在短暂的生长发育过程中, 其株重形成与植株高度、物候期变化之间的关系如何? 在同一时期不同种类间的差异是否明显? 何时为短生植物株重形成的关键时期? 近年来, 对短生植物的区系、生态地理分布规律、生态生物学特性等有过一些研究, 但上述问题未见报道(毛祖美等, 1991; 刘晓云等, 1992; 李世英, 1961; 张立运, 1985; 杨戈, 1991; 蒋瑞芬, 1992)。

本文通过对分布在中科院阜康荒漠生态系统观测试验站研究区域中个体多、分布广、具有一定代表性的 10 种短生植物单株重量变化的研究, 分析了其生产力形成特点及动态变化规律, 为深入研究荒漠生态系统的结构与功能奠定了理论基础, 同时也为春季牧场的利用管理, 早春啮齿类动物生态习性的研究提供理论依据。

## 1 研究区域自然条件及研究方法

阜康荒漠生态系统观测试验站位于新疆阜康县境内。研究范围地处东经  $87^{\circ}45' \sim 88^{\circ}05'$ , 北纬  $43^{\circ}50' \sim 44^{\circ}30'$ 。南起天山山脉东段北麓, 北至古尔班通古特大沙漠南缘。为温带大陆性荒漠气候区。年均温  $6.1^{\circ}\text{C}$ , 最热月平均气温  $25.6^{\circ}\text{C}$ , 最冷月平均气温  $-18.8^{\circ}\text{C}$ 。年降水量 171.8mm, 春、夏、秋和冬季降水量分别为全年降水量的 30.6%, 32.5%, 29.6% 和 7.3%。

本项研究野外观测于 1991 年 4 月 13 日至 6 月 15 日进行。工作期间内每隔 7~10 天对短生植物植株高度、根系长度及物候期进行观测记载。同时依据各种植物植株体的大小分别选 20~100 株进行株重的测定。测定时分地上和地下两个部分。花或果期时对多数植物的地上部分又分为茎、叶和花(果)分别称重。称完鲜重后送入烘箱在  $80^{\circ}\text{C}$  下烘干称重。

本文于 1994-01-28 收到, 1994-07-27 定稿。

\* 本文是中科院阜康荒漠生态系统观测试验站研究内容之一。在成文过程中, 张佃民、张立运先生提出宝贵意见。

日增长速率  $R$  的公式为:  $R = (W_2 - W_1) / (D_2 - D_1)$ 。其中  $W_1$  和  $W_2$  分别为  $D_2$  日和  $D_1$  日的株重。聚类分析中以鲜重、干重、株高、根长、地上、地下株重比例为变量,用最近距离法计算短生植物之间的距离。

本研究中 10 种短生植物为: 纤细老鹳草 (*Geranium robertianum*)、角果毛茛 (*Ceratocephalus orthoceras*)、尖喙牻牛儿苗 (*Erodium oxycarrhynchum*)、珀菊 (*Amberboa turanica*)、小花荆芥 (*Nepeta micrantha*)、扭果芥 (*Torularia torulosa*)、假狼紫草 (*Nonea caspica*)、独尾草 (*Eremurus anisopteris*)、齿稈草 (*Schismus arabicus*) 和蝎尾菊 (*Koelipnia linearis*)。做为对照,对同一区域中的长营养期植物疏叶骆驼刺 (*Alhagi sparsifolia*) 和角果藜 (*Cerotocarpus arenarius*) 也进行了研究。

## 2 研究结果

### 2.1 植株重量生长曲线

10种短生植物之间植株重量相差很大(刘晓云等,1992),其株重的动态变化幅度也是大不相同的。由图 1 可知:依形状短生植物株重的生长曲线可分两种类型。一是单峰型,为最普遍的一个类型,绝大多数短生植物属于此类。植株高大的假狼紫草、珀菊等植株由小到大株重增加很快,高峰期极为明显。植株矮小的齿稈草、角果毛茛等高峰期相对不太突出。二是双峰型,仅独尾草一种植物属于此类。

### 2.2 植株高度与株重的关系

如图 1 显示,生长发育前期多数短生植物植株高度与其重量的增长规律相同,二者的生长曲线形状基本吻合。但因种间植株高度差异明显(由 2cm 的角果毛茛至 60cm 的独尾草),不同种类间植株高度与重量生长曲线的相似程度不同。植株高大的尖喙牻牛儿苗、假狼紫草、珀菊、小花荆芥、扭果芥等随株高的增长,株重增加明显,株高与重量的峰期几乎同时出现。而株型矮小的齿稈草、角果毛茛株高与其重量生长曲线的相似性相对较小。

### 2.3 物候期与株重的关系

由物候谱(图 1)可以看出,物候期与短生植物株重的关系十分密切。营养生长期时绝大多数植物株重增加比较缓慢,进入生殖期后增长速度迅速加快并于果实初期(小花荆芥于花期)达到峰值。此后,随着果实成熟,部分茎叶脱落,株重也迅速下降。

### 2.4 果实在地上部株重中的比例

短生植物的茎、叶、果在株重中的比例不同与长营养期草本植物。表 1 显示,果实在短生植物地上株重中的比例明显高于长营养期的疏叶骆驼刺和角果藜。果实比例最低的扭果芥为 21.5%,最高的角果毛茛则高达 77.8%。

### 2.5 植株重量的增长速率

不同短生植物种类之间株重增加速率差异极为明显。以单株植物体最大日增长量(g)为据,10种短生植物株重增长速率由大到小的排列顺序为:独尾草(4.56)、珀菊(0.744)、假狼紫草(0.717)、尖喙牻牛儿苗(0.184)、扭果芥(78)、蝎尾菊(0.048)、纤细老鹳草(0.024)、齿稈草(0.006)和角果毛茛(0.0025)。

短生植物种类间株重的增长速率虽相差很大,但各种植物在其生长发育过程中增长速率均有一个最快时节。由于生活周期长短不一及生长发育节律的差异,增长速率最快

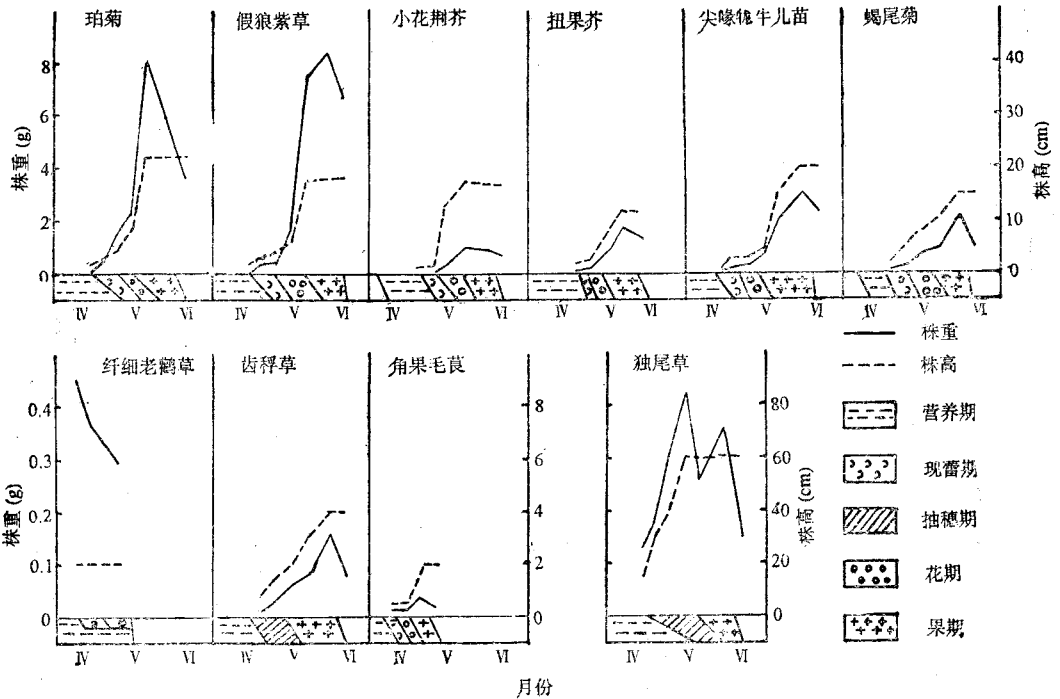


图1 短生植物植株重量和高度生长曲线及物候图谱

Fig.1 Weight, height growth curve and Phenological chart of ephemerals

表1 短生植物及对照长营养期植物茎、叶、果在地上株重中所占比例

Table 1 The proportions of stem, leaf, fruit of ephemerals and long life cycle plants to their aboveground weight(%)

项目 Item	植物 Species	尖喙牻牛儿苗	珀菊	齿稈草	角果毛茛	独尾草	假狼紫草	蝎尾菊	扭果芥	疏叶骆驼刺	角 <sup>1)</sup> 果藜
茎 Stem		32.9	13.0	—	—	—	15.1	60.4	35.3	67.5	11.5
叶 Leaf		39.0	64.7	53.4	22.2	53.6	56.6	14.3	43.2	25.0	75.8
果 Fruit		28.1	22.3	46.6	77.8	46.4	28.3	25.3	21.5	7.5	13.7

1) 植物拉丁学名见文内。

时节出现的时间也因种而异。由表2可知,纤细老鹳草株重增长速率最快时节出现于4月13日之前,角果毛茛于4月20~28日,小花荆芥、蝎尾菊于5月5~15日,尖喙牻牛儿苗、珀菊、假狼紫草、扭果芥于5月15~23日,齿稈草于5月23~6月5日,独尾草则分别于4月28日~5月5日和5月23日~6月5日。

No.	种 名	月·日	No.	种 名	月·日
1	纤 细	4.13	27	小 花	4.23
2	老 鹳 草	4.21	28	荆 芥	5.5
3		4.27	29		5.15
4		5.5	30		5.23
5		4.13	31		6.5
6	角 果	4.21	32		4.23
7	毛 茛	4.27	33		5.5
8		5.5	34	扭 果 芥	5.15
9		4.20	35		5.23
10	尖 喙 槌	4.28	36		6.5
11		5.5	37		5.5
12	牛 儿 苗	5.15	38	齿 槌	5.15
13		5.23	39		5.23
14		6.5	40		6.5
15		4.20	41		4.28
16		4.28	42		5.5
17	珀 菊	5.5	43	蜀 尾 菊	5.15
18		5.15	44		5.23
19		5.23	45		6.5
20		6.5	46		6.15
21		4.20	47		4.21
22		4.28	48		4.28
23	假 狼 草	5.5	49		5.5
24	紫	5.15	50	独 尾 草	5.15
25		5.23	51		5.23
26		6.5	52		6.5

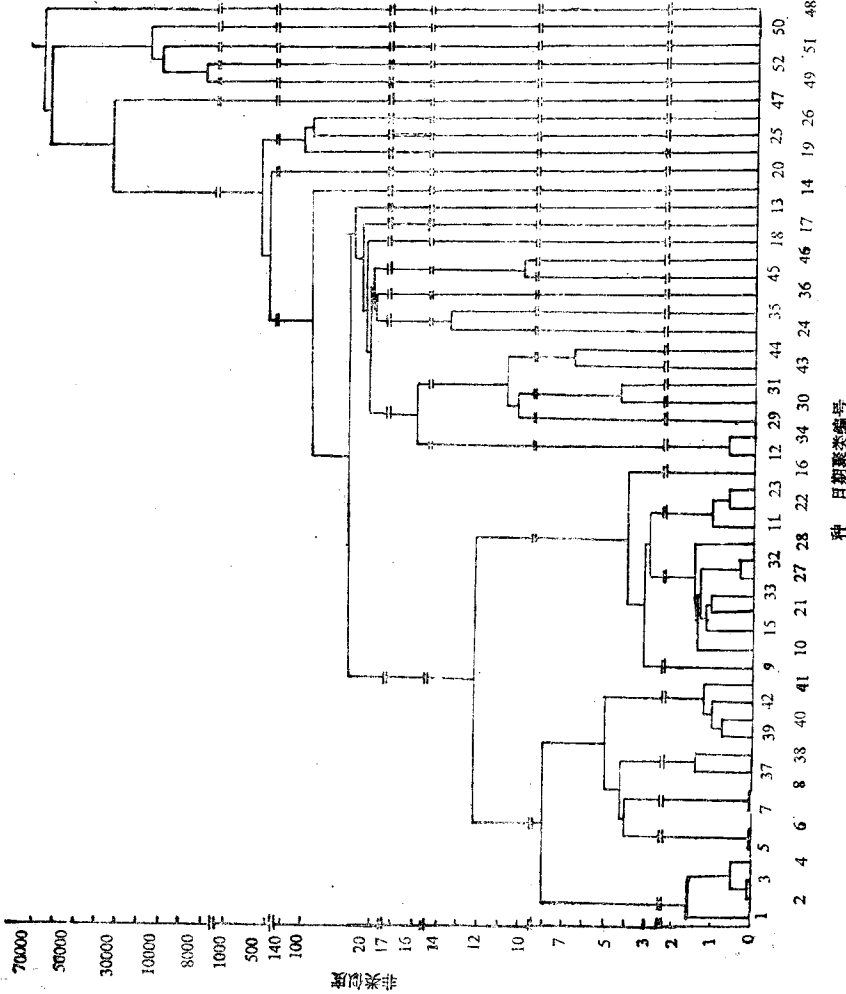


图 2 短生植物在不同时期生长特征的聚类分析  
 Fig. 2 Cluster analysis of ephemeral growth characteristics in different periods

### 2.6 生长特征的动态变化及种间差异分析

以短生植物株重的鲜重、干重、株高和根长为变量进行聚类分析表明: 同种短生植物在不同生长发育阶段差异明显(图 2)。

特别是珀菊、假狼紫草、尖喙牻牛儿苗等同种植物不同生长时期的差异超过了种间的差异。同时, 不同种类间的差异也极为明显, 如纤细老鹳草、角果毛茛、齿稗草和独尾草。

为进一步反映短生植物种类之间的异同性, 在上述 4 个变量基础上, 再加入地上、地下部分在其总株重中所占百分比, 每种植物选一组最有代表性的数据再次分析, 明显地将短生植物分为 3 个类群(图 3), 即纤细老鹳草类、独尾草类和其它短生植物类。

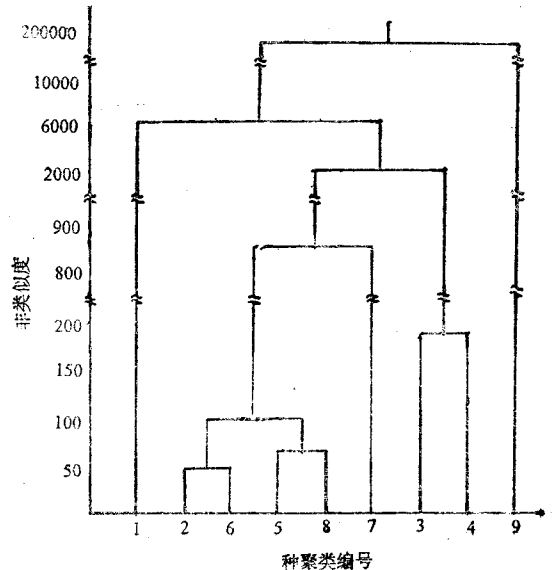


图 3 不同种类短生植物生长特征的聚类分析  
Fig.3 Cluster analysis of ephemeral growth characteristics among the different species  
1. 纤细老鹳草 2. 尖喙牻牛儿苗 3. 珀菊 4. 假狼紫草  
5. 小花荆芥 6. 扭果芥 7. 齿稗草 8. 蝎尾菊  
9. 独尾草(植物学名见文内)

### 3 结果与讨论

1) 由植株重量的动态变化可知, 不同种类短生植物生长曲线的形状不尽相同, 增长速率最快时节的出现时间也因种而异, 但却均具株重较小、株型较矮、生长发育迅速、生活周期短的特点。与干旱、半干旱地区其它长营养期草本植物相比(王义凤, 1982), 虽然两类植物中的绝大多数种类株重生长曲线均呈单峰型, 高峰期也都出现于花或果期, 但因短生植物生活史短, 果实成熟后几乎没有果后营养生长, 因此, 短生植物的株重在果实成熟以后迅速降低, 生长曲线的高峰期就更为明显。

表 2 各时期短生植物株重增长值在其高峰期中所占比例<sup>1)</sup>  
Table 2 The proportion of ephemeral weight increasing value to its peak weight (%)

时 段 Period	植 物 Species	纤 细 老 鹳 草	角 果 毛 茛	尖 喙 牻 牛 儿 苗	珀 菊	假 狼 紫 草	小 花 荆 芥	扭 果 芥	齿 稗 草	蝎 尾 菊	独 尾 草
萌发之日~初调查之日	100	35.8	1.64	2.2	1.65	9.1	7.1	17.5	6.0	32.5	
4月13日~20日		7.1	2.56								
4月20日~28日		57.1*	2.1	4.6	2.3					4.1	
4月28日~5月5日			4.6	12.3	0.95	14.4	6.4		15.1	38.5 <sup>1)</sup>	
5月5日~15日			13.5	8.5	16.3	76.5*	34.5	22.7	40.3 <sup>1)</sup>	24.9	
6月15日~23日			45.2*	72.4*	68.4*		52.0*	5.2	10.9		
6月23日~6月5日			30.4		10.4			52.6*	27.7	26.3 <sup>2)</sup>	

1) 生物量增长最快时节 2) 独尾草第二个高峰前增长最快时节 3) 植物拉丁学名见文内。

短生植物多于5月生长迅速,株重的高峰期也相对集中于5月中旬至6月上旬。因此,春季土壤水分对该地区短生植物的株重形成尤为关键。春季大量短生植物的发生成为各类荒漠群落中的一个重要层片,并使整个荒漠生态系统的初级生产力相应提高,对于春季放牧利用具有特殊意义。

此外,多年生的独尾草和纤细老鹳草的生长曲线不同于一年生短生植物。独尾草具双峰型曲线,这是因其生长发育过程中营养生长与生殖生长区分十分明显所致。营养期时,独尾草地上部分均为叶片构成。进入生殖期后随果穗的抽出,叶片迅速枯死,其地上部分几乎均由果穗构成,因而在由叶片构成的第一个高峰值与果穗构成的第二个高峰值之间形成了一个明显的低谷。图1中独尾草的株高在株重的第一个高峰以后继续增加的事实也证明了这一点。纤细老鹳草的株重在调查之日起便呈负增长,而且株高几乎不变,这点有待于进一步收集野外资料,特别是其根状茎的物质积累与地上部株重变化之间的关系有待于进一步研究。

2) 虽同属短生植物,但在生长高度、根系长度、物质积累及空间分配(刘晓云等,1992)等特征上存在明显的种间差异,依聚类分析结果可将这些植物分为三大类:第一类是多年生、以营养繁殖为主、株体低矮、地下物质比重较大的纤细老鹳草;第二类是多年生、种子繁殖兼营养繁殖、株体较大、地上、地下物质积累几近相同的独尾草;第三类是以种子繁殖的一年生类群,包含独尾草及纤细老鹳草之外的其它所有短生植物。该类植物地上物质积累大大高于地下部分(地上部株重在全株中所占比例均在80%以上),且株高与根系同步增长。据株型和株重又可细分为:弱小型、中等型和粗壮型。弱小型植株低矮(2cm左右)、根系短(5cm左右)、单株重量小(小于0.1g),齿稈草、角果毛茛属于此类。中等型株高5~15cm、根长10~20cm、单株重量0.1~1g,尖喙牻牛儿苗、扭果芥、蝎尾菊和小花荆芥属于此类。粗壮型株高10~20cm、根长15~25cm、单株重量在1g以上,有珀菊和假狼紫草。

3) 对于靠种子进行繁殖的植物来说产生种子是保证其种群延续的唯一途径。同其它种子植物一样,短生植物也是在环境允许的限度内产生并留下尽可能多的子实以维持其种群的发展。因此,短生植物除具有在短暂的营养生长之后便转入生殖生长的特点之外,而且生殖枝相当发达,多数种类分化强烈。表1表明,短生植物的果实在其地上部株重中的比例均在20%以上,明显高于同一地区的长营养期草本植物角果藜(13.7%)和疏叶骆驼刺(7.5%),其中角果毛茛高达77.8%。这一特性对于保持其种群在严酷生态条件下的延续和稳定无疑是极为有益的。

4) 与长营养期草本植物相同,短生植物株重的动态变化与其株高生长及物候期有着十分密切的关系。营养生长期时多数短生植物的株重伴随株高的增长而得以缓慢增加(独尾草例外),进入生殖期后,随生殖枝的分化及花果的形成,植株高度及植株重量均得以明显地增加,在这一点上与多数长营养期草本植物明显不同(王义凤,1982)。特别是生殖枝与营养枝分开的种类如角果毛茛、齿稈草、尖喙牻牛儿苗、珀菊、独尾草等物候期变化与其株高及株重的关系更为密切。此外,与长营养期植物不同的是,因短生植物的营养期很短,这必然使短生植物的植株高度及株重的增长受到制约,因此植株低矮、重量轻成为短生植物的主要特点。而这一特点恰恰是短生植物对于干旱环境的一种适应方式。早春

时节;群落中多数长营养期植物尚未萌发,矮小的短生植物可充分利用这一时机进行有效光合积累,同时,矮小的株型不仅利于保持水分而且还可充分利用近地面的气温,通过生殖枝的强烈分化将光合积累更多的转化为果实。

### 参 考 文 献

- 王义凤,1982;内蒙地区大针茅草原中主要种群生物量季节变化的初步测定,草原生态系统研究,第二期。  
 毛祖美等,1991;新疆短生植物区系的研究,新疆植物学研究文集,科学出版社,93~101。  
 刘晓云、刘速,1992;早春短命、类短命植物的生态生物学特点,干旱区研究(荒漠生态系统研究专集)。  
 李世英,1961;北疆荒漠植被的基本特征,9(3~4)。  
 张立运,1985;新疆莫索湾地区短命植物的初步研究,植物生态学与地植物学丛刊,9(3)213~222。  
 杨戈,1991;早春短命植物营养器官解剖学的研究,新疆植物学研究文集,科学出版社。  
 蒋瑞芬,1992;乌鲁木齐附近早春植物生物学和生态学特性的初探,植物生态学与地植物学学报,16(4)354~362。  
 Rol, J., 1941; Phytogeography of Central Asia, Bull. Fan Men. Inst. Biol(bot), 11(1).

## ANALYSIS OF DYNAMICS OF PLANT WEIGHT IN EPHEMERALS

Liu Xiao-yun Liu Su

(Xinjiang Institute of Biology, Pedology, and Desert Research,  
 The Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011)

### Abstract

Ephemerals are a group of plants in arid and semi-arid area. By analyzing weight dynamics of 10 species of ephemerals in Fukang Desert Ecosystem Observation and Experiment Station of Xinjiang, The Chinese academy of Sciences in 1991, the following was found out.

1. The weight of most ephemerals greatly changed during their growth and development processes. There was one peak on the growth curves of most ephemerals except for *Eremurus anisopteris* (Fig. 1)

2. The weight of most ephemerals increased rapidly in May. Their weight peaks took place during the middle ten days of July (Table 2).

3. The growth characteristics were evidently different among the species of ephemerals. According to the differences the ephemerals could be divided into three types; perennial vegetative propagation type, perennial vegetative and seed propagation type and seed propagation type (Fig. 2, 3).

4. The proportion of fruits to the aboveground weight of ephemerals was obviously higher than that of long life cycle herbage (Table 1). The Lowest was 21.5% and the highest was 77%.

5. Weight dynamics of most ephemerals were closely related to their height and phenological phase (Fig. 1). The shapes of weight and height growth curves were similar during the earlier period of growth and development. The weight of most ephemerals increased rapidly in the period of reproduction.

**Key words** Plant weight dynamics, Ephemeral