

## 8 种湿地植物不同苗龄植株的表型特征及相关性分析

刘长娥, 宋祥甫<sup>①</sup>, 付子轼, 陈桂发, 周 胜, 潘 琦

(上海市农业科学院, 上海 201403)

**摘要:** 对水葱 (*Scirpus validus* Vahl)、香蒲 (*Typha orientalis* Presl)、小香蒲 (*T. minima* Funk.)、再力花 (*Thalia dealbata* Fraser ex Roscoe)、黄菖蒲 (*Iris pseudacorus* Linn.)、灯芯草 (*Juncus effusus* Linn.)、梭鱼草 (*Pontederia cordata* Linn.) 和菖蒲 (*Acorus calamus* Linn.) 8 种多年生湿地植物 1 年生和 3 年生植株的地上和地下部分干质量、株高 (包括花序高和叶层高)、根长、根数和根粗进行了测定, 并对各表型特征指标间以及苗龄与各表型特征指标间的相关性进行了分析。结果显示: 8 种湿地植物 3 年生植株的地上和地下部分干质量普遍高于 1 年生植株; 从生长量分配情况看, 除小香蒲外, 其余种类 3 年生植株地下部分干质量所占比例均高于 1 年生植株。多数种类 1 年生和 3 年生植株的株高差异较小。从根系特征看, 根数小于 100、根粗 1.0~2.0 cm 的植株以 1 年生为主, 而根数大于 100、根粗 1.0 cm 以下和 2.0~3.5 cm 的植株以 3 年生为主; 根长 15~25 cm 的植株以 1 年生所占比例较高 (62.5%), 而根长 25~35 cm 的植株 1 年生和 3 年生所占比例相等。相关性分析结果表明: 1 年生植株的地上部分干质量与株高、根长与根粗呈显著正相关 ( $P < 0.05$ ), 3 年生植株的地下部分干质量与根粗也呈显著正相关; 但不同苗龄植株的其他表型特征指标间的相关性均不显著。苗龄与植株地下部分干质量呈极显著正相关 ( $P < 0.01$ ), 但与地上部分干质量、株高、根长、根数和根粗的相关性不显著。总体而言, 8 种湿地植物 3 年生植株的表型特征优于 1 年生植株, 更适用于污染水体及退化湿地生态系统的修复。

**关键词:** 湿地植物; 苗龄; 表型特征; 相关性分析

中图分类号: Q945.32; Q948.8 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2014)01-0093-06

DOI: 10.3969/j.issn.1674-7895.2014.01.14

**Analyses on phenotypic characteristics of eight wetland species with different plant ages and their correlation** LIU Chang'e, SONG Xiangfu<sup>①</sup>, FU Zishi, CHEN Guifa, ZHOU Sheng, PAN Qi (Shanghai Academy of Agricultural Sciences, Shanghai 201403, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2014, 23(1): 93-98

**Abstract:** Dry weights of above- and under-ground parts, plant height (including heights of inflorescence and leaf layer), root length, root number and root diameter of eight perennial wetland species including *Scirpus validus* Vahl, *Typha orientalis* Presl, *T. minima* Funk., *Thalia dealbata* Fraser ex Roscoe, *Iris pseudacorus* Linn., *Juncus effusus* Linn., *Pontederia cordata* Linn. and *Acorus calamus* Linn. with one- and three-year-old were determined, and correlation among phenotypic characteristics and correlation between plant age and phenotypic characteristics were analyzed. The results show that dry weights of above- and under-ground parts of three-year-old plant of eight species are generally higher than those of one-year-old plant. From status of growth amount allocation, except *T. minima*, ratio of dry weight of under-ground part of three-year-old plant of other species is higher than that of one-year-old plant. Difference in plant height between one- and three-year-old plants of most species is small. From root characteristics, the majority of plants with root number lower than 100 and root diameter from 1.0 to 2.0 cm is one-year-old plant, while that of plants with root number higher than 100, root diameter lower than 1.0 cm and from 2.0 to 3.5 cm is three-year-old plant. Ratio of one-year-old plant with root length from 15 to 25 cm is higher with a value of 62.5%, while that of one- and three-year old plants with root

收稿日期: 2013-06-28

基金项目: 国家水体污染控制与治理科技重大专项 (2012ZX07101-009-04)

作者简介: 刘长娥 (1967—), 女, 江苏铜山人, 博士, 副研究员, 主要从事湿地植物及人工湿地污染水处理研究。

<sup>①</sup>通信作者 E-mail: songxfu@263.net

length from 25 to 35 cm is equal. The correlation analysis result shows that there are significantly ( $P < 0.05$ ) positive correlations between dry weight of above-ground part and plant height, between root length and root diameter of one-year-old plant, and there is also significantly positive correlation between dry weight of under-ground part and root diameter of three-year-old plant, but correlations between other phenotypic characteristics indexes of plants with different ages all are not significant. There is an extremely significant positive correlation between plant age and dry weight of under-ground part ( $P < 0.01$ ), but not significant correlation between plant age with dry weight of above-ground part, plant height, root length, root number and root diameter. Overall, phenotypic characteristics of three-year-old plant of eight species are better than those of one-year-old plant, and the former is more suitable for repairing polluted water and degenerated wetland ecological system.

**Key words:** wetland species; plant age; phenotypic characteristics; correlation analysis

表型是可被看到的有机体结构和功能特性的总和,包括形态、细胞和解剖结构、生理特性和生态习性等。植物的表型特征是自然选择的产物,是长期进化的结果<sup>[1-3]</sup>。明确生长时间对植物表型特征的影响,有助于了解植物生长的稳定性与变化特征;同时,利用具有不同表型特征的植物进行合理配置,能够增加环境的景观性与多样性。

随着人类社会的飞速发展,环境污染问题越来越严重。植物修复技术是近几年发展起来的生物修复技术的分支之一,主要是利用绿色植物及其根际微生物的共同作用、通过生命代谢活动减少污染环境中的有毒或有害物质,从而使污染环境能够部分或完全恢复到污染前的状态。湿地植物在污染水治理过程中具有非常重要的作用,是退化水生态系统修复与重建的关键类群,其生物量和结构特征对水环境及碳的输入与输出有较大影响,决定着植物的去污能力和景观效果<sup>[4-6]</sup>。近年来,有关湿地植物的研究大多集中在种类选择、生物量分析、营养物质吸收和去除以及污染水对植株形态和生理影响等方面<sup>[7-12]</sup>,而有关生长时间对植株形态结构等表型特征的影响鲜见报道。

为此,作者以污染水治理与退化湿地修复常用的8种多年生湿地植物为实验材料,比较不同苗龄植株的地上和地下部分干质量、株高(花序高和叶层高)、根长、根数及根粗等表型特征,并对各表型特征指标间以及苗龄与各表型特征指标间的相关性进行分析,以了解污染水环境中植物表型随时间变化的规律,以期退化水生态系统修复植物的选择提供参考依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

实验在上海市农业科学院现代农业园区的庄行

生态环境实验区内进行,实验地面积约8 800 m<sup>2</sup>。参试的8种湿地植物包括水葱(*Scirpus validus* Vahl)、香蒲(*Typha orientalis* Presl)、小香蒲(*Typha minima* Funk.)、再力花(*Thalia dealbata* Fraser ex Roscoe)、黄菖蒲(*Iris pseudacorus* Linn.)、灯芯草(*Juncus effusus* Linn.)、梭鱼草(*Pontederia cordata* Linn.)和菖蒲(*Acorus calamus* Linn.),选择营养体形态和生长方式均相似的1年生和3年生植株供试。

### 1.2 方法

1.2.1 采样方法 于2012年10月下旬,在每种植物的生长田中按照1 m×1 m的规格固定样方框,每种植物3个样方,视为3次重复。将植株地上部分齐地面刈割并挂牌编号、标注名称。能够明显分出株丛的种类根据刈割后地面的残茬数选择中等大小的株丛采挖地下部分,株丛不明显的种类则在样方内划定0.25 m×0.25 m的面积采挖地下部分;洗净地下部分的污泥,根据地上部分的编号进行相应编号。

1.2.2 表型特征指标的测定 每种湿地植物的1年生和3年生植株各测定5株(丛)。对不同分蘖枝分别量取花序高与叶层高,结果取平均值;株高为植株的绝对高度,以花序高和叶层高中较高的数值为准。

对植株的根数(少于50、50~100、多于100)、根粗(根直径小于1.0 cm、1.0~2.0 cm、2.0~3.5 cm)和根长(15~25 cm、25~35 cm)进行统计和分级,并计算所有种类1年生和3年生植株中不同等级所占比例。其中,根数仅统计直径大于0.1 cm的根,并计量单株(丛)根的数量;根粗及根长仅选取具有代表性的根进行测量。用游标卡尺测量根直径,即为根粗;根长则量取大部分根分布区域的长度。

将8种湿地植物的单株(丛)地上和地下部分分开,分别置于80℃烘箱中烘干至恒质量,冷却后称量各部分的干质量,结果取平均值,并计算地上和地下

部分干质量所占比例。

### 1.3 数据分析

利用 EXCEL 2003 数据处理软件对实验数据进行计算,采用 SPSS 13.0 统计分析软件进行统计分析,并对各表型特征指标间以及苗龄与各表型特征指标间的相关性进行分析。

## 2 结果和分析

### 2.1 表型特征分析

2.1.1 干质量分析 8种湿地植物1年生和3年生植株单株(丛)地上和地下部分干质量及所占比例见表1。

实验结果表明:苗龄对8种湿地植物单株地上和地下部分干质量及其所占比例均有一定的影响,8种植物1年生和3年生单株(丛)的地上和地下部分干质量所占比例不同。

由表1可见:除水葱和梭鱼草3年生单株(丛)地上部分干质量略低于1年生单株(丛)外,其他6种湿地植物3年生单株(丛)地上和地下部分干质量以及单株(丛)总干质量均高于1年生单株(丛)。表明在一定时间内,随植株的生长,供试8种湿地植物单株

(丛)地下部分干质量和总干质量不断增大。

除小香蒲外,其余7种湿地植物1年生单株(丛)地上部分干质量所占比例均显著高于各自的地下部分,3年生单株(丛)地下部分干质量所占比例均高于1年生单株(丛)。

不同苗龄植株地上和地下部分干质量的差异是其表型特征对环境可塑性的综合反映。通过上述分析可以看出:生长时间越长,植物地下部分积累的干物质越多,这在一定程度上可提高植物的越冬抗寒能力,有利于植株个体存活与种群扩展。

2.1.2 株高分析 根据湿地植物茎的发育状况,将株高分为花序高和叶层高。8种湿地植物不同苗龄植株的花序高和叶层高见表2。观测结果表明:水葱的1年生株丛较高大,3年生株丛较矮小;香蒲的花序隐藏于叶层内,且其1年生及3年生植株的株高差异不大;小香蒲、灯芯草和菖蒲的1年生种群垂直层次较3年生种群丰富,并且灯芯草的3年生植株的株高显著高于1年生植株;再力花、梭鱼草及黄菖蒲的花序高于叶层,以3年生植株更为突出,开花季节花朵能够突显于叶层之上,种群的垂直层次分明。

2.1.3 根系特征分析 供试的8种湿地植物不同苗龄植株的根系特征见表3。结果表明:8种湿地植物

表1 8种湿地植物1年生和3年生植株单株(丛)不同部位干质量及所占比例( $\bar{X}\pm SD$ )<sup>1)</sup>

Table 1 Dry weight of different parts per plant and their ratio of eight wetland species with one- and three-year-old ( $\bar{X}\pm SD$ )<sup>1)</sup>

种类 Species	苗龄/a Plant age	干质量/g Dry weight			比例/% Ratio	
		A	U	T	A	U
水葱 <i>Scirpus validus</i>	1	37.6±0.9	15.1±0.3	52.7±1.5	71.3	28.7
	3	37.3±1.3	42.6±1.5	79.8±3.1	46.7	53.3
香蒲 <i>Typha orientalis</i>	1	39.1±0.5	8.9±0.4	48.0±1.2	81.4	18.6
	3	55.6±1.1	24.4±0.9	80.0±2.3	69.5	30.5
再力花 <i>Thalia dealbata</i>	1	58.8±2.1	16.2±1.5	75.0±3.9	78.4	21.6
	3	64.8±1.9	62.0±1.7	126.7±3.9	51.1	48.9
黄菖蒲 <i>Iris pseudacorus</i>	1	20.2±0.7	16.1±0.5	36.2±1.4	55.7	44.3
	3	22.1±0.6	40.8±1.2	62.9±2.1	35.2	64.8
小香蒲 <i>Typha minima</i>	1	10.1±0.3	12.6±0.4	22.7±0.9	44.6	55.4
	3	52.3±1.2	17.7±0.9	70.0±2.4	74.7	25.3
灯芯草 <i>Juncus effusus</i>	1	16.3±0.7	6.9±0.5	23.2±1.5	70.3	29.7
	3	38.9±1.2	27.9±0.9	66.7±2.5	58.3	41.7
梭鱼草 <i>Pontederia cordata</i>	1	44.2±1.3	15.0±0.6	59.2±2.2	74.6	25.4
	3	33.6±1.5	27.1±1.2	60.7±3.9	55.3	44.7
菖蒲 <i>Acorus calamus</i>	1	25.4±0.9	14.0±0.6	39.3±1.8	64.5	35.5
	3	32.5±1.1	30.4±1.5	63.0±2.9	51.7	48.3

<sup>1)</sup> A: 地上部分 Above-ground part; U: 地下部分 Under-ground part; T: 总计 Total.

表2 8种湿地植物1年生和3年生植株花序高和叶层高的比较 ( $\bar{X}\pm SD$ )<sup>1)</sup>  
Table 2 Comparison on inflorescence height and leaf layer height of eight wetland species with one- and three-year-old ( $\bar{X}\pm SD$ )<sup>1)</sup>

种类 Species	苗龄/a Plant age	花序高/cm Height of inflorescence	叶层高/cm Height of leaf layer
水葱 <i>Scirpus validus</i>	1	-	220.0±20.3
	3	-	155.3±30.0
香蒲 <i>Typha orientalis</i>	1	-	250.0±27.0
	3	161.0±9.5	258.0±36.0
再力花 <i>Thalia dealbata</i>	1	244.7±41.0	222.2±32.0
	3	260.3±52.0	202.8±81.0
黄菖蒲 <i>Iris pseudacorus</i>	1	-	82.2±24.0
	3	106.8±24.0	89.6±22.0
小香蒲 <i>Typha minima</i>	1	124.6±26.0	124.6±26.0
	3	121.1±9.3	121.1±9.3
灯芯草 <i>Juncus effusus</i>	1	-	46.8±7.7
	3	69.3±6.3	67.3±3.8
梭鱼草 <i>Pontederia cordata</i>	1	132.7±5.3	125.2±4.3
	3	146.5±8.7	120.5±20.3
菖蒲 <i>Acorus calamus</i>	1	-	71.6±10.4
	3	-	84.6±6.5

<sup>1)</sup> -: 无花序 No inflorescence.

表3 8种湿地植物1年生和3年生植株根系特征比较  
Table 3 Comparison on root characteristics of eight wetland species with one- and three-year-old

苗龄/a Plant age	不同根数的植株所占比例/% Ratio of plants with different root numbers			不同根粗的植株所占比例/% Ratio of plants with different root diameters			不同根长的植株所占比例/% Ratio of plants with different root lengths	
	<50	50-100	>100	<1.0 cm	1.0-2.0 cm	2.0-3.5 cm	15-25 cm	25-35 cm
1	60.0	66.7	20.0	20.0	71.4	25.0	37.5	50.0
3	40.0	33.3	80.0	80.0	28.6	75.0	62.5	50.0

株地上部分干质量与株高、根长与根粗以及3年生植株地下部分干质量与根粗呈显著正相关 ( $P<0.05$ ), 相关系数分别为0.806、0.787和0.718。

2.2.2 苗龄与各表型特征指标间的相关性分析 从8种湿地植物苗龄与各表型特征指标间的相关性分析结果可以看出:苗龄主要影响8种湿地植物的地下部分干质量,二者间呈极显著正相关 ( $P<0.01$ ),相关系数为0.742;而苗龄与地上部分干质量、根长、株高、根数和根粗的相关性均不显著,相关系数分别为0.350、0.212、0.032、0.343和0.443。表明在植物生长当年,8种湿地植物的株高、根长和根粗生长较快,地上部分干质量增加显著;随着生长时间的延长,各种类的株高和根长趋于稳定,根粗逐渐增大,地下部分干质量不断累积且增加幅度较大。

单株(丛)根数少于50的1年生植株占60.0%,3年生植株占40.0%;单株(丛)根数介于50~100的1年生植株占66.7%,3年生植株占33.3%;单株(丛)根数多于100的1年生植株占20.0%,3年生植株占80.0%。8种湿地植物1年生和3年生植株的根粗差异较大,其中,根直径小于1.0 cm的1年生植株占20.0%,3年生植株占80.0%;根直径为1.0~2.0 cm的1年生植株占71.4%,3年生植株占28.6%;根直径为2.0~3.5 cm的1年生植株占25.0%,3年生植株占75.0%。8种湿地植物1年生和3年生植株的根长普遍集中在15~25 cm和25~35 cm范围内,其中,根长为15~25 cm的1年生植株占37.5%,3年生植株占62.5%;根长为25~35 cm的1年生和3年生植株各占50.0%。

## 2.2 相关性分析

2.2.1 表型特征指标间的相关性分析 由8种湿地植物1年生和3年生植株主要表型特征指标间的相关性分析结果(表4)可见:8种湿地植物1年生和3年生植株各表型特征指标间均存在正相关关系,但大多数表型特征指标间的相关性不显著,只有1年生植

## 3 讨论

湿地植物在污染水治理过程中有非常重要的作用,一方面可以吸收和同化大量污染物,另一方面发达的根系可为微生物提供良好的生存环境,进而提高生态系统对污染物的吸收与利用能力。研究结果表明:植物对污染物的净化效果与植物的生长速率、生长阶段、生物量、自身氮和磷累积量以及根际微生物的作用等有关<sup>[5,8-13]</sup>。湿地植物生物量对氮和磷累积量的影响大于植物体内氮和磷浓度的影响,生物量越大,植物对污染物的吸收量越多,通过收割地上部分即可将氮和磷从污染水体中移除<sup>[14-16]</sup>。也有研究证实:湿地植物的根系是其去除污染物的活性区,根的

表 4 8 种湿地植物 1 年生和 3 年生植株主要表型指标间的 Pearson 相关系数<sup>1)</sup>  
 Table 4 Pearson correlation coefficients between main phenotypic indexes of eight wetland species with one- and three-year-old<sup>1)</sup>

指标 Index	1 年生植株各指标间的相关系数 Correlation coefficient between different indexes of one-year-old plant					
	DWA	DWU	PH	RL	RN	RD
DWA	1.000					
DWU	0.393	1.000				
PH	0.806 *	0.036	1.000			
RL	0.546	0.051	0.439	1.000		
RN	0.467	0.471	0.600	0.514	1.000	
RD	0.505	0.153	0.482	0.787 *	0.591	1.000

  

指标 Index	3 年生植株各指标间的相关系数 Correlation coefficient between different indexes of three-year-old plant					
	DWA	DWU	PH	RL	RN	RD
DWA	1.000					
DWU	0.199	1.000				
PH	0.649	0.502	1.000			
RL	0.277	0.266	0.307	1.000		
RN	0.123	0.236	0.516	0.662	1.000	
RD	0.227	0.718 *	0.388	0.610	0.258	1.000

<sup>1)</sup> DWA: 地上部分干质量 Dry weight of above-ground part; DWU: 地下部分干质量 Dry weight of under-ground part; PH: 株高 Plant height; RL: 根长 Root length; RN: 根数 Root number; RD: 根粗 Root diameter. \*:  $P < 0.05$ .

生长状况和泌氧能力等对污染水处理的效果有明显影响,根系生物量大的植物对污染物的去除能力也较强<sup>[17]</sup>。植物的干质量及其分配受多种因素的影响,生长时间是主要影响因素之一<sup>[18-20]</sup>。本研究中,8 种湿地植物地上和地下部分干质量所占比例不同,多数植物的地上部分干质量大于地下部分,这与崔丽娟等<sup>[14]</sup>的研究结果基本一致。不同苗龄植株干质量的分配格局也不同,就 1 年生植株来看,多数植物地下部分干质量所占比例为 20% ~ 30%;而对 3 年生植株来说,多数植物地下部分干质量所占比例为 40% ~ 60%。并且,除小香蒲外,其余 7 种湿地植物 3 年生植株的地下部分干质量所占比例均高于 1 年生植株,显示苗龄与地下部分干质量呈极显著的正相关关系。

本研究中,苗龄对 8 种湿地植物株高的影响不同。水葱、再力花、梭鱼草和小香蒲 3 年生植株的叶层高均低于 1 年生植株,但其种群的垂直层次却较 1 年生种群丰富,可形成错落有致的景观;部分种类的花序高于叶层,花朵突显于叶层之上,可用于美化环境。因此,在湿地修复过程中,可根据实际环境特征选择具有不同形态特征的湿地植物进行合理配置。

本研究结果表明:虽然苗龄对 8 种湿地植物地下部分干质量有极显著影响,但对其根系分布深度的影响并不大,1 年生和 3 年生植株的根系普遍集中分布在 15 ~ 25 cm 和 25 ~ 35 cm 的深度范围内;相对根长

而言,苗龄对根数和根粗的影响更大,但仍未达到显著水平;3 年生植株地下部分干质量主要受根粗的影响,且二者间的相关性显著。

总体而言,8 种湿地植物 3 年生植株的表型特征优于 1 年生植株,更适用于污染水体及退化湿地生态系统的修复。

#### 参考文献:

- [1] 陈家宽, 杨 继. 植物进化生物学[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 1994.
- [2] ACKERLY D D, DUDLEY S A, SULTAN S E, et al. The evolution of plant ecophysiological traits: recent advances and future directions [J]. *BioScience*, 2000, 50(11): 979-995.
- [3] ARNTZ A M, DELPH L F. Pattern and process: evidence for the evolution of photosynthetic traits in natural populations [J]. *Oecologia*, 2001, 127(4): 455-467.
- [4] 缪绅裕, 陈桂珠, 黄玉山, 等. 人工污水中的磷在模拟秋茄湿地系统中的分配与循环[J]. *生态学报*, 1999, 19(2): 236-241.
- [5] 张 鸿, 陈光荣, 吴振斌, 等. 两种人工湿地中氮、磷净化率与细菌分布关系的初步研究[J]. *华中师范大学学报: 自然科学版*, 1999, 33(4): 575-578.
- [6] 潘 宇, 李德志, 袁 月, 等. 崇明东滩湿地芦苇和互花米草种群的分布格局及其与生境的相关性[J]. *植物资源与环境学报*, 2012, 21(4): 1-9.
- [7] 王圣瑞, 年跃刚, 侯文华, 等. 人工湿地植物的选择[J]. *湖泊科学*, 2004, 16(1): 91-96.
- [8] 金卫红, 付融冰, 顾国维. 人工湿地中植物生长特性及其对 TN 和 TP 的吸收[J]. *环境科学研究*, 2007, 20(3): 75-80.

- [9] 李泽, 高小辉, 贺锋, 等. 苦草和黑藻对模拟西湖水体中 COD<sub>Mn</sub> 及 TN 和 NO<sub>3</sub>-N 的去除力分析[J]. 植物资源与环境学报, 2012, 21(4): 29-34.
- [10] 徐德福, 徐建民, 王华胜, 等. 湿地植物对富营养化水体中氮、磷吸收能力研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2005, 11(5): 597-601.
- [11] 袁东海, 高士祥, 任全进, 等. 几种挺水植物净化生活污水总氮和总磷效果的研究[J]. 水土保持学报, 2004, 18(4): 77-92.
- [12] 李宗辉, 唐文浩, 宋志文. 人工湿地处理污水时水生植物形态和生理特性对污水长期浸泡的响应[J]. 环境科学学报, 2007, 27(1): 75-79.
- [13] 葛滢, 常杰, 王晓月, 等. 两种程度富营养化水中不同植物生理生态特性与净化能力的关系[J]. 生态学报, 2000, 20(6): 1050-1055.
- [14] 崔丽娟, 李伟, 张曼胤, 等. 不同湿地植物对污水中氮磷去除的贡献[J]. 湖泊科学, 2011, 23(2): 203-208.
- [15] 陈永华, 吴晓芙, 蒋丽鹃, 等. 处理生活污水湿地植物的筛选与净化潜力评价[J]. 环境科学学报, 2008, 28(8): 1549-1554.
- [16] 蒋跃平, 葛滢, 岳春雷, 等. 人工湿地植物对观赏水中氮磷去除的贡献[J]. 生态学报, 2004, 24(8): 1720-1725.
- [17] 王晟, 徐祖信, 李怀正, 等. 植物根系对垂直流人工湿地水力条件的影响[J]. 同济大学学报: 自然科学版, 2008, 36(4): 519-524.
- [18] ADCOCK P W, GANF G G. Growth characteristics of three macrophyte species growing in a natural and constructed wetland system [J]. Water Science and Technology, 1994, 29(4): 95-102.
- [19] REDDY K R, D'ANGELO E M. Biogeochemical indicators to evaluate pollutant removal efficiency in constructed wetlands [J]. Water Science and Technology, 1997, 35(5): 1-10.
- [20] 崔心红. 水生植物应用[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2012.

(责任编辑: 佟金凤)

## 新书推介: 新版《江苏植物志》第2卷

新版《江苏植物志》第2卷已于2013年12月由江苏科学技术出版社出版。主编: 刘启新; 全书共70万字, 正文505页, 彩插32页; 定价160.00元。

江苏地处华东地区暖温带与北亚热带的气候过渡区, 生态环境多样, 境内植物的种类和分布兼具南、北方特点。为反映江苏植物的分布状况, 20世纪70至80年代出版了《江苏植物志》(上、下卷)。该书不仅是查询江苏植物的必备工具, 还是国内较早完成的省级植物志, 对检索山东、安徽和浙江等相邻省份植物也具有重要的参考价值。然而, 30多年来, 由于经济发展、环境变化以及大量引种, 江苏省域内的植物种类及分布已经发生了明显变化, 该书也已不能全面反映江苏植物的现状, 因此, 原《江苏植物志》的编写单位在此基础上于2008年启动了新版《江苏植物志》的编写工作。

新版《江苏植物志》的主编单位为江苏省·中国科学院植物研究所, 同时邀请了南京大学、南京林业大学、南京农业大学、南京师范大学、中国药科大学、南京中医药大学、金陵科技学院、扬州大学和苏州科技学院等相关单位的30多位专家参与完成。本书由吴征镒院士、王文采院士、洪德元院士以及原江苏省·中国科学院植物研究所所长贺善安研究员推荐或作序, 为国家“十二五”重点出版规划项目, 由国家科学技术学术著作出版基金和江苏省金陵科技著作出版基金资助出版。

全书分为5卷, 全面记载了江苏的苔藓植物、蕨类植物与种子植物。本书是在野外补充调查、系统查阅标本和最新研究成果的基础上完成的, 不仅订正了植物种类及其学名, 增补了新分类群和新分布记录, 而且还重新撰写了科、属、种的形态特征以及各分类等级的检索表, 更新了植物经济用途, 新增了种类的学名文献、标本凭证和染色体数, 增绘、补绘和重绘了植物形态的墨线图, 增加了植物彩色照片。同时, 采用了新的版式编排和精美的装帧设计。本书可供植物学、农林、园艺、药学和轻工业领域有关教学、科研和生产等部门参考应用。

本次出版的第2卷为被子植物的第一部分, 包含了隶属于克朗奎斯特系统中木兰纲之木兰亚纲、金缕梅亚纲、石竹亚纲和五桠果亚纲(部分)的木兰科至十字花科, 共收载72科283属740种1亚种85变种, 并附776幅形态特征墨线图和144幅彩图(占全卷收载种数的99%)。

若需邮购, 可通过以下方式联系: 江苏省南京市中山门外 江苏省·中国科学院植物研究所(邮编: 210014); 联系人: 董晓宇; 电话: 025-84347045; E-mail: nasherb@126.com。