

广西地区不同砧木嫁接对西瓜生长和果实品质的影响

林昕原¹, 别之龙¹, 黄 远¹, 覃斯华², 洪日新²,
梁贵秋³, 刘梁昕³, 韦欧江华³, 杨其保³

(1. 华中农业大学园艺林学学院 武汉 430070; 2. 广西壮族自治区农业科学院园艺研究所 南宁 530007;
3. 广西壮族自治区蚕业技术推广站 南宁 530007)

摘 要: 为筛选出适宜广西地区西瓜嫁接栽培的南瓜砧木, 以西瓜品种京美 3K 作为接穗, 以自根苗为对照, 研究了 6 个砧用南瓜(S1~S6)和 2 个葫芦砧木(S7 和 S8)嫁接西瓜后对幼苗质量、田间长势、果实产量和品质的影响。结果表明, 所有参试砧木均具有较好的嫁接亲和性和共生亲和性, 除砧木 S8 外, 所有砧木嫁接的西瓜产量均高于自根栽培, 且 S1 增产效果最显著; 在果实外观方面, 除砧木 S5 和 S6 外, 其他砧木嫁接均不会显著改变西瓜果形; 在果实品质指标上, 砧木 S1 和 S7 表现最好。采用主成分分析和隶属函数分析表明, 砧用南瓜 S1 排名最高。综上, 砧用南瓜 S1 和西瓜嫁接亲和性好, 田间表现抗性强, 产量最高, 品质好, 优于其他砧用南瓜和葫芦砧木, 适宜作为广西地区西瓜嫁接的砧用南瓜。

关键词: 砧木; 嫁接西瓜; 生长; 品质; 综合评价

中图分类号: S651

文献标志码: A

文章编号: 1673-2871(2025)01-102-07

Effects of different rootstocks on the growth and fruit quality of water-melon in Guangxi

LIN Xinyuan¹, BIE Zhilong¹, HUANG Yuan¹, QIN Sihua², HONG Rixin², LIANG Guiqiu³, LIU Liangxin³,
WEI Oujianghua³, YANG Qibao³

(1. College of Horticulture & Forestry, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, Hubei, China; 2. Horticultural Research Institute, Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning 530007, Guangxi, China; 3. Guangxi Sericulture Technology Extension Station, Nanning 530007, Guangxi, China)

Abstract: To select appropriate rootstocks for grafted watermelon cultivation in Guangxi, the watermelon variety Jingmei 3K was used as the scion, with self-rooted seedlings as the control. The study investigated the effects of six pumpkin rootstocks (S1-S6) and two bottle gourd rootstocks (S7-S8) on seedling quality, field growth, fruit yield and quality after grafting with watermelon. The results showed that all the tested rootstocks exhibited good grafting compatibility and symbiotic affinity. Except for rootstock S8, the yield of watermelon grafted on all rootstocks was better than that of self rooted control, with rootstock S1 showing the most significant yield increase. In terms of fruit appearance, except for rootstocks S5 and S6, grafting with other rootstocks did not significantly alter the fruit shape of watermelon. Regarding fruit quality, rootstocks S1 and S7 performed the best. Principal component analysis and membership function analysis indicated that pumpkin rootstock S1 ranked the highest. In conclusion, pumpkin rootstock S1 demonstrated good grafting compatibility with watermelon, strong resistance in the field, the highest yield, and superior quality, outperforming other pumpkin and bottle gourd rootstocks. Therefore, S1 is suitable as a pumpkin rootstock for grafted watermelon in Guangxi.

Key words: Rootstock; Grafting watermelon; Growth; Quality; Comprehensive evaluation

收稿日期: 2024-09-14; 修回日期: 2024-11-06

基金项目: 2024 年广西农业科技自筹经费项目(Z2024129); 国家西甜瓜产业技术体系项目(CARS-25)

作者简介: 林昕原, 男, 在读硕士研究生, 主要从事砧木遗传育种研究。E-mail: linxinyuan@webmail.hzau.edu.cn

通信作者: 杨其保, 男, 高级农业经济师, 主要从事园艺作物栽培研究。E-mail: yangqibao666@163.com

西瓜是我国重要的水果,我国是世界第一西瓜生产大国,种植面积和产量均居世界第一^[1-2]。广西是我国西瓜重要的主产区之一,其中南宁是广西最主要的西瓜生产地^[3],西瓜生产以露地地膜+前期小拱棚覆盖栽培为主,一年春秋两季生产,4—12月均有西瓜上市供应,春季早熟栽培生产规模最大,种植面积占全年栽培面积的60%,其中90%以上为嫁接栽培^[3-4]。前人研究表明,嫁接能够有效克服西瓜生产中的连作障碍,缓解枯萎病、根腐病等土传病害,还能提高对盐碱等非生物胁迫的耐性,选用合适的砧木是保证西瓜品质与产量的重要因素^[5-10]。生产上常用的西瓜砧木有葫芦和南瓜两类^[11-13],葫芦砧木在保持西瓜可溶性固形物方面有优势,但在增强对枯萎病等土传病害抗性和增加产量等方面的表现次于南瓜砧木^[14];而南瓜砧木嫁接的西瓜长势强、产量更高^[15],但选用不当易对果实品质造成较大影响^[16]。广西的西瓜嫁接栽培目前以葫芦砧木为主,由于多年连作,近年来在部分种植地出现生理性急性凋萎病等病症并大面积萎蔫^[17],迫切需要抗病性强的南瓜砧木。

笔者根据广西西瓜嫁接栽培的产业需求实际,以引进和筛选适宜广西的砧用南瓜为目标,比较不同砧木嫁接对西瓜苗期性状、田间长势、坐瓜节位、果实品质和果实产量等性状的影响,并采用基于主成分分析的隶属函数分析法对各组合的嫁接适用性进行综合评价,以期筛选出适宜广西地区的优良

砧用南瓜组合(品种)。

1 材料与方法

1.1 材料

供试接穗品种为京美3K,购自京研益农(北京)种业科技有限公司。参试砧木包括2个商业砧用南瓜、2个葫芦砧木以及华中农业大学设施园艺课题组选育的4个砧用南瓜材料,砧木具体信息见表1,以自根苗(S9)为对照。

1.2 设计

试验于2024年春季在广西壮族自治区南宁市开展,其中嫁接和育苗工作在南宁市江南区延安镇碧玉西瓜农民专业合作社基地育苗场进行,田间种植在广西壮族自治区蚕业技术推广站武鸣基地进行,种植设施为连栋塑料大棚,单棚面积为6.6 m×35 m=231 m²,前茬作物为西瓜。试验采用随机区组设计,9个处理,3次重复,每个小区定植24株,单个小区面积为28.86 m²,株距为0.30 m,折合种植密度555株·667 m⁻²。于2月25日播种砧木种子,3月7日播种西瓜种子,3月12日采用顶插接法进行嫁接,嫁接前将砧木的2片子叶均剪去1/2。4月2日定植,定植前施用地复旺复合微生物肥(中昇生物科技发展有限责任公司),成分N+P+K含量(w,后同)≥25%,有机质含量≥20%,有效活菌数≥0.20亿·g⁻¹。采用爬地栽培、双蔓整枝留单果的管理方式。5月3—9日人工喷花处理,将5 mL的

表1 试验材料来源
Table 1 Source of test materials

编号 Number	名称 Name	类型 Type	嫁接组合编号 Code of graft combination	来源 Source
S1	PTYS7Y4	南瓜一代杂种 Pumpkin F ₁	J/S1	华中农业大学设施园艺课题组 Protected horticulture team, Huazhong Agricultural University
S2	PTYS8Y4	南瓜一代杂种 Pumpkin F ₁	J/S2	华中农业大学设施园艺课题组 Protected horticulture team, Huazhong Agricultural University
S3	PTYS3Z6	南瓜一代杂种 Pumpkin F ₁	J/S3	华中农业大学设施园艺课题组 Protected horticulture team, Huazhong Agricultural University
S4	PTYS5Z6	南瓜一代杂种 Pumpkin F ₁	J/S4	华中农业大学设施园艺课题组 Protected horticulture team, Huazhong Agricultural University
S5	丰乐金甲 Fengle Jinjia	南瓜一代杂种 Pumpkin F ₁	J/S5	合肥丰乐种业股份有限公司 Hefei Fengle Seed Industry Co., Ltd
S6	京欣砧4号 Jingxin Zhen No. 4	南瓜一代杂种 Pumpkin F ₁	J/S6	京研益农(北京)种业科技有限公司 Jingyan Yinong(Beijing)Seed Sci-Tech Co., Ltd
S7	亲抗水瓜 Qinkang Shuigua	葫芦一代杂种 Bottle gourd F ₁	J/S7	湖南雪峰种业有限责任公司 Hunan Xuefeng Seeds Co., Ltd
S8	安生葫芦 Ansheng gourd	葫芦一代杂种 Bottle gourd F ₁	J/S8	安徽省安生种子有限责任公司 Anhui Ansheng Seed Co., Ltd
S9	京美3K Jingmei 3K	西瓜一代杂种 Watermelon F ₁	S9(CK)	京研益农(北京)种业科技有限公司 Jingyan Yinong(Beijing)Seed Sci-Tech Co., Ltd

0.1%氯吡脲可溶剂(四川施特优化工有限公司)溶于 1.25 kg 水中,于开花当天喷施雌花子房坐果。其他田间管理同常规栽培方法。

1.3 项目测定

1.3.1 苗期农艺性状调查 定植前随机选取 18 株幼苗调查不同嫁接组合的幼苗性状:砧木茎高(cm,基质面到子叶节下端的长度);砧木茎粗(mm,子叶节下方 1 cm 处最大直径);砧木子叶长(cm,子叶基部至顶端的最大长度);砧木子叶宽(cm,子叶中部的最大宽度);计算子叶面积(cm²,子叶面积=0.792 6×子叶长×子叶宽-0.061 8)^[18];计算子叶指数(子叶指数=子叶长/子叶宽);用叶绿素测定仪测定砧木子叶和西瓜真叶的 SPAD 值;西瓜幼苗株高(cm,基质表面到西瓜接穗生长点的长度);接穗高度(cm,嫁接口到西瓜接穗生长点的长度);接穗茎粗(mm,西瓜接穗子叶节下方 1 cm 处最大直径)。随机选取 5 株嫁接苗杀青后置于烘箱中烘干,用电子秤称量地上部干质量(mg,包括砧木和接穗)和根系干质量(mg);计算根冠比(根冠比=根系干质量/地上部干质量);计算壮苗指数[壮苗指数=(接穗茎粗/接穗高度+根冠比)×全株干质量];参考前人^[19-20]的计算方法,计算幼苗综合得分。

1.3.2 成活率和生长指标调查 嫁接后 7 d 统计嫁接成活率(嫁接成活率/%=嫁接成活数/嫁接总株数×100),定植后 21 d 统计定植成活率(定植成活率/%=定植成活数/定植总株数×100),果实采收前统计末期成活率(末期成活率/%=末期成活数/定植总株数×100)。定植后 21 d 在每个处理随机选取 18 株调查植株结果蔓的蔓长(cm,土壤表面至西瓜

结果蔓生长点的长度)和接穗茎粗(mm,西瓜接穗子叶节下方 1 cm 处最大直径)。在坐果期,每个处理随机挑选 12 株调查坐瓜节位。定植后将温湿度传感器置于大棚中部离地 2 m 处,每间隔 10 min 连续记录大棚内温度与空气相对湿度。

1.3.3 果实品质和产量指标调查 果实采收前调查每个处理 3 个小区的总坐瓜数和坐瓜率。果实成熟后,每个处理从每个小区中各选取 6 个,合计 18 个成熟的西瓜,用电子秤称量单瓜质量。从中随机选取 6 个西瓜用游标卡尺调查果皮厚度,用直尺调查果实横径和纵径并计算果形指数(果形指数=西瓜纵径/西瓜横径),用手持折光仪(PAL-1,Atago,日本)测定中心和边部可溶性固形物含量。参考李晶等^[21]对西瓜的品鉴评分标准(包括甜度、瓤质、多汁程度、质地、综合口感、酸度、异味或苦味和整体喜好度,其中酸度和异味或苦味为负面指标,其得分为满分减去该项的打分值),组织 13 人对西瓜进行感官品尝鉴定。

1.4 数据分析

使用 Excel 2019 进行数据整理及图表制作,使用 DPS 9.01 对数据进行方差分析,采用 Duncan 新复极差法进行差异显著性检验,采用 SPSS 26.0 进行主成分分析,采用隶属函数分析计算各组合的总得分值并进行排名^[22-26]。

2 结果与分析

2.1 不同砧木对西瓜嫁接苗质量的影响

由表 2 可知,J/S3 的砧木茎高最大,J/S8 与 J/S3、J/S4 与 J/S6 无显著差异,除 J/S4 外均显著大于

表 2 不同砧木对西瓜嫁接苗质量的影响
Table 2 Effects of different rootstocks on the quality of grafted watermelon seedlings

嫁接组合 Grafting combinations	嫁接苗株高 Seedling height/cm	砧木茎高 Rootstock stem height/cm	砧木茎粗 Rootstock stem diameter/mm	接穗茎粗 Scion stem diameter/mm	地上部干质量 Shoot dry mass/mg	根系干质量 Root dry mass/mg	壮苗指数 Strong seedling index
J/S1	9.64±0.78 c	3.62±0.46 d	5.88±0.46 bc	3.01±0.41 cde	198.22±12.85 c	84.74±16.93 ab	0.36±0.02 b
J/S2	10.62±0.67 b	4.42±0.34 c	5.62±0.56 cd	2.74±0.32 e	211.26±26.07 bc	86.42±13.97 ab	0.28±0.05 c
J/S3	10.66±0.86 b	5.18±0.64 a	5.35±0.38 d	3.52±0.50 ab	280.08±51.59 a	97.20±24.28 a	0.42±0.07 ab
J/S4	10.31±0.62 b	4.68±0.43 bc	5.03±0.36 e	3.07±0.44 cd	219.76±36.98 bc	60.68±16.04 cd	0.25±0.06 c
J/S5	8.06±0.55 d	3.19±0.36 e	5.51±0.50 d	3.25±0.38 bc	292.90±38.50 a	101.32±7.67 a	0.46±0.05 a
J/S6	10.52±0.75 b	4.82±0.46 b	4.63±0.47 f	3.15±0.31 cd	258.06±43.10 ab	74.80±14.30 bc	0.29±0.06 c
J/S7	10.62±0.87 b	4.40±0.45 c	5.97±0.63 b	3.72±0.70 a	285.08±46.38 a	71.96±14.79 bc	0.40±0.09 ab
J/S8	12.56±1.61 a	4.97±0.64 ab	6.51±0.67 a	2.84±0.52 de	221.40±22.37 bc	47.88±14.66 d	0.18±0.03 d
S9(CK)	6.22±1.35 e			2.69±0.32 e	94.32±8.76 d	11.76±4.32 e	0.06±0.01 e

注:表中同列数字后的不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。下同。
Note: Different small letters in the same column indicate significant difference at 0.05 level. The same below.

其他各组, J/S5 的茎高最小; 砧木茎粗最大的是 J/S8, J/S4 和 J/S6 茎粗较小。嫁接能够显著提高西瓜嫁接苗的质量, 不同类型砧木对西瓜幼苗质量的影响也存在显著差异。西瓜嫁接苗株高最高的是 J/S8 组合, J/S1 和 J/S5 的株高显著低于其他组合。在接穗茎粗方面, J/S2 和 S9 最小, J/S7 最大, J/S3 与 J/S7 无显著差异。嫁接苗的壮苗指数均显著大于自根苗, J/S5 的壮苗指数最大, 嫁接苗中最小的为 J/S8。综合以上结果可知, 幼苗质量较好的组合为 J/S5、J/S3、J/S7 和 J/S1, 较差的为 J/S2、J/S4、J/S6 和 J/S8。

2.2 不同砧穗组合的嫁接亲和性及植株生长势比较

8 个砧穗组合的嫁接成活率均为 100%, 定植后的田间成活率有所不同(表 3)。定植第 21 天时, 所有组合的定植成活率均在 95% 以上, 其中 J/S1、J/S4、J/S5、J/S6 和 J/S7 的定植成活率为 100%, J/S8

的定植成活率最低, 为 95.6%。在果实采收前, J/S8 的末期成活率最低, 为 84.64%, 其余组合均在 94% 以上, 自根苗 S9 的末期成活率为 95.83%。

由表 3 可以看出, 在定植第 21 天, 所有参试砧木的嫁接苗蔓长均显著大于自根苗, 而 J/S2 蔓长显著低于其他嫁接组合, 说明其田间长势相对较弱; J/S3 与 J/S1、J/S4、J/S5、J/S6、J/S7 之间均无显著差异, 长势中庸; J/S8 蔓长略大于 J/S1、J/S4、J/S5、J/S6、J/S7, 但它们之间无显著差异。在接穗蔓粗方面, 所有参试砧木嫁接的西瓜蔓粗均显著大于自根苗, 其中 J/S1、J/S3、J/S4、J/S5、J/S7 和 J/S8 之间无显著差异, 但均显著大于 J/S2 和 J/S6。

不同参试砧木对嫁接苗的坐瓜节位影响不同。J/S2 和 S9 的坐瓜节位显著低于其他各组合, 且 J/S2 与 S9 之间无显著差异。J/S6 和 J/S7 的坐瓜节位显著高于 J/S1、J/S2、J/S3、J/S5、S9、J/S1、J/S3、J/S4、

表 3 不同砧穗组合的嫁接亲和性及植株生长势比较

Table 3 Comparison of grafting compatibility and plant growth of different rootstock combinations

嫁接组合 Grafting combinations	定植成活率 Transplanting survival rate/%	末期成活率 End-stage survival rate/%	蔓长 Vine length/cm	蔓粗 Vine diameter/mm	坐瓜节位 Fruit setting node
J/S1	100.0	94.43±4.83 a	52.36±9.94 ab	4.93±0.82 a	20.42±1.18 c
J/S2	97.8	95.77±4.17 a	38.36±6.27 c	4.31±0.47 b	19.00±0.25 d
J/S3	98.9	95.65±7.53 a	44.00±8.67 bc	4.77±0.31 a	20.67±0.80 bc
J/S4	100.0	98.55±2.51 a	53.14±16.02 ab	5.00±0.55 a	21.67±1.04 abc
J/S5	100.0	98.61±2.41 a	51.36±13.85 ab	5.02±0.48 a	20.83±1.51 bc
J/S6	100.0	95.58±0.12 a	48.93±12.75 ab	4.36±0.47 b	22.33±0.63 a
J/S7	100.0	94.19±2.19 a	52.50±16.70 ab	4.99±0.61 a	22.33±0.95 a
J/S8	95.6	84.64±6.73 b	56.64±15.88 a	4.77±0.65 a	22.08±0.29 ab
S9(CK)	98.9	95.83±4.17 a	26.29±5.66 d	3.93±0.41 c	18.75±1.32 d

J/S5 组合之间的坐瓜节位无显著差异。

2.3 不同砧木嫁接对西瓜产量的影响

由表 4 可知, 不同砧木嫁接对西瓜单果质量有较大的影响, 与自根苗相比, 所有参试砧木嫁接后均提高了单果质量。J/S1 单果质量最大, 达到了 2.37 kg, 显著高于除 J/S3 之外的所有组合; J/S8 的单果质量较小, 与自根苗无显著差异; J/S2、J/S3、J/S4、J/S5、J/S6 和 J/S7 之间无显著差异。不同砧木嫁接后的坐瓜率有差异, J/S1 和 J/S6 的坐瓜率达到了 100%, 而 J/S8 仅为 70.95%, S9 自根苗为 82.21%。通过平均单瓜质量与坐瓜率计算小区产量并折合为 667 m² 产量, 其中 J/S1 的 667 m² 产量最高, 与自根苗相比增产率明显, 增幅达到 53.32%; J/S3、J/S4 和 J/S6 也有较好的增产效果; J/S8 未能达到增产效果, 反而减产 19.44%, 这与其较低的单瓜质量和坐瓜率有关, 同时由于该组合末期成活率最

低, 收获的西瓜总数也最少。

2.4 不同砧木嫁接对西瓜果实性状的影响

果形指数和果皮厚度是西瓜果实重要的外观性状指标之一, 可溶性固形物含量则与西瓜的品质和风味有密切的关系, 感官评价综合得分代表了消费者的接受程度^[22]。由表 5 可以看出, 与自根苗相比, 参试砧木嫁接后会一定程度地增大果皮厚度, 其中 J/S3、J/S4、J/S5 和 J/S6 的果皮厚度均显著增加, 而其他组合西瓜果皮厚度的增厚程度不明显, 未达显著水平。在果形指数方面, 除 J/S5 和 J/S6 显著改变了西瓜的果形指数外, 其余组合与自根苗相比, 果形指数并未发生显著改变。在本试验中, 南瓜商业砧木 S5 和 S6 嫁接京美 3K 会显著改变果实形状及增加果皮厚度, 对果实外观品质有较大的影响。

在西瓜果实品质与风味方面, 参试砧木嫁接后并未显著改变果实中心可溶性固形物含量, J/S1 中

表 4 不同砧木对西瓜产量的影响
Table 4 Effects of different rootstocks on yield of watermelon fruits

嫁接组合 Grafting combinations	单果质量 Single fruit mass/kg	坐瓜率 Fruit setting rate%	单个小区产量 Yield per plot/kg	折合 667 m ² 产量 Yield per 667 m ² /kg	增产率 Yield increase rate/%
J/S1	2.37±0.03 a	100.00	52.99±2.77 a	1 224.03	53.32
J/S2	2.09±0.03 bc	86.36	39.62±5.54 bc	915.26	14.64
J/S3	2.23±0.11 ab	89.86	44.03±9.33 abc	1 017.17	27.41
J/S4	2.09±0.11 bc	95.83	46.68±4.27 ab	1 078.29	35.06
J/S5	2.08±0.19 bc	80.50	38.01±11.47 bcd	877.97	9.97
J/S6	2.09±0.12 bc	100.00	45.35±3.53 abc	1 047.53	31.21
J/S7	2.08±0.16 bc	93.94	41.39±0.99 bc	956.09	19.76
J/S8	1.94±0.04 cd	70.95	27.84±1.55 d	643.19	-19.44
S9(CK)	1.82±0.07 d	82.21	34.56±7.52 cd	798.37	

心可溶性固形物含量最高,但嫁接对边际可溶性固形物含量有一定的影响。J/S1 和 J/S6 的中心可溶性固形物含量显著高于 J/S8;J/S2、J/S4、J/S7、J/S8 的边际可溶性固形物含量显著低于 S9 自根苗,J/S1、J/S3、J/S5、J/S6 与 S9 之间无显著差异,且其中 J/S6 的边际可溶性固形物含量最高,显著高于除 J/S1 和 S9 之外的所有其他组合。

在感官评价综合得分方面,所有参试砧木嫁接后感官评价得分与自根苗均无显著差异,但在各个指标方面各组合表现有所区别。感官评价得分最高的是 J/S7(20.75),其次为 J/S1(20.08),其中 J/S7 的得分显著高于 J/S2、J/S3、J/S8;得分最低的为 J/S2 组合,得分较低的还有 J/S3 和 J/S8。

2.5 不同砧木嫁接适用性指标的主成分分析及砧木综合评价

采用基于主成分分析(PCA)的隶属函数分析法对蔓长、蔓粗、末期成活率、坐瓜节位、中心可溶性固形物含量、边际可溶性固形物含量、果实横径、果

实纵径、果形指数、果皮厚度、平均单瓜质量、折合 667 m²产量、感官评价综合得分、真叶 SPAD、砧木子叶面积、子叶指数、子叶 SPAD 值、砧木茎高、砧木茎粗和根冠比等 20 个指标进行分析,结果表明,前 5 个主成分的累计贡献率达到 93.64%,能够解释绝大部分的数值变异来源(总方差),故而选取前 5 个主成分进行后续分析。计算各指标在各主成分线性组合中的系数,获得各主成分得分公式。第 1 主成分可以解释总方差的 50.22%,其与接穗茎粗、果实纵径、平均单瓜质量、子叶 SPAD 值以及砧木子叶面积等砧木相关指标的线性系数较大,都在 0.7 以上,主要反映了砧木性状、田间长势以及果实性状。第 2 主成分解释总方差的 19.55%,与中心、边际可溶性固形物含量和末期成活率相关的线性系数较大,主要反映了果实的可溶性固形物含量以及植株的共生亲和性。第 3 主成分主要反映了坐瓜节位、果实横径、果形指数等果实相关性状。第 4 主成分与感官评价综合得分相关的线性系数较大,反映果实的品质与

表 5 不同砧木嫁接对西瓜果实品质的影响
Table 5 Effects of different rootstocks on fruit quality of watermelon

嫁接组合 Grafting combinations	果皮厚度 Fruit rind thickness/mm	果实横径 Fruit transverse diameter/cm	果实纵径 Fruit longitudinal diameter/cm	果形指数 Fruit shape index	w(可溶性固形物) Total soluble solid content/%		感官评价得分 Score of sensory evaluation
					中心 Center	边际 Edge	
J/S1	5.81±0.40 ab	14.05±0.52 a	21.38±0.57 ab	1.52±0.04 ab	12.60±0.75 a	9.05±0.44 ab	20.08±4.17 ab
J/S2	5.62±0.02 ab	14.15±0.48 a	20.33±0.81 bc	1.44±0.07 b	11.87±0.63 ab	8.30±0.68 c	17.83±3.93 c
J/S3	6.08±0.84 a	13.93±0.38 a	21.52±0.72 ab	1.55±0.07 ab	12.15±1.02 ab	8.58±0.40 bc	18.17±3.66 bc
J/S4	6.18±0.51 a	13.97±0.96 a	20.70±1.18 abc	1.48±0.05 ab	11.82±0.55 ab	8.33±0.51 c	19.08±2.54 abc
J/S5	6.40±0.68 a	13.97±0.94 a	21.93±1.45 a	1.58±0.13 a	12.25±0.98 ab	8.53±0.51 bc	19.92±3.65 abc
J/S6	6.12±0.64 a	13.47±0.33 a	21.05±0.86 ab	1.56±0.05 a	12.58±0.72 a	9.27±0.42 a	19.67±4.68 abc
J/S7	5.80±0.49 ab	14.17±0.71 a	20.42±0.42 bc	1.44±0.08 b	11.75±1.02 ab	8.35±0.71 c	20.75±3.19 a
J/S8	5.81±0.69 ab	13.87±0.54 a	20.90±1.27 ab	1.51±0.14 ab	11.47±0.44 b	8.35±0.46 c	18.17±3.81 bc
S9(CK)	4.91±0.62 b	13.50±0.51 a	19.55±1.54 c	1.45±0.15 b	12.37±0.65 ab	8.98±0.47 ab	18.83±3.04 abc

风味。第5主成分则与植株伸蔓期的蔓长相关的线性系数较大,反映了植株的田间生长势。

采用模糊数学隶属函数分析法,将各主成分隶属函数值扩展到[0,1]区间,从而对离散数据进行标准化处理。经计算前5个主成分的权重分别为0.536、0.209、0.122、0.078、0.055,进而得出各嫁

接组合的综合评价D值,并进行排序。由表6可知,9个组合的D值介于0.279~0.858之间,J/S1排名第1,自根苗S9排名第9,排名靠前的组合还有J/S6、J/S5和J/S4,排名靠前的材料中2份材料为设施园艺课题组参试南瓜砧木,2份为南瓜商业砧木。

表6 不同砧木嫁接适用性指标的隶属函数分析结果
Table 6 Membership function analysis of grafting applicability indexes of different rootstocks

嫁接组合 Grafting combinations	综合指标值 Composite indexes value					综合指标隶属值 Membership value of comprehensive index					D 值 D value	排名 Rank
	CI1	CI2	CI3	CI4	CI5	U1	U2	U3	U4	U5		
J/S1	1.780	2.591	-0.640	0.185	1.683	0.953	1.000	0.419	0.405	1.000	0.858	1
J/S2	-0.552	-0.948	-2.872	-1.257	0.165	0.729	0.450	0.000	0.016	0.591	0.519	8
J/S3	1.427	0.515	-0.347	-1.317	-0.191	0.919	0.677	0.474	0.000	0.495	0.719	6
J/S4	1.395	-0.609	-0.448	1.132	-0.733	0.916	0.502	0.455	0.660	0.348	0.723	4
J/S5	2.265	1.178	0.210	-0.005	-2.026	1.000	0.780	0.579	0.353	0.000	0.797	3
J/S6	0.535	1.952	2.453	-0.409	0.367	0.834	0.901	1.000	0.245	0.645	0.811	2
J/S7	1.033	-1.585	-0.268	2.395	0.508	0.882	0.351	0.489	1.000	0.683	0.722	5
J/S8	0.261	-3.842	1.753	-1.054	0.490	0.807	0.000	0.869	0.071	0.678	0.581	7
S9(CK)	-8.145	0.748	0.159	0.331	-0.262	0.000	0.713	0.569	0.444	0.476	0.279	9

3 讨论与结论

本试验在广西南宁进行,试验期间大棚内长期保持高温高湿的环境。空气相对湿度传感器导出的记录显示,试验期间大棚内多为高温高湿状态,4月3日至5月24日期间,温度最高值达到了48.5℃,最低值为17.5℃,平均温度为27.4℃;最高空气相对湿度为100%,最低空气相对湿度为37.2%,试验期间大棚内的平均相对湿度为88.8%,这种高温高湿的气候特点对砧木选择提出了更高的要求。

砧木茎高、粗度与子叶性状是重要的嫁接性状^[18]。不同的嫁接方法对砧木茎高和茎粗要求不同,笔者采用顶插接法嫁接,对S1和S5这类砧木茎高较短的砧木而言嫁接适用性较好,而S3和S8砧木茎高较大,更适合采用断根嫁接法。嫁接首先促进根系生长,强大的根系又能促进地上部发育,这种砧木效应会对嫁接幼苗质量、植株生长势、果实品质与产量产生影响^[27-28]。就西瓜幼苗质量而言,嫁接均显著提高了幼苗的株高、茎粗、干质量和壮苗指数,这与杨冬艳等^[29]、任慧转等^[30]的研究结果相同。本试验中嫁接苗的综合排名均高于自根苗,然而J/S2和J/S8在产量与品质方面表现劣于自根苗,与王磊等^[20]的研究结果相似,可能与气候和病虫害等因素有关。不同砧木与西瓜接穗具有不同的

嫁接亲和性,这直接影响嫁接苗的成苗率与田间成活率,同时,砧木根系活力和吸收养分的能力高于自根苗,促进了嫁接西瓜植株田间的生长^[29]。笔者选用的材料为本课题组筛选的组合和商业砧木,除J/S8外各组合定植成活率和田间成活率均较高,而田间生长势的表现方面嫁接苗均优于自根苗,J/S8田间成活率低的原因在于其高发病毒病导致较多植株死亡。前人研究表明,砧木能显著提高西瓜单瓜质量和产量^[31-32],本试验结果表明,除了J/S8之外,不同砧木嫁接后西瓜的单瓜质量和产量均有较大幅度的提高,其中J/S1增产效果突出。在西瓜果实性状方面,研究表明,砧木对西瓜的果形指数和果皮厚度没有显著影响^[33],而在孟文慧等^[34]的研究中发现,不同砧木嫁接后西瓜果皮厚度显著大于自根苗,且葫芦砧木对其影响最小。在本试验中,J/S1和J/S2这两个南瓜砧木嫁接后未发生西瓜果皮显著增厚,葫芦砧木与自根苗相比也无显著差异,与前人的研究结果相符。杨景杰^[5]认为,葫芦砧木会降低西瓜的可溶性固形物含量,而孙兴祥等^[35]研究发现,葫芦砧木能够显著提高西瓜中心和边际可溶性固形物含量,南瓜砧木会显著降低西瓜中心和边际可溶性固形物含量,本试验结果表明,参试所有砧木嫁接的西瓜中心可溶性固形物含量与自根苗均无显著差异,部分组合的边际可溶性固形物含量显著降低,这与杨冬艳等^[36]的结果相似。

综合比较各砧木嫁接西瓜的表现并结合主成分与隶属函数分析,筛选出适宜广西地区京美3K西瓜嫁接栽培的砧木组合为砧用南瓜S1、S6、S5和S4,其中S1表现最优。

参考文献

- [1] 李干琼,王志丹.我国西瓜产业发展现状及趋势分析[J].中国瓜菜,2019,32(12):79-83.
- [2] 王娟娟,李莉,尚怀国.我国西瓜甜瓜产业现状与对策建议[J].中国瓜菜,2020,33(5):69-73.
- [3] 袁娟梅.广西南宁市西瓜产业发展现状、问题与对策[D].南宁:广西大学,2018.
- [4] 黄金艳,李文信,洪日新,等.广西西瓜生产现状与发展建议[J].中国瓜菜,2016,29(7):43-44.
- [5] 杨景杰.不同砧木对大棚西瓜连作障碍减缓作用的研究[D].陕西杨凌:西北农林科技大学,2015.
- [6] 叶云峰,覃斯华,付岗,等.不同砧木对西瓜枯萎病的抗性鉴定[J].北方园艺,2018(22):74-78.
- [7] 韦昌联,韦志扬,曾媛,等.不同砧木嫁接对兴桂六号西瓜生长及产量、品质的影响[J].广东农业科学,2014,41(15):33-36.
- [8] 孟蕊,公伟明,曹妮,等.江苏地区西瓜嫁接砧木品种筛选试验[J].农学学报,2023,13(2):50-54.
- [9] COLLA G, ROUPHAEL Y, CARDARELLI M, et al. The effectiveness of grafting to improve alkalinity tolerance in watermelon[J]. Environmental and Experimental Botany, 2010, 68(3): 283-291.
- [10] 李帅,宋宇,张春雨,等.不同南瓜砧木组合对小果型西瓜生长和果实品质的影响[J].中国瓜菜,2024,37(8):82-91.
- [11] 杨小振,张显,张宁,等.嫁接砧木对西瓜品质影响的研究进展[J].中国瓜菜,2013,26(2):1-5.
- [12] 王光锋,何圣米,邹宜静,等.不同南瓜砧木嫁接对西瓜生长、产量及品质的影响[J].浙江农业科学,2020,61(8):1548-1550.
- [13] PETROPOULOS S A, KHAH E M, PASSAM H C. Evaluation of rootstocks for watermelon grafting with reference to plant development, yield and fruit quality[J]. International Journal of Plant Production, 2012, 6(4):481-492.
- [14] 攸学松,马超,穆生奇,等.不同类型砧木嫁接对小型西瓜生长、产量和品质的影响[J].蔬菜,2023(12):20-23.
- [15] MOHAMED F H, ABD EL-HAMED K E, ELWAN M W M, et al. Evaluation of different grafting methods and rootstocks in watermelon grown in Egypt[J]. Scientia Horticulturae, 2014, 168:145-150.
- [16] PAL S, RAO E S, HEBBAR S S, et al. Assessment of *Fusarium* wilt resistant *Citrullus* sp. rootstocks for yield and quality traits of grafted watermelon[J]. Scientia Horticulturae, 2020, 272: 109497.
- [17] 李文信,黄金艳,覃斯华,等.广西西瓜反季节栽培发展现状与对策[J].中国蔬菜,2009(7):8-10.
- [18] 张春雨.适合小果型西瓜嫁接的砧用南瓜新组合的配制和评价[D].武汉:华中农业大学,2022.
- [19] 王硕硕.西瓜砧木筛选及其嫁接对西瓜幼苗盐胁迫耐受性的影响[D].山东泰安:山东农业大学,2015.
- [20] 王磊,常培培,张自坤,等.露地小型西瓜产量品质砧木效应的综合评价[J].核农学报,2019,33(2):346-354.
- [21] 李晶,郁继华,武玥,等.不同小果型西瓜品种品质评价[J].中国瓜菜,2020,33(11):61-67.
- [22] 刘璐,许文钊,王林闯,等.不同品种小果型西瓜的品质综合评价[J].中国农学通报,2024,40(10):50-57.
- [23] 梁朴,田淑霞,张翔,等.基于主成分分析法的日光温室秋茬西瓜品质评价[J].蔬菜,2024(4):47-53.
- [24] 刘季扬,谢露露,刘阳,等.不同南瓜砧木嫁接西瓜的亲合力比较[J].中国蔬菜,2023(8):59-68.
- [25] 李帅.适合小果型西瓜嫁接的多抗南瓜砧木组合配制与评价[D].武汉:华中农业大学,2024.
- [26] HOU P, ZHANG J, ZHANG X. Fuzzy comprehensive evaluation for selecting mini watermelon cultivars[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2010, 90(6):938-942.
- [27] SOLA J A, EHRLÉN J. Vegetative phenology constrains the onset of flowering in the perennial herb *Lathyrus vernus*[J]. Journal of Ecology, 2007, 95(1):208-216.
- [28] 高方胜,王磊,徐坤.砧木与嫁接番茄产量品质关系的综合评价[J].中国农业科学,2014,47(3):605-612.
- [29] 杨冬艳,冯海萍,曲继松,等.不同类型砧木嫁接对西瓜苗期若干性状的影响[J].中国瓜菜,2014,27(增刊1):69-71.
- [30] 任慧转,周海姣,尧甜,等.不同砧木对西瓜断根嫁接苗生长发育的影响[J].中国瓜菜,2024,37(7):107-110.
- [31] 林叶,段青青,邵晶毅,等.不同南瓜砧木对嫁接西瓜生长、产量及品质的影响[J].北方园艺,2015(5):12-16.
- [32] 施先锋,程维舜,张娜,等.不同砧木品种对嫁接西瓜生长、品质及产量的影响[J].北方园艺,2015(3):27-30.
- [33] 时丕彪,李亚芳,耿安红,等.不同砧木嫁接对西瓜生长、品质及产量的影响[J].江苏农业科学,2019,47(24):121-124.
- [34] 孟文慧,张显.不同砧木对西瓜植株生长及商品性状的影响[J].西北农业学报,2008,17(6):153-157.
- [35] 孙兴祥,林红梅.不同砧木及配套栽培技术对大棚西瓜产量和品质的影响[J].中国蔬菜,2014(4):37-40.
- [36] 杨冬艳,于蓉,冯海萍,等.不同砧木对设施嫁接西瓜生长及品质影响的综合评价[J].甘肃农业大学学报,2015,50(6):62-66.