

DOI:10.11937/bfyy.201512019

牡丹植株矿质营养年周期变化规律的研究

魏冬峰¹, 马慧丽², 张利霞¹, 常青山², 刘改秀³, 侯小改¹

(1. 河南科技大学 农学院, 河南 洛阳 471003; 2. 河南科技大学 林学院, 河南 洛阳 471003;

3. 中国洛阳国家牡丹基因库, 河南 洛阳 471000)

摘要:以8年生牡丹品种‘小胡红’为试材,采用彻底刨根,分解取样的方法,研究了牡丹生物量的构成特点、各器官矿质元素含量和累积分配特性,以期牡丹合理施肥提供科学依据。结果表明:1株8年生‘小胡红’含矿质营养元素总量为:N 4.29、P₂O₅ 0.50、K₂O 1.46、Ca 7.82、Mg 0.97 g/株;Mn 8.21、Cu 11.56、Fe 149.25 mg/株。在叶片、发育枝及根中,3月份氮、磷、钾含量均达到最高水平,4月份达到次高水平。其中N主要分配到叶片、花蕾和果实,P、K主要分配到果实和叶片,Ca、Mg主要分配到叶片和发育枝,Mn、Cu、Fe主要分配到果实和叶片。

关键词:营养特性;器官;牡丹**中图分类号:**S 685.11 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)12-0066-05

牡丹(*Paeonia suffruticosa* Andr.)属芍药科芍药属名贵的观赏和药用植物,其花朵硕大,色彩艳丽,富贵端庄,芳香四溢,备受国人和世界人民的喜爱^[1]。为提高牡丹的观赏价值,许多学者对牡丹的栽培技术、生长发

育、品种特性、光合特性及花期调控进行了研究^[2-3],牡丹矿质营养的研究主要集中在不同栽培方式^[4-5]、不同基质配比^[6]等对矿质元素周期变化的影响以及矿质元素的累积、分配和转移的影响。‘小胡红’是洛阳地区的主栽品种,研究在此环境条件下生长的牡丹的生物量构成和营养特性,以期为指导牡丹科学合理施肥,提高肥料利用率提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试牡丹品种为8年生‘小胡红’,试验材料取自中

第一作者简介:魏冬峰(1989-),男,硕士研究生,研究方向为植物生理学。E-mail:weidongfeng000@163.com.

责任作者:侯小改(1966-),女,博士,教授,现主要从事植物生理与生态等研究工作。E-mail:kjchxg@haust.edu.cn.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31070620);河南科技大学青年基金资助项目(2011QN55)。

收稿日期:2015-01-26

Effect of Copper Stress on Development of *Narcissus tazetta*

LIN Xiao-hong^{1,2,3}, CHEN Ying^{2,3}, PAN Dong-ming^{2,3}, ZHONG Xian^{2,3}, PAN Teng-fei^{2,3}

(1. Zhangzhou City University, Zhangzhou, Fujian 363000; 2. College of Horticulture, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002; 3. Institute of Storage Science and Technology of Horticultural Products, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002)

Abstract: Taking bulbs of Zhangzhou *Narcissus tazetta* as experiment materials, the effect of copper stress on development of *Narcissus* plants were studied, the stress resistance were analyzed with a view on *Narcissus* dwarfing effect and heavy metal contaminated, the bulbs were treated with a series concentration of copper ion at the same time. The results showed that under the treatment with the concentration of 45 $\mu\text{mol/L}$ copper ion, the effect of dwarfing was better than other treatments. Significant spindling stage wasn't observed, and plant type showed strongly short without lodging phenomenon. The color of leaves was dark green and leaf showed thickness. The bolting and blossom weren't affected under 45 $\mu\text{mol/L}$ copper ion treatment. The results showed that 45 $\mu\text{mol/L}$ copper ion treatment was suitable for dwarfing.

Keywords: *Narcissus tazetta*; copper stress; development; photosynthesis

国洛阳国家牡丹基因库。试验地为沙壤土,土壤管理实行清耕制,常年中耕除草,病虫害轻微,植株生长良好。

1.2 试验方法

该试验田牡丹自移栽后的 2~4 年中,每年的 10 月下旬,施入饼肥 1 500 kg/hm²;移栽 5~8 年间,每年 3 月上旬施入尿素 225 kg/hm²,花后施入复合肥 375 kg/hm²,10 月下旬,施入饼肥 3 000 kg/hm²。3—10 月,在试验地内挖取 8 年生‘小胡红’,每月 20 日取材 1 次,共取样 8 次,每次取 5 株。将植株按根、老茎、叶片、叶柄、发育枝、果实、花蕾、芽等器官分开,按常规方法洗净、烘干至恒重后,计算干物质量。后研磨、过筛、备用。

1.3 项目测定

矿质元素的测定参照史瑞和^[7]的方法。

2 结果与分析

2.1 年生长周期中不同器官养分变化

表 1 表明,3 月份幼叶处于快速生长期,其中 N、P₂O₅、K₂O 含量显著高于其它月份,此期叶片中营养主

要来源于上年树体贮藏养分,Ca、Mg、Mn、Fe 含量除极个别外低于其它月份。Cu 含量在 3 月和 7 月较高,其它月份较低。4 月盛花期,随着新叶的展开并逐渐成熟,N、P₂O₅、Mg、Mn 达到全年展开叶叶片养分含量的高峰,而 K₂O、Cu、Fe 的最高水平出现在 7 月份,Ca 含量则从 3—10 月逐渐增加。

表 2 表明,在发育枝中,除 Ca、Mg 外,所有元素含量的最高值均出现在 3 月份。此外,N、P₂O₅、K₂O 均在 4 月达到全年次高值。

表 3 表明,在根中,Ca、Mn、Fe 等元素在 5 月份达到最高值外,其它元素含量多数没有明显的变化规律。

表 4 表明,在老茎中 P₂O₅、Ca、Mg 在 3 月份最高,Fe、Cu 在 7 月份含量最高,K₂O、Mn 含量在 6 月最高。

表 5 表明,在果实中,N、P₂O₅、Mg 在 8 月达到最高,Mn、Fe、Cu、Ca 则在 9 月达到最高。而 K₂O 在 5 月果实发育初期就达到最高值。

表 1 年生长周期中牡丹叶片中养分含量变化

Table 1 Changes of nutrient contents in leaf during different phenological phases

月份 Month	氮含量 N content/%	磷含量 P ₂ O ₅ content/%	钾含量 K ₂ O content/%	钙含量 Ca content/%	镁含量 Mg content/%	锰含量 Mn content/(mg·kg ⁻¹)	铜含量 Cu content/(mg·kg ⁻¹)	铁含量 Fe content/(mg·kg ⁻¹)
3	4.25±0.06a	0.74±0.01a	1.78±0.04a	0.46±0.02e	0.19±0.01e	20.2±0.50c	27.8±1.13b	106.0±0.47de
4	2.07±0.07b	0.25±0.01b	0.62±0.01bc	1.44±0.03d	0.42±0.02a	38.4±0.09a	7.4±0.17c	93.2±2.20e
5	1.51±0.01c	0.14±0.01c	0.59±0.03bc	1.76±0.01cd	0.33±0.02b	32.5±1.42b	1.0±0.06d	126.2±0.10d
6	1.52±0.02c	0.14±0.01c	0.50±0.03cd	2.21±0.08bc	0.32±0.02bc	30.7±1.22b	0.7±0.04d	238.7±1.45b
7	1.39±0.01d	0.12±0.01c	0.69±0.03b	2.60±0.06ab	0.31±0.01bc	31.3±1.65b	37.7±1.00a	272.3±5.71a
8	1.28±0.02e	0.10±0.01c	0.42±0.01de	2.68±0.10a	0.27±0.01cd	21.2±0.95c	8.3±0.92c	220.0±1.82b
9	1.20±0.03ef	0.10±0.01c	0.35±0.01e	2.71±0.17a	0.32±0.01b	23.2±0.64c	6.5±0.26c	187.1±13.20c
10	1.07±0.01f	0.10±0.00c	0.33±0.02e	3.05±0.16a	0.22±0.01de	19.4±0.55c	7.0±0.06c	223.7±7.92cb

注:表中数据为平均值±标准误,同列中不同小写字母表示在 5%水平上差异显著,下同。

Note: Values are means±SE. Different lowercase letters in a column show significant difference at 5% level. The same below.

表 2 年生长周期中牡丹发育枝中养分含量变化

Table 2 Changes of nutrient contents in development shoot during different phenological phases

月份 Month	氮含量 N content/%	磷含量 P ₂ O ₅ content/%	钾含量 K ₂ O content/%	钙含量 Ca content/%	镁含量 Mg content/%	锰含量 Mn content/(mg·kg ⁻¹)	铜含量 Cu content/(mg·kg ⁻¹)	铁含量 Fe content/(mg·kg ⁻¹)
3	2.89±0.01a	0.53±0.01a	2.10±0.05a	0.87±0.04b	0.24±0.01b	17.0±0.46a	32.0±1.30a	167.9±3.40a
4	1.20±0.03b	0.21±0.01b	0.64±0.01b	1.73±0.03a	0.30±0.01a	8.2±0.43bcd	10.7±1.07c	57.6±2.42d
5	0.76±0.02d	0.13±0.02c	0.39±0.02c	1.65±0.10a	0.24±0.01b	6.6±0.10d	10.2±0.35c	111.0±6.66bc
6	0.98±0.03c	0.13±0.01c	0.20±0.01d	1.92±0.06a	0.32±0.01a	10.6±0.67bc	5.2±0.44de	114.6±8.13b
7	0.95±0.01c	0.12±0.00c	0.18±0.01d	1.94±0.06a	0.31±0.00a	10.9±0.44b	24.1±0.98b	76.8±4.88cd
8	0.98±0.02c	0.14±0.00c	0.21±0.04d	1.94±0.15a	0.33±0.00a	6.5±0.92d	9.1±1.07cd	77.7±1.23cd
9	1.01±0.03c	0.12±0.01c	0.18±0.01d	1.85±0.11a	0.34±0.02a	7.9±0.81cd	9.2±0.96cd	100.9±6.63bc
10	0.98±0.01c	0.11±0.02c	0.16±0.02d	1.80±0.03a	0.22±0.01b	7.9±0.21cd	3.8±0.12e	155.8±15.50a

表 3

年生长周期中牡丹根中养分含量变化

Table 3

Changes of root nutrient contents in different phenological phases

月份 Month	氮含量 N content/%	磷含量 P ₂ O ₅ content/%	钾含量 K ₂ O content/%	钙含量 Ca content/%	镁含量 Mg content/%	锰含量 Mn content/(mg·kg ⁻¹)	铜含量 Cu content/(mg·kg ⁻¹)	铁含量 Fe content/(mg·kg ⁻¹)
3	1.03±0.02a	0.16±0.01a	0.18±0.01ab	1.45±0.13ab	0.16±0.01a	14.2±1.39ab	19.9±1.00a	152.3±9.58e
4	0.61±0.02d	0.11±0.01a	0.12±0.01b	1.35±0.04bc	0.13±0.01ab	5.8±0.46de	12.3±0.98cd	108.6±2.70f
5	0.61±0.02d	0.10±0.00a	0.17±0.01ab	1.64±0.02a	0.11±0.01b	16.8±0.23a	13.3±0.58cd	469.3±7.78a
6	0.66±0.02cd	0.10±0.01a	0.19±0.01ba	1.14±0.07cd	0.11±0.01b	4.0±0.32e	8.9±0.58d	185.6±6.55Dd
7	0.65±0.01d	0.10±0.01a	0.17±0.00ab	1.21±0.01bcd	0.12±0.01b	12.8±0.12b	16.7±1.04abc	381.3±3.94b
8	0.81±0.03b	0.12±0.01a	0.20±0.01a	1.00±0.09d	0.11±0.01b	8.7±0.42cd	19.3±2.21ab	250.5±3.27c
9	0.78±0.03bc	0.10±0.06a	0.17±0.01bab	1.15±0.01cd	0.11±0.00b	9.5±0.53c	18.5±0.64ab	192.4±4.04d
10	0.85±0.03b	0.13±0.01a	0.19±0.01ba	1.24±0.02bcd	0.11±0.01b	9.3±0.39c	14.5±0.35bc	180.1±2.45d

表 4

年生长周期中牡丹老茎中养分含量变化

Table 4

Changes of old stem nutrient contents in different phenological phases

月份 Month	氮含量 N content/%	磷含量 P ₂ O ₅ content/%	钾含量 K ₂ O content/%	钙含量 Ca content/%	镁含量 Mg content/%	锰含量 Mn content/(mg·kg ⁻¹)	铜含量 Cu content/(mg·kg ⁻¹)	铁含量 Fe content/(mg·kg ⁻¹)
3	0.82±0.01ab	0.12±0.01a	0.13±0.00bc	1.80±0.12a	0.16±0.01a	18.5±0.53ab	30.7±1.82ab	175.2±0.03cd
4	0.62±0.02e	0.08±0.01cd	0.13±0.01bc	1.71±0.05ab	0.12±0.01ab	14.1±1.16bc	30.6±4.26ab	234.8±6.24ab
5	0.61±0.01e	0.07±0.01cd	0.13±0.01bc	1.56±0.04abc	0.11±0.00b	12.1±0.75c	23.4±2.28b	254.4±7.18ab
6	0.71±0.02d	0.08±0.01d	0.18±0.01a	1.58±0.06abc	0.14±0.01ab	21.4±1.02a	25.9±0.53ab	210.1±9.79bc
7	0.80±0.01abc	0.09±0.01cd	0.15±0.01b	1.35±0.01bc	0.14±0.01ab	15.5±1.53bc	33.4±1.13a	270.3±19.6a
8	0.75±0.01cd	0.09±0.00bcd	0.13±0.00bc	1.27±0.05c	0.13±0.01ab	14.6±1.48bc	32.6±0.77ab	137.0±10.92de
9	0.76±0.01bcd	0.10±0.00abc	0.12±0.00c	1.33±0.11bc	0.12±0.01b	16.1±1.18abc	22.8±0.98b	103.3±3.52e
10	0.85±0.01a	0.11±0.00ab	0.13±0.01bc	1.48±0.03abc	0.13±0.01ab	12.0±1.03c	26.1±0.69ab	158.6±14.23cd

表 5

年生长周期中牡丹果实中养分含量变化

Table 5

Changes of fruit nutrient contents in different phenological phases

月份 Month	氮含量 N content/%	磷含量 P ₂ O ₅ content/%	钾含量 K ₂ O content/%	钙含量 Ca content/%	镁含量 Mg content/%	锰含量 Mn content/(mg·kg ⁻¹)	铜含量 Cu content/(mg·kg ⁻¹)	铁含量 Fe content/(mg·kg ⁻¹)
5	1.77±0.03d	0.34±0.02c	1.17±0.03a	1.52±0.01c	0.33±0.02b	27.2±0.08b	9.5±0.51d	224.4±10.08d
6	2.07±0.03c	0.35±0.01Bc	0.80±0.03b	1.92±0.14b	0.36±0.03b	33.5±0.73c	3.4±0.22e	165.8±5.19e
7	2.48±0.01b	0.39±0.00ab	0.72±0.03b	1.76±0.04bc	0.31±0.01b	52.6±0.50b	60.6±0.12b	478.2±11.10b
8	2.68±0.02a	0.42±0.01a	0.48±0.01c	2.65±0.02a	0.51±0.01a	50.0±0.66b	42.0±1.17c	409.5±1.25c
9	2.50±0.01b	0.37±0.01bc	0.38±0.02d	2.84±0.03a	0.44±0.01Aa	67.4±0.51a	72.5±1.17a	730.6±10.96a

2.2 不同器官干物质及养分含量的变化

从表 6 可以看出,以植株基本停长的 7 月份计算各部分含量。一株 8 年生‘小胡红’含大量矿质营养元素为:N 4.29、P₂O₅ 0.50、K₂O 1.46、Ca 7.82、Mg 0.97 g;含微量必需矿质元素为:Mn 8.21、Cu 11.56、Fe 149.25 mg。当年生地上部组织中含矿质元素总量(发育枝、叶片、叶柄、果实总量之和)为:N 2.17、P₂O₅ 0.19、K₂O 0.94、Ca 3.95、Mg 0.58 g/株;Mn 4.05、Cu 5.38、Fe 36.40 mg/株。

2.3 不同器官氮、磷、钾浓度的动态变化

从图 1 可以看出,3 月份各器官中氮素浓度均处于

颇高水平。牡丹自萌芽及新梢生长期就开始吸收氮素。在 5 月份果实开始形成前,各器官氮浓度大小顺序为:叶片>发育枝>根>老茎;从 5 月份之后,果实开始发育时各器官氮浓度大小顺序为:果实>叶片>发育枝>根和老茎;就同一器官而言,叶片、发育枝中氮浓度在 3 月份最大,4 月份急剧降低,后保持稳定。根和老茎中氮浓度 3—4 月缓慢降低,随后也基本保持稳定。花蕾在 3 月份的氮含量明显高于其它器官。这是因为花芽萌发过程中需要大量的氮素营养。

表 6 牡丹不同器官干物质及养分含量

Table 6 Dry weight and nutrient contents of different organs

	发育枝	叶片	叶柄	根	老茎	果实	合计
	Development branch	Leaf	Petiole	Root	Old stem	Fruit	Total
单株总干重 Total dry weight per plant/g	25.00±1.23	111.39±11.78	28.15±2.53	255.23±21.22	57.46±3.56	2.19±0.12	479.42
N/%	0.95	1.39	1.19	0.65	0.80	2.48	
单株 N/g	0.24±0.01	1.55±0.23	0.33±0.05	1.66±0.23	0.46±0.09	0.05±0.00	4.29
P ₂ O ₅ /%	0.12	0.12	0.08	0.10	0.09	0.39	
单株 P ₂ O ₅ /g	0.03±0.00	0.13±0.01	0.02±0.00	0.26±0.03	0.05±0.00	0.01±0.00	0.50
K ₂ O/%	0.21	0.69	0.35	0.17	0.15	0.72	
单株 K ₂ O/g	0.05±0.00	0.77±0.07	0.10±0.01	0.43±0.04	0.09±0.00	0.02±0.00	1.46
Ca/%	1.94	2.60	1.84	1.21	1.35	1.76	
单株 Ca/g	0.49±0.06	2.90±0.34	0.52±0.71	3.09±0.89	0.78±0.07	0.04±0.00	7.82
Mg/%	0.31	0.31	0.49	0.12	0.14	0.31	
单株 Mg/g	0.08±0.00	0.35±0.08	0.14±0.04	0.31±0.01	0.08±0.00	0.007±0.00	0.97
Mn/(mg·kg ⁻¹)	10.9	31.3	6.0	12.8	15.5	52.6	
单株 Mn/mg	0.27±0.03	3.49±0.98	0.17±0.01	3.27±0.17	0.89±0.03	0.12±0.01	8.21
Cu/(mg·kg ⁻¹)	24.1	37.7	16.0	16.7	33.4	60.6	
单株 Cu/mg	0.60±0.07	4.20±0.19	0.45±0.07	4.26±1.00	1.92±0.56	0.13±0.01	11.56
Fe/(mg·kg ⁻¹)	76.8	272.3	110.01	381.3	270.3	478.2	
单株 Fe/mg	1.92±0.28	30.33±4.45	3.10±0.18	97.32±14.28	15.53±1.45	1.05±0.03	149.25

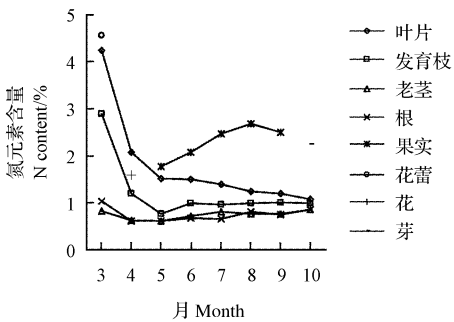


图 1 年生长周期中牡丹不同器官氮元素含量

Fig. 1 N contents of different phenological phases and organs

图 2 表明,3 月份各器官中磷素浓度均处于颇高水平。在 4 月份的盛花期,各器官氮浓度大小顺序为:花>叶片>发育枝>根>老茎;在 5 月份果实开始形成前,则为果实>叶片>发育枝>根>老茎;后基本保持稳定,且差异较小。

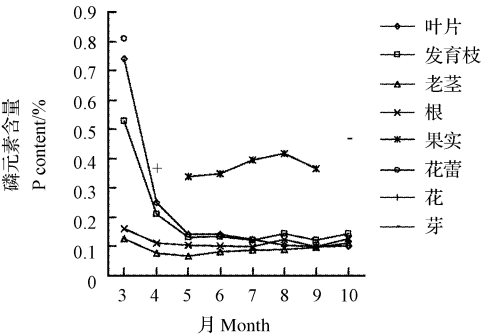


图 2 年生长周期中牡丹不同器官磷元素含量

Fig. 2 P contents of different phenological phases and organs

图 3 表明,钾素浓度在 3 月份,花蕾、叶片和发育枝中的含量显著高于其它时期,在根部和老茎中变化不

大,这可能是因为 3 月份内生生长需要较多的钾素。在 4 月份则是花中钾素最高,5 月份后则表现为果实>叶片>发育枝>根>老茎。但特殊的是叶片中的钾在 7 月份出现次高峰。

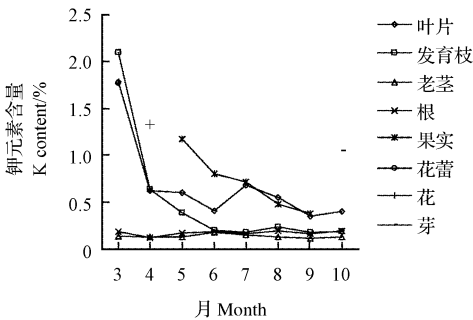


图 3 年生长周期中牡丹不同器官钾元素含量

Fig. 3 K contents of different phenological phases and organs

3 讨论与结论

植物对土壤中矿质元素的吸收和富集取决于植物对矿质元素的需求量,同时也与土壤中该元素的含量和存在状态有关^[8]。矿质元素在植物各器官分布的差异一方面受各器官代谢水平和生理活性的影响,另一方面与元素本身的迁移、转化等特性有关^[9]。在叶片、发育枝及根中,3 月氮、磷、钾含量均达到最高水平。4 月达到次高水平,这说明 3 月正是花芽萌发及开花前的准备期,需要大量的养分供应。4 月盛花期,贮藏于混合芽中的养分已被用于开花和幼嫩营养器官的生长,同时,根系也自土壤中大量吸收营养,随着新叶的展开,嫩茎的生长,叶片、发育枝中养分含量达到展叶后的最高水平^[10]。钾素在 4 月虽然也较高,但其最高水平展叶后则

出现在7月。这可能与7月正是花芽分化的关键时期有关,说明花芽分化需要较大的钾参与。而在根和老茎中,氮、磷、钾的次高水平则多出现在10月。这与牡丹的生长规律相吻合,也与席玉英等^[11]、上官铁梁等^[12]分别对稷山矮牡丹和永济矮牡丹体内无机元素分布规律的研究基本相似。因为,在牡丹生长的年周期中,可分为生长期和休眠期。自春季芽萌动至落叶前为生长期。春季芽萌动时,贮存的养分迅速聚集到混合芽中,在芽中形成较高的浓度,有利于芽萌发。由于这些养分是上一年贮存的养分,因此,在落叶和休眠之前,转移大量的养分至根部及老茎中贮藏,是保证翌年混合芽正常分化、成花的重要条件。所以,在植株进入休眠期增施休眠肥,对第2年的开花质量有极其重要的关系。

据刘洪等^[13]研究报道,增加施肥可促进作物干物质积累进程。牡丹养分水平的变化规律,与牡丹生产上的施肥规律基本吻合。牡丹全年施肥可分为春季花前肥、夏季花后肥和秋、冬季基肥(休眠肥)^[10]。3—4月是牡丹植物体内多数养分含量处于较高的时期,此时正是花蕾发育,初叶舒展,为开花做准备的时期,通常在施用腐熟有机肥的基础上,于破绽前喷施磷肥和复合微肥,以满足牡丹花前对养分完全而大量的需要。6—7月花谢后,腋芽原始体开始分化,是年周期中关键的营养期,不仅要施氮、磷肥,而且根据7月份叶片中钾素含量高的特点,要考虑提高钾素的供给。进入休眠期后,植物体内养分已趋于稳定,此时增施肥料对提高植株体内养分贮藏量,对翌年早春展叶及花蕾发育等都有重要影响。

该研究结果表明,一株8年生‘小胡红’含大量矿质营养元素为:N 4.29、 P_2O_5 0.50、 K_2O 1.46、Ca 7.82、Mg 0.97 g;含微量必需矿质元素为:Mn 8.21、Cu 11.56、Fe

149.25 mg。当年生地上部组织中含矿质元素总量(发育枝、叶片、叶柄、果实总量之和)为:N 2.17、 P_2O_5 0.19、 K_2O 0.94、Ca 3.95、Mg 0.58 g/株;Mn 4.05、Cu 5.38、Fe 36.40 mg/株。在叶片、发育枝及根中,3月份氮、磷、钾含量均达到最高水平,4月份达到次高水平。其中N主要分配到叶片、花蕾和果实,P、K主要分配到果实和叶片,Ca、Mg主要分配到叶片和发育枝,Mn、Cu、Fe主要分配到果实和叶片。

参考文献

- [1] 侯小改,马慧丽,段春燕,等.牡丹(*Paeonia suffruticosa* Andr)“佛门袈裟”光合特性的研究[J].沈阳农业大学学报,2006,73(5):772-774.
- [2] 王连英.中国牡丹品种图志[M].北京:中国林业出版社,1997:20-207.
- [3] 李嘉珏.中国牡丹与芍药[M].北京:中国林业出版社,1999:116-179.
- [4] 徐刚.盆栽牡丹和地栽牡丹营养元素周期变化规律的研究[D].郑州:河南农业大学,2010.
- [5] 张新勇,张丹丹,马海燕.盆栽和地栽牡丹各器官大量元素年周期变化的研究[J].河南科学,2012,30(4):436-439.
- [6] 袁同印.不同配比基质对牡丹矿质元素转移的研究[D].郑州:河南农业大学,2011.
- [7] 史瑞和.植物营养学原理[M].北京:中国农业出版社,1990.
- [8] 蔡祖国,周会萍,李红运,等.濒危植物矮牡丹矿质元素含量研究[J].西北林学院学报,2010,25(1):43-46.
- [9] 和丽萍,孟广涛,李贵祥,等.旱冬瓜体内7种矿质元素含量与立地土壤的相关性[J].西北林学院学报,2008,23(2):24-27.
- [10] 欧国菁.北京景山栽培牡丹的矿质营养研究[J].北京林业大学学报,1993,15(1):66-73.
- [11] 席玉英,上官铁梁,张红,等.矮牡丹体内无机元素分布规律的研究[J].华北农学报,2002,17(1):136-139.
- [12] 上官铁梁,张红,席玉英,等.珍稀濒危植物矮牡丹体内矿质元素的研究[J].植物研究,2001,21(2):262-265.
- [13] 刘洪,宇振荣,潘学标.不同类型棉花品种干物质积累及分配规律的研究[J].中国棉花,2002,29(5):8-20.

Dynamic Change of Mineral Element Content in Different Organs of Peony

WEI Dong-feng¹, MA Hui-li², ZHANG Li-xia¹, CHANG Qing-shan², LIU Gai-xiu³, HOU Xiao-gai¹

(1. College of Agriculture, Henan University of Science and Technology, Luoyang, Henan 471003; 2. College of Forestry, Henan University of Science and Technology, Luoyang, Henan 471003; 3. Luoyang National Peony Genetic Storehouse, Luoyang, Henan 471000)

Abstract: Taking peony trees which were about 8-year-old as material, the character of biomass composition, mineral element content and its accumulation in different parts of peony trees were analyzed, in order to investigate the properties of accumulation and distribution of mineral elements in peony and to establish a reasonable fertilization protocol. The results showed that the nutrient content and the annual of biomass of 8-year-old ‘Xiaohuhong’ in ground part were N 4.29, P_2O_5 0.50, K_2O 1.46, Ca 7.82, Mg 0.97 g/plant; Mn 8.21, Cu 11.56, Fe 149.25 mg/plant. the N, P_2O_5 , K_2O content in leaf, development shoot and root reached the highest level in March, the second highest level in April. Nitrogen was mainly assigned to the leaf, bud and fruit, P_2O_5 and K_2O were mainly assigned to the fruit and leaf, Ca and Mg were mainly assigned to the leaf and development shoot, while Mn, Cu and Fe were mainly assigned to the fruit and leaf.

Keywords: nutrient characteristics; organ; peony