

杜鹃无土栽培基质配方的研究

郁书君¹ 李贞植² 俞奉植³

(¹ 北京中农恒达植物品种权代理事务所, 北京 100026; ² 汉城大学环境园艺学系, 汉城 130-743; ³ 韩国农林部农村振兴厅园艺研究所, 京畿道水原市 441-440)

摘要: 采用发达国家已经大量应用的潮水式 (Ebb & Flow) 底面灌施营养液栽培系统, 以盆栽杜鹃品种 ‘Mission Bell’ 作为试材, 筛选出适合杜鹃盆花无土栽培用基质配方。混有草炭的 M1 (体积比: 草炭土 3 + 蛭石 3 + 珍珠岩 3)、M2 (草炭土 3 + 蛭石 3 + 岩棉 3) 和 M4 (草炭土 2 + 蛭石 2 + 珍珠岩 2 + 岩棉 2 + 腐叶土 2) 基质配方栽培的植株表现较好, 尤以 M1 处理, 即 ‘草炭土 3 + 蛭石 3 + 珍珠岩 3’ 的等量配方为最优, 而椰壳并不适合盆栽杜鹃的植株生长。土壤的理化分析和植物体分析结果表明, 营养液灌溉处理后基质的 pH 值基本相同, 但 EC 值的增幅很大, 是由封闭系统内营养液中盐分累积所致; 盆内基质中的矿质营养元素和阳离子交换量也明显增加; 植物体的营养元素含量水平普遍较高, 非常符合杜鹃类植物的生长条件与特殊需求。

关键词: 潮水式底面灌施营养液栽培系统; 杜鹃; 基质配方; 矿质营养元素

中图分类号: S 685.21 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2004) 02-0210-05

Studies on Media Formula for Pot Azalea Subirrigated by Ebb and Flow Bench Systems with Hydroponics

Yu Shujun¹, Jeongsik Lee², and Bongsik Yoo³

(¹ Beijing Sino-Agro Hengda Plant Variety Rights Attorney, Beijing 100026, China; ² Department of Environmental Horticulture, The University of Seoul, Seoul 130-743, Korea; ³ National Horticultural Research Institute, Rural Development Administration, MOAF, Suwon, 441-440, Korea)

Abstract: The experiment concerned the 3 years-old plants of pot azalea (*Rhododendron simsii* ‘Mission Bell’) were designed as 30 replicates to conduct studies on media formula with hydroponics. In terms of plant height and width, leaf length and width, fresh and dry mass, root development and leaf chlorophyll content (SCDSV), the results indicated that M1 (Peat moss 3 + Vermiculite 3 + Perlite 3 by volume) formula was the best media for soilless culture of pot azalea plants, the medium formula containing coconut was not suitable for soilless azalea culture. By analyzing physical and chemical properties of different media formula before and after subirrigation with Sonneveld nutrient solution, it was found that pH values tended to 5 and EC values increased a lots as a result of salt accumulation in media at a closed system of hydroponics; all the contents of total N, available P, K, Ca, Mg, and CEC in 5 media formula increased as well. Finally, contents of macronutrients and concentrations of micronutrient in plants of ‘Mission Bell’ were almost around the optimal levels of plant growth.

Key words: Ebb and flow subirrigation bench system; Azalea; Media formula; Nutrient element

目前杜鹃花盆花生产已经得到了较大规模的推广应用, 但专业性的无土栽培和育种改良方面的工作至今依然很少。根据中国花卉协会杜鹃花分会截止 2002 年的粗略统计, 中国的杜鹃类植物栽培面积约 2300 hm², 产值约 3.5 亿元人民币。其中盆花类产值约达 1.5 亿, 园林绿化用产值近 2 亿元人民币。而在我们的近邻韩国, 据韩国农林部的统计资料, 杜鹃在其花卉园艺生产中仅次于月季和菊花, 栽培面积位居第三; 产值已达 222 亿韩元 (约合 1.5 亿元人民币), 其中到 1999 年, 园林用杜鹃

的栽培面积已达 400 hm² 以上, 占 90%, 盆栽生产为 40 hm²。

在中国, 杜鹃的盆花生产基地主要集中在东北的辽宁丹东与华东的江、浙一带, 绿化苗木生产则以华东与华西南地区为主。盆栽杜鹃的消费基本遍布全国各大中小城市与乡镇, 消费时期以传统的春节前后为重点。最近以来, 1 公顷以上大面积的规模化、标准化、工厂化盆花生产企业和农户与日俱增, 因而大量要求采用轻便、美观、均一、耐用的聚苯乙烯 (Poly styrene) 花盆, 以取代笨重、易碎、粗制的低档瓦盆; 与此相应, 对栽培基质的要求也趋于以轻质、廉价、易购、洁净的非土材料取代传统的盆土。此外, 大规模盆花生产中的浇水施肥一般占据全部劳动力的 1/3 以上, 对此项劳动力的节省, 必将成为影响盆花生产成本的主要因素; 而且对于以观花为主的盆花生产来说, 地上 (顶部) 灌水施肥的传统方式对盆花品质的负面影响亦不可低估。目前发达国家已大规模推广使用潮水式底面灌施营养液栽培系统, 此法不仅可以大幅度提高盆花的品质, 成批量生产用于出口创汇, 而且大大节约了生产成本。据报道, 在荷兰该方法的使用率达 80% 以上^[1]。

1 材料与方法

1.1 材料

供试的材料为目前生产上大量应用的盆栽杜鹃 (*Rhododendron simsii*) 品种 ‘Mission Bell’, 为规格均等的 3 年生扦插小苗, 购自汉城郊区的私人杜鹃农场。用于配方的盆栽基质包括草炭土、蛭石、珍珠岩、岩棉、腐叶土和椰壳, 其混合配比 (体积)^[1] 分别为 M1、M2、M3、M4、M5 (详见表 1)。

1.2 方法

试验于 1998 年春季在汉城大学环境园艺系内的试验苗圃温室和实验室中进行, 无土栽培时营养液的灌施采用潮水式底面渗灌法, 以定时器控制每日两次 (10 时和 16 时) 自动灌施营养液, 灌液深度保持在底盘内 3 cm; 用 H₂SO₄ 和 NaOH 调节营养液的酸碱度, 使其控制在 pH 5.0 左右。营养液灌施时期为植株的全生育期 (3 月 ~ 6 月)。试验设计为完全任意 30 个重复, 花盆尺寸为口径 18 cm × 高 12 cm。数据处理采用 5% 水平上的邓肯氏新复极差方差分析法, 相同字母表示差异性不显著。采用的营养液是 1/2 浓度的欧洲盆花专用型 Sonneveld 液^[1], 配方为: NO₃: 148.51, NH₄: 15.41, H₂PO₄: 46.47, SO₄: 32.06, K: 215.05, Ca: 10.24, Mg: 18.23, Fe: 1.117, Mn: 0.249, Zn: 0.196, B: 0.216, Cu: 0.032, Mo: 0.048 mg · L⁻¹。试材定植时间为: 1998 年 3 月 10 日, 营养液灌施于 3 月 20 日开始; 每隔一日补充一次营养液, 使每桶的营养液自始至终保持在 30 L 的容量 (每桶灌施 50 盆/株)。营养液栽培处理结束后将试材取至实验室内进行营养分析^[2]。

1.3 指标的测定与调查

使用 pH 计 (HI 8424, Hanna Instruments, Italy) 与 EC 计 (S/N 58338, Nieuw Koop, Holland) 分别测定营养液和供试基质的酸碱度和电导度。基质 (土壤) 容重、阳离子交换量 CEC 以及全氮、有效磷和钾、钙、镁的含量测定及植株叶片全氮、磷、钾、钙、镁与微量元素铁、锰、铜、锌的分析测算等依据一般土壤与植物理化分析方法^[3,4]。株高、株幅、叶长与叶宽的测量是在营养液处理结束后直接丈量并以算术平均数计算得出, 其中叶长叶宽的测量统一以顶部枝条最上位叶开始、往下数至第 5 片叶为准。根系发育状况: 1, 2, 3, 4, 5 依次为极差、差、中、好、极好。同时用直测式叶绿素计 SPAD-502 (Minolta, Japan) 测出每一处理 30 个重复每个植株中部相同部位叶片的 “特定色差感光值 (% , SCDSV)” 作为叶绿素含量值^[5]; 随后取出所有的供试植株, 抖落根部基质, 洗净后测定每株的鲜样质量, 取其算术平均数; 再将植株烘干后称其干样质量。取每一植株中部烘干的叶片混合后研碎过筛, 分别称取 0.5 g^[4] 用于测定其营养元素成分。

2 结果与分析

2.1 株高与株幅

如表 1 所示, 营养液处理 1 个月后的 4 月 20 日, M1 与 M2 的株高最高, 而其余 3 个处理株高偏

低且差异不显著。由此可见,含有草炭的配方基质较之带有椰壳成分的株高表现好;这一趋势到了5月20日时更为明显,至最后一次调查时的6月20日,M1处理,即等量的草炭土、蛭石和珍珠岩混配的基质上植株的株高最大,而M3(以椰壳替代草炭)最低。与株高相似,株幅也是M1处理最宽,但由算术平均数来看,M1、M2和M4的株幅均宽,可见椰壳并不适合盆栽杜鹃的植株生长,草炭作配基成分为佳。

2.2 叶长与叶宽

4月20日的调查结果表明,5种基质处理之间没有差异,但依平均值计,M1的叶长最大;5月20日时M4与M5的叶长最短,6月20日,除M5外其它均无差异。叶宽的差异性表现不明显。

表1 潮水式灌溉无土栽培时不同基质处理的杜鹃盆花生长指标变化

Table 1 Variation of growing index of *R. simsii* 'Mission Bell' in different media formula subirrigated by ebb and flow bench system with hydroponics

基质* Media formula	株高 Plant height			株幅 Plant width			叶长 Leaf length			叶宽 Leaf width		
	04-20	05-20	06-20	04-20	05-20	06-20	04-20	05-20	06-20	04-20	05-20	06-20
M1	29.1 a	32.8 a	32.2 a	38.8 a	47.7 a	58.8 a	4.68 a	5.38 a	4.83 a	2.47 a	2.98 a	2.40 ab
M2	29.6 a	30.8 ab	29.9 b	33.8 b	39.4 b	46.5 b	4.47 a	5.09 ab	4.70 a	2.49 a	2.75 ab	2.30 ab
M3	25.6 b	27.4 c	26.8 c	31.7 b	37.2 b	42.0 b	4.60 a	5.06 ab	4.67 a	2.50 a	2.53 b	2.24 b
M4	26.3 b	28.9 bc	28.4 bc	34.3 b	39.8 b	46.5 b	4.35 a	4.50 c	4.85 a	2.34 a	2.41 b	2.45 ab
M5	26.7 b	26.8 c	28.1 bc	32.7 b	36.4 b	41.9 b	4.35 a	4.77 bc	4.36 b	2.43 a	2.51 b	2.59 a

* M1: 草炭土3+蛭石3+珍珠岩3; M2: 草炭土3+蛭石3+岩棉3; M3: 蛭石3+珍珠岩3+椰壳3; M4: 草炭土2+蛭石2+珍珠岩2+岩棉2+腐叶土2; M5: 蛭石3+腐叶土3+椰壳3。下表同。

* M1: peat moss 3 + vermiculite 3 + perlite 3; M2: peat moss 3 + vermiculite 3 + carbonized chaff 3; M3: vermiculite 3 + perlite 3 + coconut moss 3; M4: peat moss 2 + vermiculite 2 + perlite 2 + carbonized chaff 2 + decomposed-leaf soil 2; M5: vermiculite 3 + decomposed-leaf soil 3 + coconut moss 3. The same below.

2.3 生物量与叶绿素

采用底面潮水式灌溉法较之植株顶部喷灌营养液,植物体的生长量(干、鲜样质量)明显增加^[1]。而且由表2可见,M1、M2与M4的干、鲜样质量均比M3和M5高,这一结果与株高、株幅吻合,说明盆栽杜鹃的基质配方以含有草炭成分的为佳,而用椰壳替代的组合并不适合杜鹃生长;叶片叶绿素的含量亦表明了这一点,根系发育则以M1和M2相对较好。综合以上各项主要生长指标,可以初步得出结论:混有草炭的基质可用作杜鹃盆花无土栽培的基质,其中尤以“草炭土3+蛭石3+珍珠岩3”的等量配方即M1处理为最优,而以椰壳代替草炭配栽培基质的做法并不适用于杜鹃花。

表2 潮水式灌溉无土栽培时不同基质处理的杜鹃盆花生物量与叶绿素变化

Table 2 Variation of fresh and dry mass, root development and leaf chlorophyll content of *R. simsii* 'Mission Bell' in different media formula subirrigated by ebb and flow bench system with hydroponics

基质 Media formula	鲜样质量 Fresh mass (g/plant)			干样质量 Dry mass (g/plant)			根系发育 Root system development	叶片叶绿素 含量 Leaf chlorophyll (%)
	整株 Plant	地上部 Above-ground	地下部 Root	整株 Plant	地上部 Above-ground	地下部 Root		
M1	302.0 a	202.7 a	99.3 a	74.6 ab	50.2 a	24.4 a	5.0 a	65.3 a
M2	288.7 a	192.0 a	96.7 a	73.3 ab	46.9 ab	26.3 a	4.0 b	63.0 a
M3	196.0 c	129.3 c	66.7 b	60.3 b	32.4 c	28.0 a	3.7 b	52.3 b
M4	264.0 ab	178.0 ab	86.0 ab	80.3 a	47.1 ab	33.2 a	3.7 b	63.0 a
M5	230.3 bc	148.3 bc	82.0 ab	65.5 ab	38.8 bc	26.7 a	3.7 b	55.0 b

2.4 基质的理化分析

表3为营养液施用前的基质理化指标,表4是试验结束后的分析结果。在试验开始前,供试基质的pH值M5最高,而混有草炭的M1和M2偏低,M3、M4微酸近于中性;M1、M3与M5的电导度(EC)极低,但配有岩棉的M2和M4电导度极大、高达4.0左右;容重均在 $0.3 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 以下,可见所有类型的基质都非常轻,这极有利于盆花产品的生产、流通和消费(表3)。全氮含量以M3为最

高、M1 最低, 有效磷 M4、M5 最高, M3 最低, 其次是 M2; M3 的钾含量最多, M1 最少, 钙素则以 M2、M3 相对偏低; 镁的含量 M1 最高、M4 最低, 其它均保持在 7.0 ~ 8.0 的范围内。

表 3 潮水式灌溉无土栽培杜鹃盆花用不同配方基质在试验开始前的理化分析结果

Table 3 Physical and chemical properties of various media formula before subirrigated by ebb and flow bench system for *R. simsii* 'Mission Bell' in hydroponics

基质 Media formula	pH	EC ($\text{mS} \cdot \text{cm}^{-1}$)	容重 Unit weight ($\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$)	全氮 T-N(%)	有效磷 Av. P_2O_5 ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	交换性阳离子 Exch. cations($\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$)			盐基交换量 CEC($\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$)
						K	Ca	Mg	
M1	5.13	0.01	0.22	0.05	17.04	19.89	10.13	14.05	18.8
M2	5.31	4.07	0.21	0.66	34.85	44.38	6.87	7.10	44.5
M3	6.86	0.02	0.20	1.08	8.89	56.03	8.37	8.01	19.5
M4	6.50	3.82	0.32	0.85	50.40	21.41	10.58	6.85	24.3
M5	7.31	0.02	0.21	0.46	51.82	25.85	18.80	7.76	23.6

表 4 潮水式灌溉无土栽培杜鹃盆花用不同配方基质在试验结束后的理化分析结果

Table 4 Physical and chemical properties of various media formula after subirrigated by ebb and flow bench system for *R. simsii* 'Mission Bell' in hydroponics

基质 Media formula	pH		EC ($\text{mS} \cdot \text{cm}^{-1}$)		容重 Unit weight ($\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$)	全氮 T-N(%)	有效磷 Av. P_2O_5 ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	交换性阳离子 Exch. cations ($\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$)			盐基交换量 CEC ($\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$)
	表层 Top	底层 Bottom	表层 Top	底层 Bottom				K	Ca	Mg	
M1	4.40	4.90	4.60	3.20	0.25	0.50	1360.9	25.35	39.11	35.53	47.00
M2	4.70	5.00	7.54	5.90	0.22	0.68	3826.7	41.08	54.06	31.48	71.45
M3	6.20	4.80	11.60	7.70	0.22	0.31	1257.6	25.03	27.23	20.99	76.05
M4	5.90	4.70	12.80	1.60	0.34	0.91	1656.3	25.67	32.44	23.22	75.40
M5	6.10	5.10	5.50	1.10	0.38	1.50	697.8	38.19	34.20	11.15	44.50

如表 4 所示, 由于所用营养液的 pH 值稳定保持在 5.0 左右, 盆栽基质在经 3 个多月的连续灌施处理后, pH 总体上趋向于 5.0, 且底层基质更接近于 5.0。杜鹃类植物通常所需生长环境为 pH 5.0 左右^[6,7], 而本试验在养液处理结束后基质的 pH 值基本趋同于 5。EC 值的变化甚为明显, 从表 3 和表 4 的对比可以发现, EC 值的增加最多, 而且盆土表层显然高于底层基质, 这是由盐分累积引起的^[8]。由于本无土栽培设施属于封闭循环式系统, 营养液的循环利用导致营养液的盐分浓度逐步增大, 进而直接影响到被其灌溉的盆栽基质; 加之盆内水分的不断蒸发, 带动基质下部的盐分上升至表面, 形成表层的 EC 值明显高于底层, 最高可达 8 倍 (M4)。土壤容重未见大的变化, 表明基质的物理性质基本保持稳定。全氮的变化表现为增减不一, 但有效磷的含量增加极大, 如 M3 的增量高达 184 倍, 这有助于盆栽杜鹃的花芽分化与花朵形成, 为成品的开花繁茂与质量提高、规格均一奠定了良好的营养基础^[9,10]。此外, 钾、钙、镁的浓度以及盐基交换量均体现出不同程度的增加, 显示采用该潮水式营养液灌溉系统, 其盆内基质中的矿质营养元素和阳离子交换量增加明显, 这是由营养液对盆栽基质的不断灌施补充带来的。

2.5 盆栽植株矿质营养元素分析

所有处理的植物体全氮含量均在 3.8% ~ 4.8% 范围, 处于 2.0% ~ 5.0% 的最适区间内^[9,11]。一般杜鹃类植物的全氮含量在 1.8% 以下时表现为缺氮, 而在 3.0% 以上时即为较高水准^[10], 可见氮素营养在此是充足的; 磷的正常含量范围在 0.20% ~ 0.65%、最适为 0.3% ~ 0.5% 之间, 钾的正常范围是 2.0% ~ 5.0%。本试验中磷素与钾素含量均超过或接近此水准, 因而植株生长良好、花开健康, 这对以观花为主的盆栽杜鹃来说尤显重要; 钙的适宜范围是 0.2% ~ 0.6%、最适浓度与磷一样, 而镁的最适范围为 0.16% ~ 0.50%, 本研究中的钙素略微偏高但镁的含量偏低, 只有 M5 的镁浓度有所例外 (见表 5)。对于微量元素而言, 参照一般认定的缺乏水准: 铁为 50 ~ 150 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、锰 10 ~ 20 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、铜 3 ~ 5 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、锌 15 ~ 20 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ^[9,11], 由表 5 可见, 这 4 种主要微量元素的含量均

在缺素水平之上 (M3 的锌素除外), 完全可以满足盆栽杜鹃花的生长要求; M3 的铜素浓度甚至超出过量即有毒水平 ($20 \sim 30 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)。然而, 杜鹃花对微量元素的需求似乎高于普通植物, 特别是对铁的需求, 自然条件下生长的野生杜鹃如迎红杜鹃的铁含量常在 $300 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 以上^[12]。

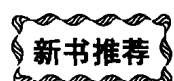
表 5 潮水式灌溉无土栽培时不同基质处理的盆栽杜鹃叶片营养元素含量分析结果

Table 5 Nutrient element contents of *R. simsii* 'Mission Bell' in different media formula subirrigated by ebb and flow bench system with hydroponics

基质 Media formula	(%)					(mg · kg ⁻¹)			
	T-N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
M1	4.05	1.41	1.87	0.60	0.10	173.5	88.3	16.6	46.7
M2	3.82	1.66	1.96	0.64	0.13	202.3	111.0	22.6	34.9
M3	4.05	1.56	2.26	0.48	0.16	217.4	75.3	66.1	6.5
M4	4.85	1.94	2.56	0.66	0.15	213.5	101.1	29.9	47.7
M5	4.79	1.63	3.54	0.59	0.42	224.0	62.5	13.1	50.4

参考文献:

- 1 李贞植. 盆栽花卉的灌水施肥与养液栽培研究. 韩国花卉研究会刊, 1998, (1): 19~30
- 2 郁书君, 汪 天. 白桦容器栽培研究 (I): 最适基质配方的筛选. 北京林业大学学报, 2001, 23 (1): 24~28
- 3 Jackson M L. Soil chemical analysis. New Jersey: Prentice-Hall. Englewood Cliffs, 1970. 50~55
- 4 农村振兴厅. 土壤化学分析. 水原: 韩国农村振兴厅出版社, 1998. 25~120
- 5 Lee J S, Jeong S J, Heo J A, et al. Light intensity levels and growth inhibitors on growth of shade tolerant Japanese Spurge (*Pachysandra terminalis*). J. Kor. Soc. Hort. Sci., 2002, 43: 137~142
- 6 陈有民. 园林树木学. 北京: 中国林业出版社, 1990. 619~632
- 7 Galle F C. *Rhododendron*. Oregon: Timber Press, 1987. 15~18
- 8 Todd N M, Reed D W. Characterizing salinity limits of new guinea impatiens in recirculating subirrigation. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1998, 123: 156~160
- 9 Marschner H. Mineral nutrition of higher plants. London: Academic Press, 1986. 30~187
- 10 Ryan G F. Phosphorus and nitrogen nutrition of *Rhododendrons*. Amer. Rho. Soc. J., 1990, 44 (2): 84~87
- 11 袁可能. 植物营养元素的土壤化学. 北京: 科学出版社, 1983. 55~167
- 12 郁书君, 陈有民, 王玉华. 北京园林引种迎红杜鹃栽培试验. 园艺学报, 1993, 20 (2): 181~186



新书推荐

《柑橘学》 何天富 主编

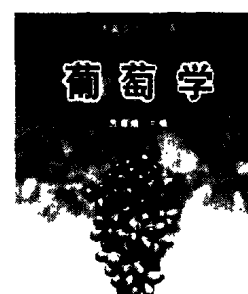
中华农业科教基金资助图书。全书分为 17 章。分别介绍了柑橘的发展史略、柑橘遗传资源、中国柑橘生态区划、柑橘的生物学、柑橘的代谢生理、柑橘的矿物质营养、柑橘育种、柑橘生物技术、柑橘育苗、果园建立、柑橘园的土壤管理、柑橘对不良环境的适应性及防护技术、柑橘病虫害、柑橘的采后处理及贮藏加工等重要内容。可作为高校师生和研究工作者的参考教材和资料, 供从事于柑橘生产者阅读参考。

定价: 207.00 元 (含邮费)。



《葡萄学》 贺普超 主编

中华农业科教基金资助图书。该书分为绪论和 26 章。分别介绍了葡萄的分类和种质资源、形态与解剖、中国葡萄栽培区划、葡萄生理、主栽品种、繁殖、葡萄园的建立、整形修剪、土肥水管理、抗寒与设施栽培、葡萄主要性状的遗传、杂交与实生育种、多倍体育种、无性系选种、组织培养、病虫害、葡萄酒、葡萄的贮藏保鲜等重要内容。可供高校师生和研究工作者以及葡萄生产者阅读参考。定价: 141.00 元 (含邮费)。



购书者请通过邮局汇款至北京中关村南大街 12 号中国农科院蔬菜花卉所《园艺学报》

编辑部, 邮编 100081。