

Comparison of the Growth and Photosynthetic Characteristics of North American Begonia in Five Varieties

Yanyu Shi¹, Mengxue Shi¹, Yi Liu^{1*}, Tingmei Wang¹, Kun Mu²

¹College of Horticulture and Landscape, Tianjin Agricultural University, Tianjin

²Tianjin Yuanda Garden Engineering Co. LTD., Tianjin

Email: *630923263@qq.com

Received: Jul. 11th, 2020; accepted: Jul. 22nd, 2020; published: Jul. 29th, 2020

Abstract

In order to explore the relationship between the photosynthetic characteristics and growth of north American begonia, and to provide theoretical basis for the effective introduction and cultivation of new varieties of north American ornamental begonia with different light characteristics, five varieties of north American begonia with different growth rates, such as "Winter Red", "Wumei", "Radiant", "Indian Magic" and "Royalty", which were provided by Tianjin broad nursery, were used as test materials to measure the plant's four growth indicators and the photosynthetic characteristics of five kinds of begonia. That is to say, the four growth indexes of DBH, ground diameter, crown width and new shoot were all related to net photosynthetic rate, stomatal conductance, transpiration rate, intercellular CO₂ concentration and photosynthetic effective radiation. By using the membership function, the order of comprehensive characteristics of North American begonia was as follows: Radiant > Indian Magic > Winter Red > Royalty > Wumei.

Keywords

North American Begonia, Growth Indicators, Photosynthetic Characteristics

五个品种北美海棠的生长量与光合特性的比较

史滢灏¹, 石梦雪¹, 刘峰^{1*}, 王婷梅¹, 牟坤²

¹天津农学院, 园艺园林学院, 天津

²天津市远大园林工程有限公司, 天津

*通讯作者。

摘要

为了探究北美海棠生长量与光合特性之间的关系,为引种和培育不同需光特性的新品种提供理论依据,以天津远大苗圃的“冬红”、“舞美”、“绚丽”、“印第安魔力”、“王族”五个生长速度不同的北美海棠品种为试材,测量了植株4项生长指标与五种海棠的光合特性,5个品种海棠胸径、地径、冠幅、新梢四个生长量指标与净光合速率、气孔导度、蒸腾速率、胞间CO₂浓度和光合有效辐射。利用隶属函数综合分析得出北美海棠的综合特性顺序为:绚丽 > 印第安魔力 > 冬红 > 王族 > 舞美。

关键词

北美海棠, 生长量, 光合特性

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

北美海棠是蔷薇科(Rosaceae)苹果属(Malus)的植物,国内外市场比较流行的海棠品种以北美海棠居多,其品种繁多,花色艳丽,观赏特点突出,观赏周期长,是抗性强的园林优秀观赏植物品种[1][2]。

本实验为了了解不同品种北美海棠的生长指标与光合特性之间的关系,我们选择了天津市远大园林苗圃提供的“冬红”、“印第安魔力”、“舞美”、“王族”、“绚丽”这五个北美海棠品种为试材,测量了其生长指标与光合特性指标[3][4],为了能够引种和培育出不同需光特性的北美海棠新品种,此实验能够为北美海棠的栽培及其在园林绿化应用提供理论依据。

2. 材料与方法

2.1. 试验地概括

天津市静海区远大园林苗圃作为试验地,气温年均 11.8℃,降水量年均 566.8 mm。粘壤土 pH 值为 8.02, 0.32%含盐量,属于轻度盐碱地,土壤肥力中等。

2.2. 试验材料

五个试验品种见表 1 由天津远大园林苗圃提供,试验植株均为 10 年生的北美海棠,在同一气候条件、土壤条件和管理条件下,每个品种随机选择 30 株。

2.3. 试验方法

2.3.1. 生长量指标测定

2019 年 2 月对 4 个品种北美海棠进行了地径、胸径、冠幅生长指标的测量。使用精度为 0.10 cm 的卷尺测量地径和胸径,使用精度为 1.00 cm 的钢卷尺测量冠幅。2018 年 2 月至 2019 年 2 月用精度为 0.10

cm 的卷尺测量新梢年生长量[5]。

Table 1. Five North American Begonia varieties (species)
表 1. 供试的五个北美海棠品种(种)

品种	拉丁文名
印第安魔力	<i>M. "Indian Magic"</i>
冬红	<i>M. "Winter Red"</i>
舞美	<i>M. "Wumei"</i>
绚丽	<i>M. "Radiant"</i>
王族	<i>M. "Royalty"</i>

2.3.2. 光合特性的测定

光合特性指标的测定是在 2019 年 2 月底的晴朗天气,使用光合仪在 7:30~17:30 之间,对 5 个品种北美海棠进行光合特性的测定。所测叶片从健康植株上部的向阳面叶片中选取。测定的数值包括:净光合速率、胞间 CO₂ 浓度、气孔导度、蒸腾速率、光合有效辐射[6]。

2.3.3. 数据统计与分析

利用 Excel 和 SPSS 软件对试验数据进行统计分析,并用隶属函数法对各指标进行了综合判定。

3. 结果与分析

3.1. 五个品种北美海棠的生长指标的测定比较

3.1.1. 五个品种北美海棠的地径的比较

由表 2 可知,“绚丽”的地径为 35.20 cm,极显著高于其他 4 个品种。“舞美”为 23.32 cm,显著低于除“王族”以外的其他 3 个品种;“印第安魔力”的地径极显著低于“绚丽”和“冬红”;“冬红”的地径极显著高于“印第安魔力”、“王族”和“舞美”。

Table 2. Comparison of ground diameters of five North American Begonia varieties
表 2. 五个品种北美海棠的地径的比较

品种	地径(cm)	差异显著性	
		0.05	0.01
绚丽	35.20	a	A
冬红	30.69	b	B
印第安魔力	28.95	c	C
王族	24.16	cd	C
舞美	23.32	d	C

0.05 水平的差异显著性用 a、b、c、d 来表示;0.01 水平的差异显著性用 A、B、C、D 来表示。

3.1.2. 五个品种北美海棠的胸径的比较

由表 3 可知,“绚丽”的胸径为 39.23 cm,极显著高于其他 4 个品种。“舞美”的胸径为 24.85 cm,显著低于除“王族”以外的其他 3 个品种;“印第安魔力”的胸径极显著低于“绚丽”,极显著高于“王族”和“舞美”;“冬红”的胸径极显著高于“王族”和“舞美”,极显著低于“绚丽”;“王族”和

“舞美”极显著低于“印第安魔力”、“绚丽”和“冬红”。

Table 3. Comparison of DBH of five North American Begonia varieties
表 3. 五个品种北美海棠的胸径的比较

品种	胸径(cm)	差异显著性	
		0.05	0.01
绚丽	39.23	a	A
印第安魔力	30.30	b	B
冬红	32.71	b	B
王族	25.80	c	C
舞美	24.85	c	C

0.05 水平的差异显著性用 a、b、c、d 来表示；0.01 水平的差异显著性用 A、B、C、D 来表示。

3.1.3. 五个品种北美海棠的新梢年生长量的比较

由表 4 可知，“冬红”的新梢年生长量为 25.48 cm，极显著高于除“绚丽”以外的其他 3 个品种；“舞美”的新梢年生长量为 7.35 cm，极显著低于其他的 4 个品种；“绚丽”和“印第安魔力”极显著高于“舞美”。

Table 4. Comparison of the annual growth of new shoots of five North American Begonia varieties
表 4. 五个品种海棠的新梢年生长量的比较

品种	新梢年生长量(cm)	差异显著性	
		0.05	0.01
冬红	25.48	a	A
绚丽	21.72	ab	AB
印第安魔力	20.89	b	AB
王族	19.83	b	B
舞美	7.35	c	C

0.05 水平的差异显著性用 a、b、c、d 来表示；0.01 水平的差异显著性用 A、B、C、D 来表示。

3.1.4. 五个品种北美海棠冠幅的比较

冠幅是指树(苗)木的南北和东西方向宽度的平均值，用来表示树木、苗木的规格。由表 5 可知，“冬红”的冠幅大小为 385.17 cm，极显著高于其他 4 个品种；“舞美”的冠幅大小为 102.47 cm，极显著低于其他的 4 个品种；“印第安魔力”极显著低于“冬红”，极显著高于“绚丽”、“王族”和“舞美”；“绚丽”极显著低于“印第安魔力”和“冬红”；“王族”极显著低于“印第安魔力”、“绚丽”和“冬红”，极显著高于“舞美”。

3.2. 五个品种北美海棠的光合特性的测定比较

3.2.1. 五个品种海棠的净光合速率的比较

净光合速率在植物生长过程中起着必不可少的作用，对其生长存在一定程度的影响。净光合速率能够反映出植物的生长势与树型等。由表 6 可知，“绚丽”的净光合速率为 3.92 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ，极显著高于“冬红”和“舞美”；“冬红”的净光合速率为 1.46 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ，显著低于除“舞美”以外的其他 3 个品种。

Table 5. Comparison of crown width of five North American Begonia varieties**表 5.** 五个品种北美海棠冠幅的比较

品种	冠幅(cm)	差异显著性	
		0.05	0.01
冬红	385.17	a	A
印第安魔力	331.43	b	B
绚丽	269.27	c	C
王族	183.07	d	D
舞美	102.47	e	E

0.05 水平的差异显著性用 a、b、c、d 来表示；0.01 水平的差异显著性用 A、B、C、D 来表示。

Table 6. Comparison of net photosynthetic rates of five North American Begonia varieties**表 6.** 五个品种北美海棠的净光合速率的比较

品种	净光合速率 (Pn, $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)	差异显著性	
		0.05	0.01
印第安魔力	3.46	a	A
绚丽	3.92	a	A
冬红	1.46	b	B
王族	3.54	a	A
舞美	1.56	b	B

0.05 水平的差异显著性用 a、b、c、d 来表示；0.01 水平的差异显著性用 A、B、C、D 来表示。

3.2.2. 五个品种海棠的胞间 CO₂ 浓度的比较

由表 7 可知，“冬红”的胞间 CO₂ 浓度为 551.04 ppm，极显著高于除“舞美”以外的其他 3 个品种；“印第安魔力”的胞间 CO₂ 浓度为 334.9 ppm，显著低于除“王族”以外的其他 3 个品种。

Table 7. Comparison of intercellular CO₂ concentrations of five North American Begonia varieties**表 7.** 五个品种北美海棠的胞间 CO₂ 浓度的比较

品种	胞间 CO ₂ 浓度(IntCO ₂ , ppm)	差异显著性	
		0.05	0.01
冬红	551.04	a	A
绚丽	425.40	b	B
印第安魔力	334.90	c	B
王族	336.22	c	B
舞美	508.36	abc	A

0.05 水平的差异显著性用 a、b、c、d 来表示；0.01 水平的差异显著性用 A、B、C、D 来表示。

3.2.3. 五个品种海棠的气孔导度的比较

气孔是植物表皮所特有的结构，是叶片与外界空气和水蒸气交换的通道。气孔导度表示的是气孔张开的程度，其影响光合作用、呼吸作用及蒸腾作用，气孔导度能够控制水分损失与生物量之间的平衡[7]。

由表 8 可知,“冬红”的气孔导度为 23.6 mmol/m²/s,与“王族”、“绚丽”和“印第安魔力”3 个品种存在极显著差异,即“冬红”的气孔导度极显著低于除“舞美”以外的 3 个品种。由表 8 还可看出“绚丽”的气孔导度高于其他 4 个品种。

Table 8. Comparison of stomatal conductance of five North American Begonia varieties

表 8. 五个品种北美海棠的气孔导度的比较

品种	气孔导度(C, mmol/m ² /s)	差异显著性	
		0.05	0.01
印第安魔力	48.48	a	A
绚丽	48.49	a	A
冬红	23.60	b	B
王族	42.60	a	A
舞美	27.64	b	B

0.05 水平的差异显著性用 a、b、c、d 来表示; 0.01 水平的差异显著性用 A、B、C、D 来表示。

3.2.4. 五个品种海棠的蒸腾速率的比较

蒸腾速率是指植物在一定时间内单位叶面积蒸腾的水量[7]。由表 9 可知,“绚丽”的蒸腾速率为 1.4 mmol/m²/s,与“王族”和“冬红”3 个品种存在显著性差异,即“绚丽”的蒸腾速率显著低于“王族”和“冬红”。由表 9 还可看出“冬红”品种的蒸腾速率高于其他 4 个品种。

Table 9. Comparison of transpiration rates of five North American Begonia varieties

表 9. 五个品种北美海棠的蒸腾速率的比较

品种	蒸腾速率(E, mmol/m ² /s)	差异显著性	
		0.05	0.01
印第安魔力	1.82	ab	A
绚丽	1.40	b	A
冬红	2.06	a	A
王族	2.04	a	A
舞美	1.60	ab	A

0.05 水平的差异显著性用 a、b、c、d 来表示; 0.01 水平的差异显著性用 A、B、C、D 来表示。

3.2.5. 五个品种海棠的光合有效辐射的比较

光合有效辐射是绿色植物进行光合作用过程中,吸收的部分有效光谱成分。由表 10 可知,“冬红”的光合有效辐射为 1954.40 μmol/m²/s,极显著低于“绚丽”品种;“印第安魔力”的光合有效辐射显著高于“冬红”、“王族”和“舞美”品种;“绚丽”的光合有效辐射显著高于除“印第安魔力”外的其他 3 个品种;“冬红”的光合有效辐射极显著低于“绚丽”品种;“王族”和“舞美”则显著低于“印第安魔力”和“绚丽”这 2 个品种。

3.3. 综合隶属函数分析

本研究测定了 5 个品种的北美海棠生长量与光合特性指标,利用隶属函数法对这些指标进行了综合性的测定分析,综合隶属函数值越大,其综合特性越强。由表 11 可知,通过隶属函数的分析得出了综合

特性排序为：绚丽 > 印第安魔力 > 冬红 > 王族 > 舞美。

Table 10. Comparison of photosynthetic effective radiation of five North American Begonia varieties

表 10. 五个品种北美海棠的光合有效辐射的比较

品种	光合有效辐射(PAR, $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)	差异显著性	
		0.05	0.01
印第安魔力	2288.20	ab	AB
绚丽	2336.20	a	A
冬红	1954.40	c	B
王族	2020.80	c	AB
舞美	2063.60	bc	AB

0.05 水平的差异显著性用 a、b、c、d 来表示；0.01 水平的差异显著性用 A、B、C、D 来表示。

Table 11. Comprehensive membership function analysis and comparison of five North American Begonia varieties

表 11. 五个品种北美海棠的综合隶属函数分析比较

品种	绚丽	冬红	印第安魔力	王族	舞美
地径	1.00	0.62	0.47	0.07	0.00
胸径	1.00	0.55	0.38	0.07	0.00
新梢年生长量	0.79	1.00	0.75	0.69	0.00
冠幅	0.59	1.00	0.81	0.29	0.00
净光合速率	1.00	0.00	0.81	0.85	0.04
胞间 CO ₂ 浓度	0.42	1.00	0.00	0.01	0.80
气孔导度	1.00	0.00	1.00	0.76	0.16
蒸腾速率	0.00	1.00	0.64	0.97	0.30
光合有效辐射	1.00	0.00	0.87	0.17	0.29
综合隶属函数	0.76	0.57	0.64	0.43	0.18
排名	1	3	2	4	5

4. 讨论

4.1. 不同品种海棠的地径和胸径的比较

地径是指树(苗)木距地面一定距离处直径；胸径指乔木主干离地表面胸高处的直径[8]。通过对 5 个不同品种海棠的胸径和地径进行测定，由结果可以看出：“绚丽”品种的胸径与地径远远大于其他 4 个品种，即能说明“绚丽”品种的树干生长势最好，树干最粗，成材较快。而“舞美”品种的胸径与地径远远小于其他 4 个品种，即“舞美”品种的树干生长势较弱，树干最细，成材较为缓慢。这与许军、何梅[9]等人的研究结果相似。从观赏角度来看，“绚丽”可在园林设计中大量应用，可植于人行道两侧，亭台周围等地。而“舞美”可用于庭园盆景，或是楼堂馆所入口两侧的装饰等。

4.2. 不同品种海棠的新梢年生长量和冠幅的比较

新梢又称“嫩梢”，是指新长出的树梢。可以按顶芽活动与否分为正常新梢和驻梢；也可以按生长

季节分为春梢、夏梢和秋梢；还可以根据抽条的时间，分当年新梢与隔年新梢[10]。“冬红”的新梢年生长量和冠幅远远大于其他品种，即他的生长势较为优异，树形相对来说较大。而“舞美”的新梢年生长量和冠幅远小于其他4个品种，即他的生长势较弱，树形相对较小。“冬红”由于其果实观赏期比较长，冠幅较大，是比较少有的观赏果实的绿化珍稀树种，可以很好的解决园林绿化景观冬季观赏树种单调的局面。该品种适种于人行道两侧，公园绿化广场中，可用于遮阴避热。而“舞美”由于冠幅较小，树型紧密，更适合栽种于道路两侧、建筑物入口的两旁或是花坛的中央。

4.3. 不同品种海棠的净光合速率的比较

通过对不同品种海棠的净光合速率测定，我们可以看出海棠品种“绚丽”与其他4个品种相比较为偏高，“王族”和“舞美”的净光合速率显著低于其他3个品种，即可看出“绚丽”的生长势好，树型较大，“舞美”和“王族”的生长势较弱，树形较小。由此可以看出，影响海棠生长速率与生长大小的因素还有他们的净光合速率。这与董仲国等[11]研究结果相似，即能得到北美海棠的净光合速率(Pn)下降，生长速率会随之下降，品种间差异显著。

4.4. 不同品种海棠的气孔导度与蒸腾速率的比较

气孔能够控制水分损失与生物量之间的平衡[12]。蒸腾速率能够反映蒸腾作用散失的水量[13] [14] [15]。由试验测定结果表明，“冬红”的气孔导度明显低于其他4个品种，而蒸腾速率明显高于其他品种。“绚丽”和“印第安魔力”的气孔导度明显高于其他三个品种，且蒸腾速率明显低于其他品种。“绚丽”和“印第安魔力”喜光，耐寒，耐旱，忌水湿，所以适种于干旱、缺水的北方城市，“冬红”耐寒、耐涝，所以适种于潮湿、降水量较大的南方城市。这与武启飞[16]等研究结果相似，即海棠品种“绚丽”与“印第安魔力”的气孔张开程度较好，蒸腾失水量较少，具有较强的耐旱性。而“冬红”品种因为气孔张开程度较弱，蒸腾失水量较大，具有较强的耐涝性。

4.5. 不同品种海棠的胞间 CO₂ 浓度与光和有效辐射的比较

胞间 CO₂ 浓度就是细胞间的 CO₂ 浓度，浓度增高会导致光合速率的降低[17]。光合有效辐射则是植物生命活动、有机物质合成的能量来源[18] [19]。由试验测定结果中表明，“印第安魔力”和“绚丽”胞间 CO₂ 浓度明显低于其他海棠品种，而“绚丽”和“印第安魔力”显著高于其他品种；“冬红”胞间 CO₂ 浓度极显著高于其他4个品种，而“冬红”的光和有效辐射显著低于其他4个品种。即能得出“印第安魔力”和“绚丽”的光合速率快于其他品种，“冬红”的光合速率较为缓慢。海棠品种“绚丽”用来合成有机物质的能量多于其他品种，“冬红”合成有机物质的能量低于其他品种[20] [21]。

5. 结论

由此试验得知，5种北美海棠的生长指标和光合特性存在较大差异，通过五个海棠品种生长指标与光合特性的比较，“绚丽”与“印第安魔力”的各项指标均优于其他品种，“舞美”的各项指标较低，我们用隶属函数，综合分析所测定的各项北美海棠的指标，得出一个较为全面、严谨的结果，综合特性的顺序为：绚丽 > 印第安魔力 > 冬红 > 王族 > 舞美。

基金项目

天津市科委种业科技重大专项，北美海棠引种、选育、繁殖的研究(17ZXZYNC00070)。

参考文献

- [1] 赵志新. 北美海棠微扦插繁殖试验[J]. 天津农业科学, 2012, 18(1): 123-125.
- [2] 王婷. 天津地区观赏海棠引种与筛选[J]. 北方园艺, 2015(3): 70-72.
- [3] Larcher, W. (1995) *Physiological Plant Ecology. Ecophysiology and Stress Physiology of Functional Groups*. Springer-Verla, Berlin, 57-164.
- [4] 姜永峰, 唐世勇, 邢英丽, 等. 北美海棠品种及在北方园林景观中的应用[J]. 林木花卉, 2014(10): 277-278.
- [5] 唐菲, 丁增成, 任杰, 等. 我国观赏海棠种类及品种概述[J]. 安徽农业科学, 2015(16): 190-195.
- [6] 刘凤栾, 房义福, 孙居文, 等. 36 种欧美观赏海棠生长与光合生理特性分析[J]. 植物生理学报, 2013, 49(8): 526-530.
- [7] 吴晓星, 刘凤栾, 房义福, 等. 36 个欧美观赏海棠品种(种)应用价值的综合评价[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2015, 39(1): 93-98.
- [8] 谢玲, 刘卫东, 冯斌义, 等. 不同株型观赏桃的生长及光合特性比较研究[J]. 经济林研究, 2014, 32(4): 103-109.
- [9] 许军, 何梅, 胡玉安, 等. 观赏海棠研究进展[J]. 江西农业大学学报, 2018, 40(3): 553-560.
- [10] 史立华. 北美海棠产业化栽培技术[J]. 现代农业科技, 2014(21): 158-159.
- [11] 董仲国, 李静, 国淑梅, 等. 北美海棠品种在不同栽植模式下的生长和生理响应研究[J]. 湖北农业科学, 2016(19): 4937-4940.
- [12] 武启飞, 范俊俊, 姜文龙, 等. 二十个观赏海棠无性系苗期生长特性[J]. 北方园艺, 2018(1): 77-85.
- [13] 董仲国, 国淑梅, 张艳君, 等. 十一个北美海棠品种在山东地区的生长特性及观赏性状研究[J]. 北方园艺, 2016(5): 76-79.
- [14] 武芪, 韩浩章, 王晓立. 5 个北美海棠品种光合日变化比较研究[J]. 安徽农学通报, 2018, 24(9): 41-44.
- [15] Pegoraro, E., Rey, A., Bobich, E.G., *et al.* (2004) Effect of Elevated CO₂ Concentration and Vapour Pressure Deficit on Isoprene Emission from Leaves of *Populus deltoides* during Drought. *Functional Plant Biology*, **31**, 1137-1147. <https://doi.org/10.1071/FP04142>
- [16] 武启飞, 范俊俊, 赵明明, 等. 5 个观赏海棠品种光合特性的研究[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2017, 41(4): 64-70.
- [17] 李融, 杨静慧, 李珍, 等. 不同北美海棠花形态特征比较及其品种识别[J]. 天津农林科技, 2016(5): 7-9.
- [18] 霍少洁, 黄妍, 李珍, 等. 盐碱地 8 个北美海棠品种生长特性比较[J]. 天津农学院学报, 2018, 25(3): 28-32.
- [19] 程龙飞, 傅玉兰. 丽格海棠叶片的光合特性研究[J]. 中国农学通报, 2008, 24(7): 238-240.
- [20] 沈红香, 赵天田, 宋婷婷, 等. 观赏海棠“王族”自然杂交后代的遗传多样性分析[J]. 园艺学报, 38(11): 2157-2168.
- [21] 刘朝华, 储博彦. 北美海棠优良品种简介及栽培技术[J]. 河北林业科技, 2014(1): 102-103.