



余琳玉,赵江,吕豪轩,等. 海绵设施内 16 种植物的固碳释氧和抗寒性比较[J]. 黑龙江农业科学,2020(1):107-112.

海绵设施内 16 种植物的固碳释氧和抗寒性比较

余琳玉¹,赵江¹,吕豪轩²,龙腾蛟¹,熊晓壮¹

(1. 湖南省长沙市望城区城市建设投资集团有限公司,湖南长沙 410200;2. 湖南省长沙市望城区海绵办,湖南长沙 410200)

摘要:为确定海绵设施内植物的特性,测定了长沙市望城区雷锋公园海绵设施内 16 种植物的叶绿素含量、光曲线、光合日变化、固碳释氧和抗寒性。结果表明:16 种植物差异较大。叶绿素含量最高的是小叶栀子、大叶黄杨、唐菖蒲。喜光的植物有大花六道木、金丝桃、红王子锦带、唐菖蒲、小叶栀子、大叶黄杨、十大功劳栀子、鸢尾、花叶杞柳、金叶女贞;喜荫的种类有吉祥草;耐荫种类有杜鹃、金森女贞、金钟花、八仙花。固碳和释氧能力较高的是金叶女贞、金丝桃、唐菖蒲、红王子锦带、大花六道木、花叶杞柳。抗寒能力从强到弱的分别是大叶黄杨、红王子锦带、十大功劳、金叶女贞、金森女贞、唐菖蒲、小叶栀子、鸢尾、金丝桃、吉祥草、杜鹃、大花六道木、栀子、八仙花、花叶杞柳、金钟花。

关键词:植物;固态释氧;抗寒性;长沙市望城区;海绵设施

海绵城市理念在城市建设中十分受欢迎,在许多城市公园建设中均应用了该理念,许多学者也对此进行了研究^[1-5],其中植物的应用是最重要的一个方面^[6-8]。植物在园林应用过程中受到多因素的影响,如气候、土壤、降水、文化和综合效益等因素^[9]。长沙市望城区进行城市建设过程中,十分注重海绵设计的构建和园林植物的应用,特别是植物的适应性和固碳释氧能力。虽然对于雨水花园中植物研究较多,但注重于植物的配置^[11-12];对于植物固碳释氧能力的研究较多^[13-14],但是对于海绵设施内植物的固碳释氧能力及抗寒性还没有系统研究。通过本项目的研究,明确长沙市望城区雷锋公园雨水花园中使用频率最高的 16 种植物的固碳释氧能力和抗寒性,为它们的进一步应用提供指导。

1 材料与方法

1.1 植物的选择

湖南省长沙市望城区雷锋公园位于长沙市西北部,28° 08' 07" N, 112° 59' 12" E,面积约 60.53 hm²。公园中设置了几十个雨水花园,经过现场调查,确定了以下使用频率最高的 16 种植物:十大功劳(*Mahonia fortunei*)、栀子(*Gardenia*

jasminoides cv. *prostrata*)、小叶栀子(*Gardenia jasminoides*)、金钟花(*Forsythia viridissima*)、八仙花(*Hydrangea macrophylla*)、杜鹃(*Rhododendron simsii*)、金森女贞(*Ligustrum japonicum* 'Howardii')、金叶女贞(*Ligustrum × vicaryi*)、红王子锦带(*Weigela florida* 'Red Prince')、大叶黄杨(*Buxus megistophylla*)、花叶杞柳(*Salix integra* 'Hakuro')、大花六道木(*Abelia × grandiflora*)、金丝桃(*Hypericum monogynum*)、鸢尾(*Iris tectorum*)、唐菖蒲(*Gladiolus gandavensis*)、吉祥草(*Reineckia carnea*)。这些植物在雨水花园中生长较好。

1.2 方法

1.2.1 叶绿素含量的测定 叶绿素含量采用 SPAD502 叶绿素荧光仪进行测定。选择成熟的叶片进行测定,避开粗的中脉和粗的叶脉,每种植物重复 20 次,计算其平均值。

1.2.2 光曲线的测定方法 2019 年 4 月 20 日至 5 月 20 日的晴天,气温在 20~33 °C。光曲线的测定采用 Li-cor6400XTR 现场进行测定,测定方法按王佳星等^[15]进行测定,并求出光饱和点(LSP)和光补偿点。每种植物测定 3 次,取其平均值。

1.2.3 光合日变化的测定 2019 年 5 月 21-24 日(晴天)用 Licor-6400XTR 测定 16 种植物的光

收稿日期:2019-09-06

第一作者:余琳玉(1992-),女,硕士,工程师,从事风景园林规划与工作。E-mail: 271841818@qq.com。

合速率的日变化。测定时透明叶室保持水平,自然的温湿度。测定当天光强的变化如表 1。每种植物测定 3 个植株,所有数据取其平均值。

表 1 光强的日变化

Table 1 Diurnal variation of light intensity	
时间 Time	光强 Light intensity/($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)
8:00	380
10:00	690
12:00	1180
13:00	1620
14:00	1500
16:00	760
18:00	390

1.2.4 植物抗寒性的测定 采用电导率法进行测定。摘取成熟叶片阴湿带回实验室,用去离子水冲洗干净,再用吸水纸吸干水分,每种叶片分成 5 份放入密封塑料袋,分别置于 4,0,-5,-10,-15℃下冷冻 12 h,后放入 4℃下解冻 2 h 后进行测定。将叶片剪成 10 mm×20 mm 的条状,称取鲜重质量 1.000 g,放入含有 15 mL 去离子水的试管中静置 24 h,测其电导率,然后放入水浴锅中 100℃下加热 10 min 后冷却至室温,定容至 15 mL 后测定其电导值。根据电导率来比较各植物的抗寒性。

电导率=浸液电导值/测煮沸电导质。

1.2.5 数据分析 用 SPSS20.0 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 叶绿素含量的比较

叶绿素的相对含量能反映植物的生长状态,其值较高,说明植物生长较好。由表 1 可知,16 种植物中叶绿素含量相差很大,叶绿素含量从高到低依次为小叶梔子、大叶黄杨、唐菖蒲、十大功劳、梔子、金森女贞、金丝桃、金钟花、大花六道木、杜鹃、红王子锦带、金叶女贞、鸢尾、八仙花、吉祥草、花叶杞柳。叶绿素含量最高 3 种植物是小叶梔子、大叶黄杨、唐菖蒲,含量最低的 4 种植物是鸢尾、八仙花、吉祥草、花叶杞柳。由于是定性的数据,无法说明叶绿素 a、b、类胡萝卜素等含量的变化。此外,彩叶植物会影响植物叶绿素的

含量。

表 1 16 种植物的叶绿素含量

Table 1 Chlorophyll content of 16 kinds of plant

植物名称	含量	植物名称	含量
Name	Content	Name of plant	Content
十大功劳	53.6	红王子锦带	37.3
梔子	51.3	大叶黄杨	58.2
小叶梔子	61.2	花叶杞柳	18.0
金钟花	40.4	大花六道木	38.4
八仙花	29.1	金丝桃	42.0
杜鹃	37.5	鸢尾	30.2
金森女贞	47.8	唐菖蒲	57.1
金叶女贞	30.6	吉祥草	27.0

2.2 光曲线相关参数的比较

对不同植物测定的光曲线进行拟合,得到了光饱和点、光补偿点、最大光合速率和呼吸速率,由表 2 可知,16 种植物光补偿点的变化较大,较低的有八仙花、粉花绣线菊、吉祥草,表明这些植物耐荫能较强。光补偿点较高的种类有十大功劳、梔子、金钟花、金森女贞、红王子锦带、大叶黄杨、花叶杞柳、鸢尾,表明这些植物要达到能量平衡,需要较强的光强,是阳性植物。

光饱和点大于 600 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 的植物种类有十大功劳、梔子、小叶梔子、金叶女贞、红王子锦带、大叶黄杨、花叶杞柳、大花六道木、金丝桃、鸢尾、唐菖蒲,共 11 种,表明,绝大多数种类能适应较强的光环境,也与大部分种类生长较好相一致。

16 种植物的最大光合速率变化较大,超过 10 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 的植物种类有金叶女贞、红王子锦带、花叶杞柳、大花六道木、金丝桃、唐菖蒲共 6 种,表明这些种类具有较强的光合潜力,当外界光强增强时,其光合速率可以较为迅速的增加。

16 种植物的呼吸速率变化较大,从高到低分别是金森女贞、花叶杞柳、金钟花、梔子、红王子锦带、大叶黄杨、金丝桃、唐菖蒲、杜鹃、大花六道木、金叶女贞、十大功劳、小叶梔子、八仙花、鸢尾、吉祥草。金森女贞的呼吸速率达 3.83 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$,而吉祥草的呼吸速率最低,只有 0.33 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 。呼吸速率不同,其适应能力也会有较大的差异。

表 2 16 种植物的光曲线参数
Table 2 Light curve parameters of 16 kinds of plant

序号 No.	植物名称 Name	光饱和点	光补偿点	最大光合速率	呼吸速率
		Light saturation point/ ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	Light compensation point/ ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	Maximum photosynthetic rate/ ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	Respiration rate/ ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)
1	十大功劳	804	88	6.65	1.12
2	栀子	780	48	9.26	2.13
3	小叶栀子	824	32	9.09	1.02
4	金钟花	556	68	9.47	2.41
5	八仙花	532	8	5.50	0.95
6	杜鹃	440	20	5.83	1.48
7	金森女贞	544	76	6.84	3.83
8	金叶女贞	632	20	19.41	1.17
9	红王子锦带	964	32	14.85	1.94
10	大叶黄杨	816	36	8.26	1.64
11	花叶杞柳	632	52	13.06	2.73
12	大花六道木	1088	20	13.34	1.30
13	金丝桃	1032	24	17.44	1.61
14	鸢尾	640	48	6.99	0.88
15	唐菖蒲	892	16	15.26	1.54
16	吉祥草	356	4	4.18	0.33

2.3 光合速率的日变化和固碳释氧的比较

植物光合速率的日变化可以反映植物的生长潜力,16 种植物光合速率的日变化、固碳释氧的量。由表 3 可知,不同植物种类光合速率变化较

大,整体来说,耐荫性能力强的光合速率较低,变化范围相对小;相反,光饱和点高的植物其光合速率较高,变化范围也较大。同时,中午光照过强时,植物都存在“午休”的现象。

表 3 16 种植物单位面积光合速率的日变化

Table 3 Diurnal variation of photosynthetic rate per unit area of 16 kinds of plant

序号 No.	植物名称 Name	光合速率 Photosynthetic rate/ ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)							固碳量	释氧量
		8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	平均值 Average	Carbon fixation / ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$)	Oxygen release/ ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$)
1	十大功劳	2.98	4.65	5.32	5.17	5.140	3.66	4.49	7.48	5.44
2	栀子	4.35	6.33	6.74	5.68	6.35	4.52	5.66	9.36	6.80
3	小叶栀子	4.55	7.24	7.55	6.55	7.57	5.12	6.43	10.69	7.77
4	金钟花	5.01	6.75	7.02	5.86	6.92	5.23	6.13	10.03	7.30
5	八仙花	3.22	3.52	3.66	3.58	3.54	3.31	3.47	5.56	4.05
6	杜鹃	4.09	4.36	4.47	3.89	4.11	4.26	4.20	6.65	4.84
7	金森女贞	2.44	2.64	2.76	2.55	2.77	2.39	2.59	4.16	3.03
8	金叶女贞	14.56	17.66	18.22	15.66	18.02	15.32	16.57	26.77	19.47
9	红王子锦带	8.56	11.56	11.99	9.56	11.55	9.54	10.46	17.02	12.37
10	大叶黄杨	4.56	5.99	6.08	5.42	6.00	4.71	5.46	8.91	6.48

续表 3

序号 No.	植物名称 Name	光合速率 Photosynthetic rate/ ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$)							固碳量 Carbon fixation / ($\text{g}\cdot\text{m}^2\cdot\text{d}^{-1}$)	释氧量 Oxygen release/ ($\text{g}\cdot\text{m}^2\cdot\text{d}^{-1}$)
		8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	平均值 Average		
11	花叶杞柳	8.56	10.31	9.99	8.66	10.12	8.67	9.39	15.11	10.99
12	大花六道木	7.86	10.33	11.20	9.89	10.33	9.65	9.88	16.00	11.64
13	金丝桃	9.65	14.48	15.10	13.56	14.97	12.72	13.41	21.95	15.97
14	鸢尾	3.99	5.65	6.21	5.37	5.88	4.26	5.23	8.63	6.27
15	唐菖蒲	10.21	12.29	12.85	10.55	12.33	10.37	11.43	18.47	13.43
16	吉祥草	3.11	3.66	3.84	2.47	3.69	3.36	3.36	5.35	3.89

注:固碳量指 8:00-18:00 每平方叶片固定 CO₂ 的克数;释氧量指 8:00-18:00 每平方叶片释放 O₂ 的克数。
Note:Carbon fixation refers to the grams of fixed CO₂ per square leaf at 8:00-18:00; Oxygen release refers to the grams of O₂ released per square leaf at 8:00-18:00.

不同种类固碳能力相差较大,固碳能力从高到低分别为金叶女贞、金丝桃、唐菖蒲、红王子锦带、大花六道木、花叶杞柳、小叶栀子、金钟花、栀子、大叶黄杨、鸢尾、十大功劳、杜鹃、八仙花、吉祥草、金森女贞。固碳能力最高的 5 种植物分别是金叶女贞、金丝桃、唐菖蒲、红王子锦带和大花六道木;最弱的 5 种植物分别是十大功劳、杜鹃、八仙花、吉祥草、金森女贞。

不同种类释氧的能力相差也很大,其能力从高到低的顺序与固碳能力一样。释氧能力最高的 5 种植物分别是金叶女贞、金丝桃、唐菖蒲、红王子锦带和大花六道木;释氧能力最弱的 5 种植物分别是十大功劳、杜鹃、八仙花、吉祥草、金森女贞。

2.4 不同温度下叶片电导率的变化

当植物受到低温胁迫时叶片细胞膜受损,随着温度的降低,细胞膜受损程度增大,电解质外渗相对电导率也渐渐增大。随着温度的降低相对电导率增大的幅度越大说明细胞受伤害程度越深。由此得到植物抗寒性能力强弱。由表 4 可知,随着温度的降低 16 种植物的电导率值均呈现上升趋势,但不同植物上升变化不同,不同植物电导率上升幅度也不同。金钟花、大花六道木、八仙花、杜鹃、金丝桃在-5℃时电导率就超过 0.5。金钟花、大花六道木、八仙花、杜鹃、花叶杞柳、吉祥草、栀子在一 15℃时电导率超过 0.8。这说明在

-5℃时植物就受到了伤害,在-15℃时植物严重受害。鸢尾在-10℃时电导率达到 0.5 以上,-15℃时电导率达到 0.7 左右。唐菖蒲、金森女贞、十大功劳、金叶女贞、小叶栀子在一 15℃时电导率达到 0.5 以。这表明植物在一 15℃时收到了伤害。红王子锦带、大叶黄杨在-15℃时电导率也都在 0.4 以下。电导率变化一直不大。这表明这几种植物抗寒性较强,所受伤害不大。

随着温度的逐渐降低,植物外部形态和内部生理状态也在不断进行一系列的低温适应性变化。低温胁迫时,对植物细胞的影响首先作用于生物膜,导致生物膜结构和功能改变,进而使细胞膜透性增大,电解质外渗,电导率增大是植物遭受冻害的重要原因,同时能够比较客观地反映植物在低温逆境中受伤害的状况。随着温度持续下降,植物叶片的电导率也呈持续升高的趋势,16 种植物的电导率在一 15℃时均达到最高,表明此时 16 种植物细胞膜都受到了不同程度的低温伤害,花叶络石、黄金菊、金钟花、大花六道木、八仙花、杜鹃、花叶杞柳、吉祥草、细叶麦冬、金边麦冬、大叶栀子、受害程度比其他种植物严重。

以上分析表明,16 种植物抗寒性从强到弱为大叶黄杨、红王子锦带、十大功劳、金叶女贞、金森女贞、唐菖蒲、小叶栀子、鸢尾、金丝桃、吉祥草、杜鹃、大花六道木、栀子、八仙花、花叶杞柳、金钟花。这也与植物的大致分布范围相一致。

表 4 16 种植物不同温度下叶片电导率的变化

Table 4 Variations of leaf conductivity of 16 kinds of plants at different temperatures

序号 No.	植物名称 Name	−4 ℃	0 ℃	−5 ℃	−10 ℃	−15 ℃
1	十大功劳	0.0975	0.2227	0.2664	0.4056	0.5202
2	栀子	0.1676	0.2676	0.3310	0.5890	0.9068
3	小叶栀子	0.1223	0.1338	0.2193	0.2560	0.6748
4	金钟花	0.3256	0.4784	0.6977	0.8237	0.9339
5	八仙花	0.4078	0.5418	0.6585	0.7902	0.9079
6	杜鹃	0.1958	0.3803	0.5083	0.6649	0.8640
7	金森女贞	0.1494	0.1700	0.2900	0.4300	0.5500
8	金叶女贞	0.0928	0.1048	0.1269	0.3109	0.5476
9	红王子锦带	0.0747	0.1610	0.2587	0.3955	0.3474
10	大叶黄杨	0.1052	0.1500	0.2200	0.2400	0.2700
11	花叶杞柳	0.2861	0.3800	0.4617	0.6031	0.9167
12	大花六道木	0.3319	0.4318	0.6721	0.7059	0.9034
13	金丝桃	0.2796	0.5364	0.6007	0.7685	0.7679
14	鸢尾	0.0740	0.1670	0.3550	0.5543	0.6931
15	唐菖蒲	0.1519	0.2178	0.4214	0.4589	0.5515
16	吉祥草	0.1439	0.3824	0.4467	0.8134	0.8047

3 结论与讨论

3.1 植物叶绿素含量的比较

植物叶绿素不仅是光合作用的基础,也能反映植物的生长状态和土壤中养分元素的供应情况。虽然没有测量 16 种植物的绝对叶绿素含量,但是相对叶绿素含量也能反映植物的生长状况。

叶绿素含量最高的是小叶栀子、大叶黄杨、唐菖蒲,最低的是鸢尾、八仙花、吉祥草、花叶杞柳。彩叶类植物的叶绿素含量偏低。落叶的彩叶植物的叶绿素含量相对较低。

3.2 植物的耐荫性

通过测定植物的光曲线,可以明确植物的潜在光合能力和耐荫能力。阳性植物的光饱和点和光补偿点均高,喜荫植物则光饱和点和光补偿点均低;耐荫植物则介于两者之间。光饱和点和光补偿点的数据表明,16 种植物中,阳性植物有大花六道木、金丝桃、红王子锦带、唐菖蒲、小叶栀子、大叶黄杨、十大功劳栀子、鸢尾、花叶杞柳、金

叶女贞。喜荫的种类有:吉祥草;耐荫种类有:杜鹃、金森女贞、金钟花、八仙花。

3.3 植物的固碳释氧能力

16 种植物在较强的光强下,其光合作用在中午都有午休的现象,不同种类的光合速率变化较大。因而不同植物因碳释氧能力也相差较大。固碳和释氧能力从高到低分别是金叶女贞、金丝桃、唐菖蒲、红王子锦带、大花六道木、花叶杞柳、小叶栀子、金钟花、栀子、大叶黄杨、鸢尾、十大功劳、杜鹃、八仙花、吉祥草、金森女贞。

3.4 植物的抗寒性

植物在不同温度下电导率的变化可以反映植物的抗寒能力。16 种植物的抗寒能力存在较大的差异,抗寒能力从强到弱的分别是:大叶黄杨、红王子锦带、十大功劳、金叶女贞、金森女贞、唐菖蒲、小叶栀子、鸢尾、金丝桃、吉祥草、杜鹃、大花六道木、栀子、八仙花、花叶杞柳、金钟花。这与这些植物的分布范围相一致。

虽然对 16 种植物几个方面的指标进行测定了,但是还需进一步完善:一是只有 5 月的测定数据,不同月份的变化规律需要进一步研究;二是植物的抗寒性最好是在秋天测定,更能反映实际情况;三是海绵设施内不同植物的耐水淹能力需要进一步研究;四植物固碳释氧的年动态也需进一步测定。

参考文献:

- [1] 珠海市人民政府办公室.《珠海市海绵城市建设管理办法(试行)》[N]. 珠海特区报,2019-07-08(009).
- [2] 李庆祥. 基于海绵城市理念下城市公园景观方案设计中的应用[J]. 现代园艺,2019(12):82-83.
- [3] 李欢. 园林工程在发展海绵城市中的应用[J]. 现代园艺,2019(12):121-122.
- [4] 代美,南峰,宁晶晶,等. 唐山“海绵城市”新型社区绿地系统优化研究[J]. 科学技术创新,2019(18):130-131.
- [5] 蔡鹏飞. 城乡规划落实海绵城市建设的路径研究[J]. 住宅与房地产,2019(18):231.
- [6] 陈圆. 园林植物在海绵城市建设中的重要作用[J]. 科技

术创新,2019(20):125-126.

- [7] 卢凤莲. 园林植物在海绵城市建设中的应用分析[J]. 现代园艺,2019(9):150-151.
- [8] 曹晓东. 水生植物在海绵城市构建中的应用研究[J]. 科技创新与应用,2019(13):170-171.
- [9] 廖飞勇. 风景园林树木学(南方版)[M]. 北京:中国林业出版社,2017.
- [10] 高群英. 衡水地区雨水花园植物选择与配置[J]. 现代园艺,2018(23):151-152.
- [11] 吴妍,仲昭婷. 基于层次分析法的寒地雨水花园植物选择研究[J]. 山西建筑,2018,44(34):194-197.
- [12] 郑森. 滦河上游 3 种林分类型固碳释氧效益估算[J]. 水土保持研究,2019,26(4):363-366,374.
- [13] 李俊梅,龚相瀚,张雅静,等. 滇池流域森林生态系统固碳释氧服务价值评估[J]. 云南大学学报(自然科学版),2019,41(3):629-637.
- [14] 郑森. 冀北山地 4 种典型林分固碳释氧效益估算[J]. 水土保持研究,2019,26(3):154-158.
- [15] 王佳星,余国源,谢瑛,等. 土壤胁迫对紫金牛生理特性的影响[J]. 东北林业大学学报,2019,47(5):25-29.

Comparative on Carbon Fixation, Oxygen Release and Cold Resistance of 16 Plants in Sponge Facilities

SHE Lin-yu¹, ZHAO Jiang¹, LYU Hao-xuan², LONG Teng-jiao¹, XIONG Xiao-zhuang¹

(1. Wangcheng District Construction Investment Group Limited Company of Changsha City, Changsha 410200, China; 2. Sponge Office, Wangcheng District, Changsha 410200, China)

Abstract: In order to determine the characteristics of applied plants in rainwater garden, the chlorophyll, light curve, diurnal variation of photosynthesis, carbon fixation, oxygen release and cold resistance of 16 kinds of plants in rainwater garden of Leifeng Park in Wangcheng district of Changsha City were compared and analyzed. The results showed that 16 species were quite different in these aspects. The plants of the highest chlorophyll content in leaves were *Gardenia jasminoides*, *Buxus megistophylla* and *Gladiolus gandavensis*. light preferring plants were *Abelia* × *grandiflora*, *Hypericum monogynum*, *Weigela florida* ‘Red Prince’, *Gladiolus gandavensis*, *Gardenia jasminoides*, *Buxus megistophylla*, *Mahonia fortunei*, *Iris tectorum*, *Salix integra* ‘Hakuro’, *Ligustrum* × *vicaryi*. Shady plant was *Reineckia carnea*. Shade-tolerant plants were *Rhododendron simsii*, *Ligustrum japonicum* ‘Howardii’, *Forsythia viridissima*, *Hydrangea macrophylla*. The higher capacity of carbon sequestration and oxygen release capacity were *Ligustrum* × *vicaryi*, *Hypericum monogynum*, *Gladiolus gandavensis*, *Weigela florida* ‘Red Prince’, *Abelia* × *grandiflora*, *Salix integra* ‘Hakuro’. From strong to weak, the cold resistance was as follows: *Buxus megistophylla*, *Weigela florida* ‘Red Prince’, *Mahonia fortunei*, *Ligustrum* × *vicaryi*, *Ligustrum japonicum* ‘Howardii’, *Gladiolus gandavensis*, *Gardenia jasminoides*, *Iris tectorum*, *Hypericum monogynum*, *Reineckia carnea*, *Rhododendron simsii*, *Abelia* × *grandiflora*, *Gardenia jasminoides*, *Hydrangea macrophylla*, *Salix integra* ‘Hakuro’, *Forsythia viridissima*.

Keywords: plant; solid oxygen release; cold resistance; Wangcheng district, Changsha City; sponge facilities