

冰凉花根系发育形态学的初步研究

刘 玫 李瑞军 刘鸣远

(哈尔滨师范大学生物系, 哈尔滨 150080)

提 要 冰凉花属于宿根植物, 其根几乎终生为初生结构。一年生苗直根系的主根和侧根的初生木质部均为二原型。二至多年生植株的不定根分为二原型、三原型、四原型和五原型, 其分枝均为二原型。根在一年中有两个生长期。展叶结果营养期产生新的不定根, 旧根顶端恢复延长生长或产生新的分枝。夏季枯萎休眠期新生根变成黄褐色, 停止生长。秋季地下生长期根系又开始生长。冬季严寒迫使生长趋于停止。研究冰凉花根系发育形态学不仅具有理论意义而且有很好的应用前景。

关键词 冰凉花; 根系; 发育形态学

冰凉花 (*Adonis amurensis* Regel et Radde) 又名福寿草, 前者因其在冰雪未融时即可开花而得名, 后者因其全草可入药, 治疗心脏病, 有益健康长寿而得名^[1]。在分类学中称作侧金盏花, 属毛茛科侧金盏属植物。本属植物的根系解剖仅见于1969年Filipescu.G.的工作^[4], 而发育形态学未见报道。五加科植物根系的发育形态学国内曾有少数报道^[2,3]。冰凉花是我国东北地区野生花卉中每年春季最早开花的宿根植物, 是解决三北地区城市绿化中晚冬早春缺花问题的良好材料, 近年来已初步用于美化城市。因此, 进行冰凉花根系发育形态学研究的目的在于, 了解冰凉花根系的生物学本质, 为引种工作制定管理措施, 提供理论依据。

材 料 与 方 法

试验材料取自移栽至哈尔滨师范大学生物系实验园地的植株。按发育时期分为: ①越冬混合芽早春萌动期(2月中旬), ②抽茎开花期(3月中旬), ③展叶结果营养期(4月下旬), ④夏季枯萎休眠期(6月上旬), ⑤秋季地下生长期(8月下旬), ⑥冬季生长停滞期(11月), 取一至多年生植株各3株, 观察根系的外部形态, 绘图, 然后用FAA固定, 采用石蜡制片技术, 厚度10 μ m, 番红-固绿双重染色, Olympus显微镜观察照相。

观 察 结 果

根系外部形态的发育过程为: 种子萌发产生一年生苗, 胚根发育成直根系。二年生

苗在鞘状叶的节上产生不定根，不定根也产生分枝。三年生苗由于根茎的节上不定根增多，直根系生长趋缓，停止，从而由直根系过渡到须根系。此后，至少持续至第六年为冰凉花一生中的营养生长阶段（栽培六年的植株尚未开花）。进入生殖生长阶段的冰凉花植株，一年中的生长发育过程可划分为六个时期（图1）：越冬混合芽早春萌动期（2月中旬）和抽茎开花期（3月中旬）根系不生长，在外观上呈黄褐色至红褐色。展叶结果营养期（4月下旬）在根茎上产生新的不定根，新生根为白色无分枝，常无根毛。随着时间的推移产生根毛与分枝，并逐渐变为淡黄褐色。旧根也可产生新的分枝或顶端恢复延长生长（图版I：3）。夏季枯萎休眠期（6月上旬）新生根变成较深的黄褐色，停止生长。秋季地下生长期（8月下旬）根系又恢复生长，情况与展叶结果期旧根相同，休眠芽增大。冬季生长停滞期（11月）根系停止生长，转至第二年春继续生长。随着新根的不断增多，老根的颜色逐渐加深，由深黄褐色变成红褐色乃至黑褐色。白色至淡黄褐色为当年生根，位于根前部；向后为红褐色二年生根；最后部为黑褐色三年以上老根。

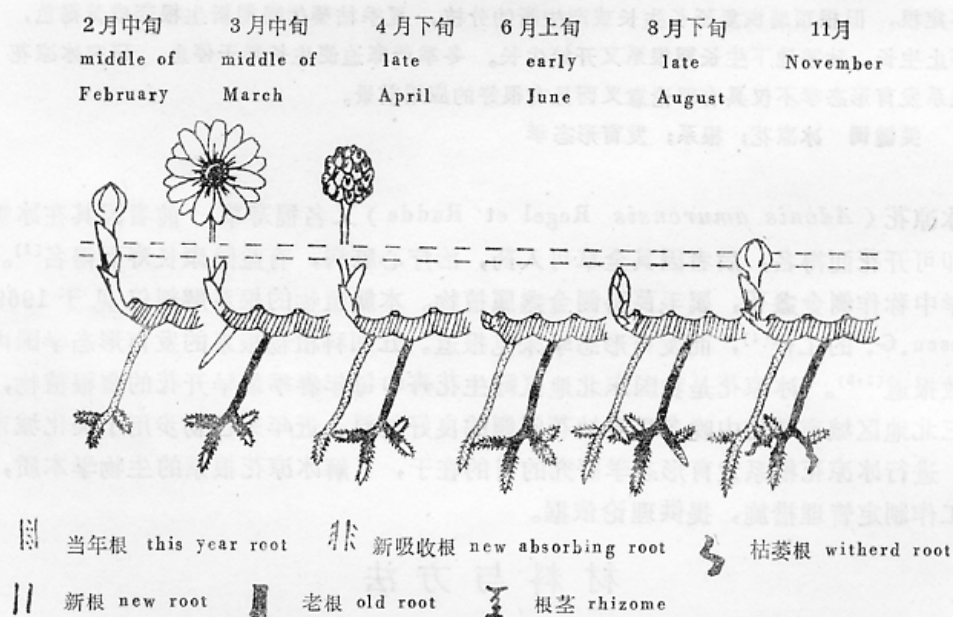


图1 冰凉花成株根系发育年节律

Fig.1 Year rhythm of root system development of mature plant of *Adonis amurensis*

根系内部解剖：冰凉花的根几乎终生为初生结构，次生结构不发达，仅见于不定根的基部（图版I：2）。一年生苗直根系主根的内部结构横切面由外向内为：一层表皮细胞略呈柱状，外被角质层；皮层面积较大，8—12层细胞，内皮层细胞体积较小，位于径向壁上的凯氏点明显；中柱鞘细胞一层，体积略小于内皮层细胞，初生木质部为二原型，两个木质束之间通常无髓；初生韧皮部两束，其筛管与伴胞的区别不甚明显（图版I：1）。侧根与主根结构基本相同，但两个木质束之间有髓。由根茎上长出的不定根其外部形态与主根相似，但在结构上初生木质部为二原型、三原型、四原型和五原型，皆有髓。不定根的分枝仍为二原型。

表 1 冰凉花40条不定根类型统计

Table 1 Developmental type statistics of 40 adventitious roots of *Adonis amurensis*

初生木质部类型 Type of primary xylem	二原 Diarch	三原 Triarch	三-四原 Tri-quadrarch	三-四-五原 Tri-qu-pentarch	三-五原 Tri-pentarch
不定根数 No. of adven	1	24	8	4	3
比率(%) Radio(%)	2.5	60	20	10	7.5

选取不同植株、不同年龄的不定根 40 条, 自先端向基部连续横切观察(表 1)表明: 极少数不定根为二原型, 大多数始终为三原型, 少数四原型和五原型的不定根是在不定根伸长的过程中由三原型过渡到四原型, 进而又过渡到五原型, 但过渡的方式不尽相同。一些不定根刚刚形成(约 1cm)就开始向四原型过渡。先是两个木质束之间的距离加宽(图版 I : 4), 使三个木质束不等距, 同时韧皮部亦加宽, 接着在其近轴的薄壁细胞中先分化出一个导管(图版 I : 5)。而后随着导管数目的增加, 加宽的韧皮部分成两个(图版 I : 6)。最后导管增加至与其它木质束同样大小的木质束, 形成四原型不定根。有些不定根一直保持四原型, 有些则保持一段四原型(约 2cm)后, 又向五原型过渡, 过渡的方式同上(图版 I : 7—9)。另有一些不定根由三原型很快过渡到五原型(总长度约 2mm), 这种过渡方式与上述有所不同, 分别在两个木质束之间加宽间距, 其中一个较另一个宽(图版 I : 10)。较宽处先分化出导管, 并且导管数目迅速增加(图版 I : 11), 紧接着在另一加宽处亦分化出导管, 进而由三原型过渡到五原型(图版 I : 12)。

讨 论

冰凉花是由直根系过渡到须根系的宿根植物。一年生苗仅具有直根系, 二年生苗开始产生不定根, 三年生苗不定根增多, 由直根系过渡到须根系。直根系和须根系的结构不尽相同, 而且根系在不同发育时期的特点各异, 因而只取某一年龄或某一发育时期的材料进行研究不能全面正确地认识根系。通过研究冰凉花的根系不难得出, 要全面了解任何一种植物根系的生物学本质, 需要从发育的角度, 取一定数量的不同年龄、不同发育时期的根系进行系统研究。

冰凉花不定根在生长过程中初生木质部可由三原型发育成四原型、五原型, 而且新的木质束与原来存在的木质束没有联系。这说明, 中柱中的薄壁组织在生长过程中可以自发地分化成导管, 从而增强根的吸收功能^[8]。

冰凉花是宿根植物, 其多年生的本质应体现在地下器官, 主要是根系。冰凉花根系有其适应低温的特有的发育类型。根系的生长发育可以区分为不同阶段。在哈尔滨, 当春季气温回升, 月平均气温达 6—14.3℃时, 是新根大量发生的阶段(4—5月); 当月平均气温上升到 22.8—25.0℃时, 进入休眠阶段(6—7月); 由炎热的夏天过渡到凉爽的秋季, 月平均气温下降到 21.7—14.4℃时(9—10月), 根系恢复较弱的生长,

而芽却较快地生长并分化;温度继续下降至零下时,生长被迫停滞。冰凉花根系两次生长均在温度较低的春秋季节,而在高温的夏季休眠,这可能是温度与核周期相关方面的特点^[9]。温度影响 DNA 复制的速度,从而影响核周期,进一步影响细胞分裂,这种生理生化过程中的特点是在长期演化过程中形成的。洋葱原产于西南亚,其根部在27℃时核周期最快^[7],也就是说这时根的生长最旺盛。López-Sáez, J.F., (1966)和 González-Fernández, F., (1971)指出,不同的物种核周期的最适温度不同^[6,8]。根据冰凉花根系生长的节律,推断出生长旺盛时期10—15℃应是该种根核周期的最适温度,而当高达25℃的夏季则进入休眠。冰凉花根系发育过程中这种区别于一般植物的特点,或许是第四纪冰期形成的物种为适应间冰期气候而产生的一种适应方式。因此不难看出,根系发育形态学的深入研究将为演化问题提供新的论据。

冰凉花是具有强心作用的药用植物,又是可供观赏的早春花卉(在北京可二月中旬开花),很有引种栽培的应用价值。根据已揭示的冰凉花根系发育规律,在引种栽培中应注意春秋加强田间水肥管理,而高温季节则应间种夏季生长的植物,为冰凉花遮荫,以满足其正常生长发育的需要。这表明,根系发育形态学的研究为制定栽培管理措施又提供了可靠的依据。

参 考 文 献

- 1 江苏医学院编著. 中药大辞典, 上海人民出版社, 1977: 2517—2519
- 2 刘玫, 刘鸣远. 植物研究, 1988; 8(3): 177—182
- 3 刘玫, 李瑞军, 刘鸣远. 中国中药杂志, 1990; 15(3): 16—17
- 4 Filipescu G. An Stiint Univ Al I Cuza Iasi, Sect II (A), Biol, 1969; 15(1): 63—67
- 5 González-Fernández A, Giménez-Martín G, De la Torre C. *Cytobiologie*, 1971; 3: 367—371
- 6 López-Sáez J F, Gimenez-Martin G, González-Fernández A. *Zeitschrift für Zellforschung*, 1966: 75: 591—600
- 7 Gregory P J, Rose D A. *Root development and function*, First Edition, London: Cambridge University Press, 1987: 5—7
- 8 Barlow P W, Carr D J. *Positional controls in plant development*, London: Cambridge university Press, 1984: 294—301
- 9 Rost T L. *Responses of the Plant cell cycle to stress*. Stroudsburg: Dowden, Hutchinson & Ross, 1977; 111—143

A INITIAL STUDY ON DEVELOPMENTAL MORPHOLOGY OF ROOT SYSTEM OF ADONIS AMURENSIS

Liu Mei, Li Ruijun, Liu Mingyuan

(Department of Biology, Harbin Normal University, Harbin 150080)

Abstract *Adonis amurensis* is perennial herb. Its roots are nearly primary structure in the whole life. Primary Xylems of main root and lateral roots of one year seedling are diarch. The adventitious roots of two to many year plants are diarch, triarch, quadrarch and pentarch. The branches of the adventitious root are the same as lateral roots of main root. The roots have two growing periods in one year. One is after flower period or early fruit period in spring. Many new adventitious roots arise from the base nodes of new shoot, some new branches arise from the old adventitious roots and some root tops of the old one may grow continuously. The other is underground growing period in autumn, usually no new adventitious roots arising. Between two periods there is a dormancy period in summer. The colour of new roots changes from white to yellow or brown. The growth stops in winter forcedly. Studying on the developmental morphology of *Adonis amurensis* has theoretical meaning and practical prospect.

Key words *Adonis amurensis*, Root system, Developmental morphology

图 版 说 明

图 版 I

1, 2, 4—12. 标尺=0.1mm; 3. 标尺=1mm。1. 一年生苗的主根; 1. 不定根基部的次生结构; 3. 不定根产生分枝或顶端恢复 延长生长; 4—6. 不定根由三原型过渡到四原型; 7—9. 不定根由四原型过渡到五原型; 10—12. 不定根由三原型很快过渡到五原型。

Explanation of Plate

Plate I

1, 2, 4—12 scale bar=0.1mm; 3. scale bar=1mm. 1. The main root of one year seedling; 2. The secondary structure in the base of adventitious root; 3. Old adventitious roots arise new branches or root tops of old one grow continuously; 4—6 Primary xylems of adventitious roots translate from triarch to quadrarch; 7—9. Primary xylems of adventitious roots translate form quadrarch to pentarch; 10—12. Primary xylems of adventitious roots translate from triarch to pentarch fast.

