

珠芽蓼 (*Polygonum viviparum* L.) 繁殖特性的研究*

黄荣福 沈颂东

(中国科学院西北高原生物研究所, 西宁, 810001)

摘 要

本文对生长在青藏高原不同纬度和不同海拔高度的珠芽蓼 (*Polygonum viviparum* L.) 居群的珠芽及花(瘦果)的数目和比率进行了观测和统计。结果表明,在不同生境条件下,珠芽蓼居群产生的无性繁殖器官——珠芽和有性繁殖器官——花(果)的能力有所不同。同时对珠芽和花在花序轴上的形成与发育状况以及与物候的关系也进行了观察。发现珠芽形成较早,分化发育完全,并且很容易在花序轴上萌发成幼株(假胎生),或脱离母体花序轴而萌发。花部各器官(包括胚囊)虽都能正常发育和受粉,但是瘦果或种子发育不完全,胚仅能发育到球形期或梨形期,未能达到成熟期,以致种子难以萌发或不能萌发。因此,珠芽蓼主要或完全依靠珠芽进行无性繁殖。

关键词: 珠芽蓼; 繁殖; 珠芽; 胚胎

珠芽蓼 (*Polygonum viviparum* L.) 是蓼科蓼属中分布于北温带高山、亚高山至北极冰缘地区的一种多年生草本植物。它主要分布在欧洲北部,亚洲东北部和美洲北部的寒湿地区。在中国主要分布于青藏高原东北部和北方冷湿的山坡草甸与灌丛草甸,成为该地区高寒草甸、高寒灌丛草甸群落的优势种或亚优势种。而且还是这些地区的优良牧草和重要的藏药植物。

珠芽蓼的花穗轴既能长出珠芽,用以无性繁殖,又能分化出花芽,开花受精,完成有性过程而产生种子。珠芽和种子是两种性质和构造完全不同的繁殖器官,它们在花穗轴上能先后或者交替分化形成,这与珠芽蓼的个体发育或与生态适应有什么关系? 珠芽和种子的繁殖能力对该植物种群繁衍和进行的贡献如何? 研究和了解这些问题有助于深刻认识在高寒生境胁迫下,植物繁殖适应对策及其在进化上的意义。同时,也能为引种栽培该类植物,扩大利用高山植物资源提供繁殖方面的理论依据。

* 青海省自然科学基金资助项目。

材料和方法

在珠芽蓼分布比较普遍的青藏高原东北部,选择不同纬度($N32^{\circ}40' \sim 37^{\circ}40'$)和不同海拔(2 800~4 500 m)生境的珠芽蓼 19 个居群,在花果期(7 月中旬到 8 月中旬)从每个居群中随机采取 50~100 株花序,统计每 1 个居群平均单株花序含有的珠芽数,花(果)数以及两者各占的比率,用以表示各居群植物能产生珠芽和花(果)的数量水平以及衡量无性和有性繁殖的能力。在生长期里观察珠芽或花果分化形成与物候或生境条件的关系,并取不同发育程度的花穗做石蜡纵切片,观察珠芽和花(果)或种子发育过程中组织器官的解剖构造变化。夏秋时节采集珠芽和种子(瘦果)在当年或翌年做萌发试验,观测珠芽和种子的萌发率以及幼苗的生长情况。

结果与讨论

(1) 不同生境居群的平均单株花序所含珠芽及花(果)的数目或比率不同,反映出生境条件对珠芽蓼无性和有性繁殖能力的影响(李进等,1998)。

观测统计 19 个居群所处的位置,生境和气候条件列表 1。各居群平均单株花序含有珠芽及花(果)的数目和比率列表 2。

表 1 珠芽蓼不同居群的生境和温度*

Table 1 The habitate and temperature of various population of *Polygonum viviparum*

居群地点 Locality of population	纬度 Latitude (N)	海拔 Altitude (m)	生境 Habitate	生长季平均温度 Mean temperature on growing season($^{\circ}C$) (4~9 month)		年平均温度 Annual mean temperature($^{\circ}C$)	
				气温 Tem.	地下 5 厘米 Under the surface 5 cm of earth	气温 Tem.	地下 5 厘米 Under the surface 5 cm of earth
门源县冷龙岭 Menyuan Xian Lenglong lin	$37^{\circ}40'$	4150	冰缘山坡 Periglacial slope	-1.0	3.9	-8.7	-4.7
门源县冷龙岭 Menyuan Xian Lenglong lin	$37^{\circ}40'$	4200	高山沼泽草甸 Alpine swamp meadow	-1.3	3.6	-8.7	-5.0
门源县冷龙岭 Menyuan Xian Lenglong lin	$37^{\circ}40'$	4100	高寒草甸 Alpine meadow	-0.7	4.2	-8.4	-4.4
门源县海北站 Menyuan Haibei zhan	$37^{\circ}40'$	3200	灌丛草甸 Bush meadow	5.8	10.7	-1.8	2.1
门源县皇城 Menyuan Xian Huangcheng	$37^{\circ}31'$	3500	阳坡草甸 Meadow of sun slope	2.9	7.8	-4.8	-0.8
大通县达坂山 Datong Xian Dabanshan	$37^{\circ}15'$	3450	灌丛草甸 Bush meadow	5.3	9.0	-2.6	0.0

居群地点 Locality of population	纬度 Latitude (N)	海拔 Altitude (m)	生境 Habitate	生长季平均温度 Mean temperature on growing season(°C) (4~9 month)		年平均温度 Annual mean temperature(°C)	
				气温 Tem.	地下5厘米 Under the surface 5 cm of earth	气温 Tem.	地下5厘米 Under the surface 5 cm of earth
互助县北山 Huzhu Xian Beishan	37°12'	3400	灌丛草甸 Bush meadow	5.8	8.5	-1.7	1.7
大通县俄博图 Datong Xian Ebotu	37°10'	2850	河岸灌丛 Riparian bush	8.9	12.6	1.0	3.6
湟源县日月山 Huangyuan Xian Riyueshan	36°28'	3250	草地 Grass land	7.0	11.1	-0.7	1.7
兴海县河卡山 Xinghai Xian Heka shan	35°54'	4200	高寒草甸 Alpine meadow	3.8	8.3	-3.9	-0.9
兴海县温泉 Xinghai Xian Wenquan	35°24'	3900	河滩 Flood land	6.0	10.2	-1.8	1.3
玛多县花石峡 Mado Xian Huashixia	34°56'	4500	高寒草甸 Alpine meadow	1.9		5.9	
玛沁县东倾沟 Maqing Xian Dongqinggou	34°46'	3800	沟谷灌丛 Valley bush	7.7		1.4	
玛沁县石峡沟 Maqing Xian Shixiagou	34°30'	4100	阴坡灌丛 Shady slope bush	4.5		-3.1	
玉树县歇武 Yushu Xian Xiewu	34°06'	3550	沟谷灌丛 Valley bush	10.0	14.1	3.6	6.4
班玛县,班玛林场 Banma Xian, Banmalinchang	32°46'	3400	林缘 Forest edge	10.5	14.9	4.5	6.8
班玛县,灯塔乡 Banma Xian, Dengta Xiang	32°40'	3300	林缘 Forest edge	11.1	15.5	5.1	7.4

* 根据相关气象站资料推算 Reckoned on the basis of the data of relative meteorologic station.

表 2 珠芽蓼不同居群产生无性和有性繁殖器官的能力

Table 2 The ability to form asexual and sexual reproductive organs in various populations of *Polygonum viviparum*

居群地点 Locality of population	植株高度 Plant height (cm)	花穗长度 Spike length (cm)	繁殖器官的数目和比率 Number and percentage of production organ			
			每个花穗珠芽平均数 Mean number of the bulbil per spike	比率 Ratio(%)	每个花穗花和果的 平均数 Mean number of the flower and achene per spike	比率 Ratio(%)
*冷龙岭 Lenglong lin	1.8~2.5	1.5~3	18.4	97	0.64	3
*冷龙岭 Lenglong lin	3~6	0.7~1.5	16.0	93.7	1.8	6.3
冷龙岭 Lenglong lin	5~14	1.3~3.5	24.0	99.3	0.17	0.7
海北站 Haibei zhan	12~25	3~6	30.0	53.6	26	43.4
皇城 Huangcheng	10~25	3~6	31.7	80.1	7.9	19.9
达坂山 Dabanshan	6~15	1.2~5	36.7	86.3	4.4	10.7
*达坂山 Dabanshan	8~16	1.2~4	38.6	99.8	0.9	0.2
互助北山 Huzhu Beishan	10~20	5~8	68.8	68.8	15.2	31.4
大通俄博图 Datong Ebotu	12~40	2.6~7.5	51.6	76.6	15.8	23.4
*大通俄博图 Datong Ebotu	14~40	1.5~7	53.8	97.8	1.2	2.2
日月山 Riyueshan	15~30	3~6	46.7	91.0	10.6	9.0
河卡山 Heka shan	6~11	2.5~6	93.0	94.4	1.5	5.6
*温泉 Wenquan	3~5	0.6~2	15.0	93.4	1.1	6.6
花石峡 Huashixia	10~14	1~3	10.8	37.7	17.8	62.3
东倾沟 Dongqinggou	18~25	1.5~5	16.5	28.1	42.2	71.9
石峡沟 Shixiagou	8~15	1.5~4	22.0	98.8	0.3	1.2
玉树歇武 Yushu Xiewu	25~40	4~8.5	38.4	57.6	28.3	42.4
班玛林场 Banmalinchang	35~45	4~10	31.0	30.1	72.0	69.9
班玛灯塔乡 Banma, Dengta Xiang	20~30	4~9	31.3	84.5	5.7	15.5

* 细叶珠芽蓼 *Polygonum viviparum* var. *angustum*.

从表 2 可以看出,大多数(80%以上)居群的单株花序所含有的珠芽数目或比率均显著高于花(果)。尤其是在昆仑山至阿里玛卿山以北(约 N35°以上)和海拔较高居群(冷龙岭、达坂山、日月山、河卡山等)的气候比较寒冷,生境条件十分严酷,年平均气温低于 0℃,生长季(4~9月)和花果期(6~9月)的平均温度也不足 10℃。绝大多数居群的珠芽所占比率都在 80%~90%以上,有的几乎高达 100%。而花(果)数量和比率很低,仅达 10%~20%或更少。在高山冰缘地区的居群几乎不能形成健全的花(果)。

在纬度较低(N36°以南),水热条件相对较好的青南高原高寒草甸中的居群(如花石峡东南)或青海南部沟谷灌丛和林缘的居群(东倾沟、玛柯河林场阳坡等地)生长季、花果期和日照时间均较长,阳光充足,白天温度较高,有利于花芽不断地分化形成。因而花果的数目或比率高于珠芽。但是,在阴坡或灌丛和林下的居群,由于阳光不足,生长季和花期的局部生境气候阴冷,不利于花芽的分化形成。因此,花果的数目或比率则显著低于珠芽(玛沁县石峡沟灌丛下居群,班玛县灯塔乡林缘居群)。

从以上珠芽蓼不同居群所处的生境地和气候条件以及相应包含珠芽及花(果)的数目或比率可以看出,珠芽的分化形成只需较低的温度(大约 5~10℃)而无需阳光直接照射。对春季根状茎上长出的实生苗茎尖的解剖观察也证明,在幼嫩花序轴出土之前,珠芽已经分化形成(图版 I-1~3)。花芽的分化与发育需要一定的阳光照射和较高的温度(10~15℃以上)。因此,在青藏高原普遍高寒、生长季短而气温较低的生态条件下,珠芽蓼的花序轴上分化产生珠芽进行无性营养繁殖的能力普遍高于产生花果的有性繁殖能力。

(2) 珠芽的形成和解剖构造

珠芽蓼一年生的植株,只生长基生叶和块状根茎,无地上茎和花穗。多年生植体,每年春季从块状根茎上长出基生叶,随后抽出茎,叶和穗状花序。初春时节,日或旬平均气温达 8~10℃左右(地下 5~10 cm 的土壤温度约为 12~15℃)时,珠芽已经在即将出土的茎尖生长锥上不断地分化发育。在基生叶刚出地面挖取尚未出土的幼嫩花穗解剖观察,发现已有 40~45 枚珠芽在生长锥以下形成。出土以后珠芽在花序轴上不断长大,并且在花序轴顶端仍继续分化出新的幼小珠芽。从幼嫩花序的纵切片上还可以看到,在生长锥以下存在不同发育程度的珠芽(图版 I-1~4)。

珠芽由花序轴生长锥的一部分原套和原体分生组织分化形成。起初在生长锥侧面形成突起的珠芽原基(图版 I-1),珠芽原基经过多次分裂,上端(远轴面)仍保持原套和原体分生组织的结构和功能,成为珠芽的生长锥(图版 I-6~7)。下端细胞经过多次分裂和分化,形成苞片和卵形的贮藏器官——珠体。珠芽的生长锥形成以后暂停分裂活动,珠体内的细胞组织继续分裂和分化出维管组织、薄壁组织、皮层和表皮(图版 I-5,6,8)。珠体内的维管组织汇集于珠体基部,并与花序轴的维管束相连,不断吸取植物体内的营养物质贮存在珠体的薄壁组织内。到花期时,珠体内已充满了可供珠芽萌发和生长的营养物质(李有忠等,1996)。

(3) 花、果的生长发育和解剖构造

温带植物花芽的分化形成和开花受日照长度和温度的支配,只有达到一定的日照长度和积温时才能形成花芽(加藤幸雄等,1987)。珠芽蓼是典型的温带或寒温带植物。春天,花序抽出时只有珠芽而无花芽。当阳光充足,温度较高(日气温上升至 15℃左右)时,

花序顶端才不断分化形成花芽。通常每片苞腋内形成上、下2枚发育不同步的花芽(图版Ⅱ-1),上花芽(d)发育较早,先开花结实,下花芽(e)形成后生长发育受到抑制,只有在上花结实或脱落以后才能发育完善。在花序上部已经连续开花的区段内,有时也有珠芽散生其间,这可能反映了在开花期内气候因子(光、温)有较大的波动。

珠芽蓼的花为单被花。花粉发育完善,它是由药室的内表皮分化出的孢原细胞经几次分裂后形成小孢子母细胞,小孢子母细胞经过减数分裂形成四分体小孢子,四分体小孢子分离后,每个小孢子再分裂1次,成为具有1个营养核和1个生殖核的花粉粒(图版Ⅱ-3a)。子房上位,发育正常,1室,具1枚基生直立的胚珠(图版Ⅱ-3b)。子房基部与花丝间具梨形蜜腺(图版Ⅱ-3c),可引诱昆虫传粉。胚囊发育正常,由珠孔端内壁分化出的大孢子母细胞经过减数分裂形成1排4个大孢子的四分体,近珠孔端的3个大孢子退化,合点端的1个长大(图版Ⅱ-4),并出现液泡,进而发育成单核胚囊(图版Ⅱ-5)。单核胚囊再经过3次细胞分裂,同时胚囊体积显著增大和伸长,发育成具7细胞(1个卵细胞,2个助细胞,3个反足细胞和具2个极核的中央细胞)8个核的成熟胚囊(图版Ⅱ-6~7)。

雌蕊受粉后花粉管萌发,花粉中的生殖细胞在花粉管中分裂成2个精子,到达胚囊后,一个精子进入卵细胞融合成合子,另一个精子与双核的中央细胞结合,互相融合成3倍体的原胚乳细胞,再分裂形成胚乳细胞(胡适宜,1984,1988)。随后合子横裂1次,形成1基细胞和1顶细胞,顶细胞再经2次分裂成为4细胞原胚(图版Ⅱ-8,9)。在高纬度和高海拔地区,因生长季很短,珠芽蓼开花后天气骤冷,传粉昆虫活动受限制,多数花开放后缺乏昆虫传粉或授粉后胚胎发育不良,果实或种子空瘪。即使在较温暖生境的居群,瘦果成熟掉落时,胚也仅发育到多细胞球形胚期或梨形胚期(图版Ⅱ-12),未能达到有原始器官分化的成熟胚阶段(王仲礼等,1998)。Engl(1973,1978)对北极地区珠芽蓼的胚胎学研究也曾发现花药,胚囊均可发育完善,但是胚和胚后的发育未能完成。

(4) 珠芽和种子的萌发

珠芽在花序上形成较早,到花期时已经具备了萌发能力。当夏季居群所处小气候的温度或湿度合适时,珠芽能在母体花序轴上直接萌发(图版Ⅱ-9),长出1~2枚幼叶,掉落地表后很快生根,成为独立的幼苗。珠芽脱离母体植株以后,在土壤或人工培养条件下均很容易发芽。野外采收带有珠芽的花穗置于密闭的塑料保鲜袋内,在常温下(20~25℃)经过14天左右,发现已有60%的珠芽萌发。置于22~24℃的保温箱内20天,发芽率达95%以上。完全脱离植株的珠芽,在纸袋内存1~2个月后再做发芽试验,发芽率也可达90%。存放半年以后,发芽率下降到40%以下。存放1年以后,珠芽因干燥失水几乎完全不能萌发。

珠芽萌发时由生长锥长出1~2枚基生叶,然后从株体皮层长出幼根。根的分化形成需在土壤或其他蔽光的基质中才能实现。幼根长出后,珠体转化成块状根茎(图版Ⅰ-9)。

珠芽蓼的瘦果或种子通常发育不良,多数仅有果壳、种皮或胚囊的空瘪种子。即使瘦果饱满或成熟,胚的发育也未成熟。因此,种子难以萌发。作者挑选500粒种子分别于采集的当年、第2年和第3年分批做了萌发试验,结果均未见到种子萌发,仅见1粒种子长出胚根约5mm,但不久即霉烂死亡。野外调查采样时,常可见到当年或去年珠芽萌发长出的幼苗(图版Ⅰ-9右下方),根部保留着珠芽的卵形芽体或正在转变成块状根茎,但未

见到由种子长成的幼苗(根部应保留有革质果壳或种皮残余)。

从以上对珠芽蓼无性繁殖器官珠芽和有性繁殖器官花果在不同居群的数量、比率、珠芽和花果的分化形成与物候的关系、胚胎发育状况以及萌发试验等的研究来看,珠芽蓼在青藏高原或北极——高山高寒严酷的生态条件下,开花结籽的有性繁殖机制受到很大限制而退化。利用生长早期产生的大量珠芽进行无性繁殖是其主要的适应繁殖方式(Hauet, 1994)。

参 考 文 献

- 王仲礼,刘林德,田国伟,申家恒,1998.短柄五加开花后雌蕊的发育状态与受精作用的研究.植物学报 40(4):309~315.
- 李有忠,沈颂东,1996.珠芽蓼营养及繁殖器官的形态结构研究.青海师范大学学报(自然科学版)1:34~40.
- 李进,陈可永,李渤生,1998.不同海拔高度川滇高山栎群体遗传多样性的变化.植物学报 40(8):761~767.
- 何廷农,薛春迎,刘健全,1999.红直獐芽菜的胚胎学.西北植物学报 19(1):76~80.
- 胡适宜,1984.被子植物胚胎学.高等教育出版社,北京.
- 胡适宜,1988.被子植物双受精发现 100 年:回顾与展望.植物学报 40(1):1~13.
- 温沁山,叶秀麟,黎垣庆,陈泽谦,徐是雄,1998.非洲狼尾草无融合生殖胚胎学研究.植物学报 1998,40(7):598~604.
- 加藤幸雄,佐志诚(日),1987.植物生殖生理学.科学出版社,北京.
- Bauet, M. R., 1994, Vivipary in *Polygonum viviparum*; an adaption to cold climate, Nord. J. Bot. 13(5):473~480.
- Bauet, M. R., 1996, Genetic diversity and ecotypic diverentiation in arctic and alpine population, Arctic and Alpine Res. 28 (2):190~195.
- Engell, K., 1973, A preliminary morphological cytological and embryological investigation in *Polygonum viviparum*, Bot. Tid. 67(4):305~316.
- Engell, K., 1978, Morphology and cytology of *polygonum viviparum* in Europe I. The Fare Islands, Bot. Tid. 73(2~3):113~118.

STUDY OF REPRODUCTION CHARACTERISTICS OF *POLYGONUM VIVIPARUM*

Huang Rongfu Shen Songdong

(Northwest Plateau Institute of Biology, the Chinese Academy of Science, Xining, 810001)

Abstract

The number and ratio of bulbil and flower(achene) of *Polygonum viviparum* population in the different altitude and latitude were surveyed and counted in Qinghai-Xizang(Tibet) plateau. The results showed that the different ability of asexual organ—bulbil and sexual organ—flower of *P. viviparum* population could be produced in different habitat. At the same time, the relation among the formed of bulbil and flower in the rhachis with its development as well as phenological phase were observed, too.

It discovered the bulbil form earlier, differentiation development complete, and the young bulbil (false viviparity) germinated in the rhachis very easily, or its germination were divorced from the female rhachis.

Although the each organ(including embryo sac) of flower could be normal developed and pollinated, but the achene or seed could not develop completely, the embryo could only grow to globose or pear—shape, not to

sex mature phase, so the seed germinate very difficulty or couldn't germinate. Therefore, the *P. viviparum* is carried out the asexual by main or complete bulbil.

Key words: *Polygonum viviparum*; Reproduction; Bulbil; Embryo

摘 文 要

从以上试验结果来看, *P. viviparum* 的无性繁殖主要通过珠芽或块茎进行。在自然条件下, 珠芽的萌发率很低, 甚至不能萌发。因此, 在人工栽培条件下, 应重视珠芽的繁殖, 以提高繁殖系数。此外, 珠芽的萌发与温度、光照、水分等因素密切相关, 在适宜的条件下, 珠芽的萌发率可显著提高。本研究为 *P. viviparum* 的繁殖和栽培提供了理论依据。

关键词: *Polygonum viviparum*; 繁殖; 珠芽; 胚胎

1. 珠芽的形态与发生: 珠芽是 *P. viviparum* 的一种无性繁殖器官, 通常着生于叶腋或茎节处。其形态呈球形或卵球形, 直径约 1-2 毫米。珠芽的萌发需要适宜的温度和湿度条件。

2. 珠芽的萌发特性: 研究表明, 珠芽的萌发率受温度影响较大。在 15-25°C 范围内, 珠芽的萌发率较高; 而在 5°C 以下或 30°C 以上时, 萌发率显著降低。此外, 光照和水分也是影响珠芽萌发的因素。

3. 珠芽的繁殖与栽培: 在人工栽培条件下, 应重视珠芽的繁殖。可通过选取健康的珠芽进行播种, 并提供适宜的环境条件, 以提高繁殖系数。同时, 应加强田间管理, 如除草、施肥等, 以促进植株的生长。

STUDY OF REPRODUCTION CHARACTERISTICS OF POLYGONUM VIVIPARUM

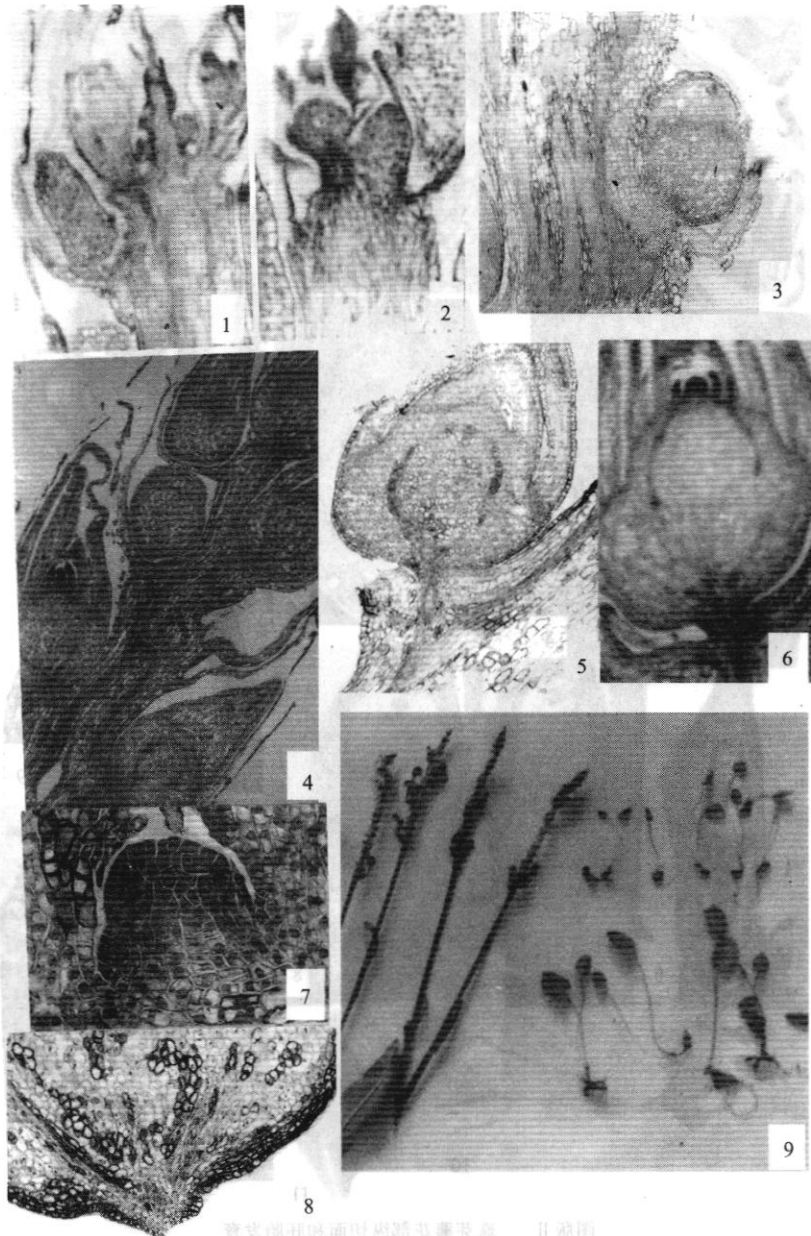
Huang Kanglin, Shen Songdong

(Northern Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences, Beijing, 810001)

Abstract

The number and ratio of bulbil and flower (stamen) of *Polygonum viviparum* population in the different altitude and latitude were analyzed and counted in Qinghai Xizang (Tibet) plateau. The results showed that the different ratio of asexual organ—bulbil and sexual organ—flower of *P. viviparum* population could be produced in different habitats. At the same time, the relation among the formed of bulbil and flower in the habitats with its development as well as phenological phase were discussed.

It discovered the bulbil form earlier, differentiation development completed and the young bulbil (false vivipary) germinated in the habitats very easily, or its germination was delayed from the female rhizome. Although the each organ (including embryo sac) of flower could be normal developed and pollinated, but the achene or seed could not develop completely, the embryo could only grow to globes or granular stage, not

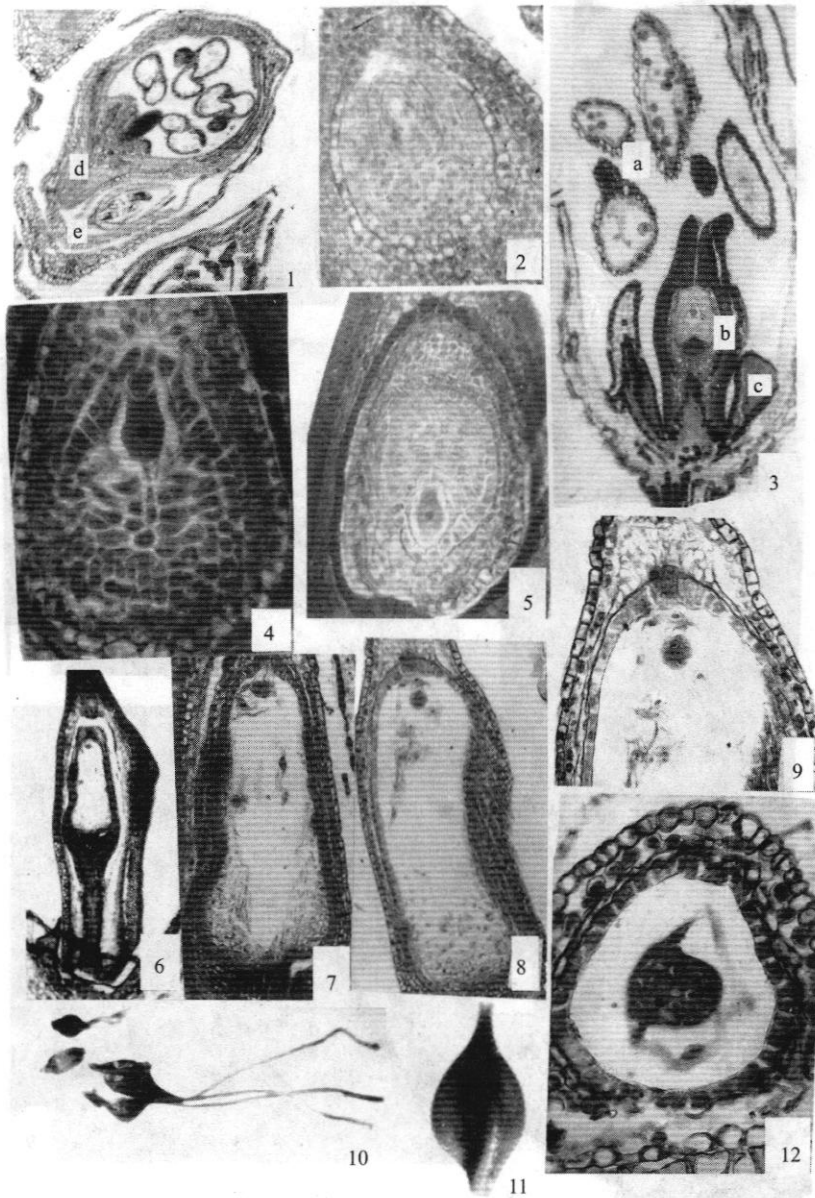


图版 I 珠芽蓼幼嫩花穗和珠芽的纵切面以及珠芽在穗轴上萌发

1,2. 花穗轴顶端生长锥下侧形成的珠芽原基和初始珠芽. 3. 初始珠芽进一步分化. 4. 花穗轴中下部已形成的成熟珠芽. 5,6. 珠芽分化出上部的生长锥和下部珠体贮藏组织. 7. 珠芽的生长锥. 8. 珠体纵剖面组织构造. 9. 珠芽在母体花序上萌发, 落入地表土壤中生根

Plate I. Vertical section of the spike and bulbil of *Polygonum viviparum* and viviparous bulbil
1~2. The bulbil primordium and primary bulbil under the growing tip of spik rhachis. 3. Differentiating primary bulbil. 4. Mature bulbil on the middle and below of rhachis. 5~6. The bulbil differentiated into growing tip on the apex and storage tissue of the bulbil body. 7. Growing tip of the bulbil. 8. Tissue structure of the vertical section of bulbil.

9. Bulbil germinate in the female rhachis and dropped into the surface of soil and grown root



图版 II 珠芽蓼花部纵切面和胚胎发育

1. 苞腋内. 2. 枚花芽: d. 上花芽, e. 下花芽. 胚珠上部分化出的大孢子母细胞. 3. 花的纵切面: a. 花药和花粉粒, b. 子房和胚珠, c. 蜜腺. 4. 大孢子四分体. 5. 单核胚囊. 6, 7. 成熟胚囊. 8, 9. 4 细胞原胚和胚乳原始细胞. 10. 子房和胚囊. 11. 瘦果. 12. 种子横切面: 多细胞原胚(球形期或梨形期)

Plate II Floral vertical section and embryonic development of *P. viviparum*

1. Two axillary flower buds in bracteole; d, Upper flower bud, e, Lower flower bud, 2. The megasporocyte was differentiated from the top of embryo; 3, Vertical section of flower: a, anther and pollen grain; b, Ovary and ovule. c, nectar gland; 4, Megaspore tetrad; 5, Uninucleate embryo sac; 6~7, Mature embryo sac; 8~9, Four cells proembryo and some endospermic initial cells. 10. Ovary and ovule (or young embryo sac). 11. Achene. 12. Cross section of the seed: Multi-cells proembryo (globular or pear-shaped phase)