

不同南瓜砧木对小果型西瓜生长和果实品质的影响

李 帅, 宋 宇, 张春雨, KALEEM Muhammad Mohsin, 林昕原, 别之龙

(华中农业大学园艺林学学院 武汉 430070)

摘要:近年来小果型西瓜的栽培面积增长迅速,为筛选出适宜小果型西瓜嫁接的南瓜砧木,以17个南瓜砧木和2个商业南瓜砧木(丰乐金甲、京欣砧4号)作为嫁接砧木,以小果型西瓜品种京美2K和武农8号作为接穗,研究不同南瓜砧木嫁接对西瓜嫁接成活率、定植成活率、植株田间长势、开花坐果节位、果实品质和产量的影响。结果表明,参试砧木均与小果型西瓜具有较高的亲和性;嫁接小果型西瓜的田间长势和产量优于自根栽培;除砧木S6和S26外,其他砧木嫁接不会显著改变西瓜果形指数;在内在品质指标中,春季以S12、S19、S5、S16、S13、S7和S17表现良好,秋季以S16、S19和S7表现最优。综合春秋两季的试验结果,S16、S19和S7这3个南瓜砧木优于2个商业砧木,适宜作为小果型西瓜的嫁接砧木。

关键词:小果型西瓜;南瓜砧木;生长;品质;产量

中图分类号:S651

文献标志码:A

文章编号:1673-2871(2024)08-082-10

Effects of different pumpkin rootstocks on the growth and fruit quality of small-fruit watermelon (*Citrullus lanatus*)

LI Shuai, SONG Yu, ZHANG Chunyu, KALEEM Muhammad Mohsin, LIN Xinyuan, BIE Zhilong

(College of Horticulture & Forestry, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, Hubei, China)

Abstract: The cultivation of small-fruit watermelon varieties increased rapidly in recent years. The present study evaluated the effects of 17 hybrid pumpkin combinations and two commercial rootstock varieties (Fengle Jinjia and Jingxin Zhen No. 4) grafted onto two small-fruit watermelon varieties (Jingmei 2K and Wunong No. 8). The experiment was conducted over two seasons (spring and autumn). Several indicators such as grafting survival rate, field survival rate, plant growth, flowering and fruiting nodes, fruit yield and quality were investigated. The results of the investigation and analysis of the indexes showed that all the rootstocks had high affinity with small-fruit watermelon; the growth and yield attributes of grafted plants were better compared to self-rooted plants; grafting did not significantly change the fruit shape index except rootstocks S6 and S26; among the internal quality indexes, S12, S19, S5, S16, S13, S7 and S17 performed well in spring, and S16, S19 and S7 performed best in autumn. Overall, the results of two season's experiments demonstrated that three hybrid pumpkin combinations (S16, S19 and S7) were found to be better than the two commercial rootstock varieties, and are suitable for small-fruit watermelon grafting.

Key words: Small-fruit watermelon; Pumpkin rootstock; Growth; Quality; Yield

西瓜是重要的世界性园艺作物,产量和种植面积在全世界水果中排名第5,我国是西瓜生产大国,产量和面积均居世界首位^[1-2]。小果型西瓜具有果小质优、生长期短、适合设施早熟栽培、种植效益高等特点,深受消费者和生产者的喜爱,近年来小果型西瓜设施栽培面积逐年扩大^[3-4],但在生产中受枯

萎病等土传病害危害及连作障碍影响,严重制约其产业发展^[5]。研究表明,嫁接是缓解土壤连作障碍、提高对土传病害抗性最有效的技术手段,选用适宜的西瓜嫁接砧木还能增强对低温、盐胁迫等非生物胁迫的抗性,增强植株长势,提高西瓜产量^[6-9]。

生产中常用的西瓜嫁接砧木有葫芦砧木和南

收稿日期:2024-01-20;修回日期:2024-02-23

基金项目:国家重点研发计划课题(2023YFD2300703);山东省科技型中小企业创新能力提升工程项目(2022TSGC1143);国家西甜瓜产业技术体系(CARS-25);中央高校基本科研业务费专项(2662023YLPY008)

作者简介:李 帅,男,在读硕士研究生,主要从事砧木遗传育种研究。E-mail:1091086085@qq.com

通信作者:别之龙,男,教授,主要从事设施栽培和工厂化育苗研究。E-mail:biezl@mail.hzau.edu.cn

瓜砧木 2 类^[10],与葫芦砧木相比,南瓜砧木在增强西瓜对枯萎病等土传病害抗性、提高嫁接西瓜长势和增加产量等方面的表现更为突出^[11],发展前景更为广阔。目前,市面上的南瓜砧木适合与中果型和大果型西瓜进行嫁接^[12],而适宜小果型西瓜嫁接的南瓜砧木品种较为缺乏^[13],种植户对小果型西瓜嫁接砧木的选择存在一定的盲目性^[14],南瓜砧木选用不当会对西瓜长势、品质及产量有较大影响^[15]。笔者选用 17 个南瓜砧木和 2 个商业南瓜砧木品种为试验材料,对不同砧木嫁接小果型西瓜的成活率、田间长势、开花坐果节位、果实品质和产量等性状进行研

究,以期筛选出与小果型西瓜亲和性好、对西瓜品质无负面影响并能够提高产量的南瓜砧木品种。

1 材料与方法

1.1 材料

供试接穗品种为小果型西瓜京美 2K 和武农 8 号,分别由北京市农林科学院蔬菜研究所和武汉市农业科学院作物研究所选育。参试南瓜砧木除了 2 个商业南瓜砧木外,其他均来自华中农业大学园艺林学学院设施园艺课题组(以下简称设施园艺课题组),南瓜砧木具体信息见表 1。

表 1 南瓜砧木的编号、名称和来源

Table 1 Pumpkin rootstock number, name and source

编号 Number	砧木组合(名称) Rootstock combination (name)	来源 Source
S4	R16×R23	设施园艺课题组 Protected horticulture team
S5	R89×R26	设施园艺课题组 Protected horticulture team
S6	R89×R30	设施园艺课题组 Protected horticulture team
S7	R93×R30	设施园艺课题组 Protected horticulture team
S9	(R29×R98)×R6	设施园艺课题组 Protected horticulture team
S10	R96×R89	设施园艺课题组 Protected horticulture team
S12	R93×R91	设施园艺课题组 Protected horticulture team
S13	R30×R93	设施园艺课题组 Protected horticulture team
S14	R89×R93	设施园艺课题组 Protected horticulture team
S16	R97×R94	设施园艺课题组 Protected horticulture team
S17	R98×R95	设施园艺课题组 Protected horticulture team
S18	R89×R96	设施园艺课题组 Protected horticulture team
S19	R93×R96	设施园艺课题组 Protected horticulture team
S21	R16×R97	设施园艺课题组 Protected horticulture team
S22	R94×R97	设施园艺课题组 Protected horticulture team
S23	R16×R98	设施园艺课题组 Protected horticulture team
S24	R29×R98	设施园艺课题组 Protected horticulture team
S25	丰乐金甲 Fengle Jinjia	合肥丰乐种业股份有限公司 Hefei Fengle Seed Industry Co., Ltd
S26	京欣砧 4 号 Jingxin Zhen No. 4	京研益农(北京)种业科技有限公司 Jingyan Yinong(Beijing)Seed Industry Technology Co., Ltd

注:R6、R16、R23、R26、R29、R30、R89、R91、R93、R94、R95、R96、R97、R98 为不同的南瓜资源。

Note: R6, R16, R23, R26, R29, R30, R89, R91, R93, R94, R95, R96, R97, R98 represent different pumpkin resources.

1.2 试验设计

试验分为春秋两季在武汉市农业科学院蔬菜研究所进行,其中嫁接和育苗工作在工厂化育苗温室中进行,田间生产试验在塑料大棚内完成。春季试验参试南瓜砧木信息见表 1,参试的 17 个南瓜砧木组合均为设施园艺课题组配制,此外采用 2 个商业南瓜砧木丰乐金甲(S25)和京欣砧 4 号(S26)作为对照,接穗品种为京美 2K 和武农 8 号,2023 年 2 月 28 日嫁接,3 月 17 日定植,4 月下旬坐瓜,6

月 3 日采收。秋季试验参试砧木为基于春季试验得到的 7 份综合表现良好的砧木品种(S12、S19、S5、S16、S13、S7、S17)和 2 个商业砧木品种 S25 和 S26,接穗品种为武农 8 号,2023 年 8 月 10 日嫁接,8 月 31 日定植,10 月上旬坐瓜,11 月 7 日采收。两次试验均以西瓜自根苗(S27)和 2 个商业南瓜砧木 S25 和 S26 为对照,以断根贴接法进行嫁接,嫁接后转入 50 孔穴盘进行育苗,待嫁接苗 3 叶 1 心时进行定植。试验采用随机区组设计,4 次重复,春季试

验中每个处理定植 32 株,小区总面积为 14.4 m²,秋季试验中每个处理定植 64 株,小区总面积为 28.8 m²。两次试验株行距均分别为 40 cm 和 100 cm,采用吊蔓栽培,双蔓整枝,主蔓留单瓜的管理方式,在开花当天,采用 0.1%氯吡脲(四川国光农化股份有限公司)喷施瓜胎的方法促进坐瓜,坐瓜后 30 d 采收果实,其他管理同常规生产。

1.3 项目测定

1.3.1 成活率和生长指标调查 嫁接后 14 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 35 d 统计定植成活率(定植成活率/%=定植成活数/定植总株数×100),每个处理分别于定植后 14、21、28、35 和 42 d 随机选取 12 株调查株高(土壤表面至西瓜主蔓生长点的长度),于 28 d 随机选取 12 株调查西瓜接穗粗度(西瓜接穗子叶节下方 1 cm 处最大直径)。

1.3.2 果实品质和产量指标调查 春季试验在开花坐果期每个处理随机挑选 8 株调查第一雌花节位,随机挑选 12 株调查坐瓜节位,果实采收前调查每个处理 4 个小区的总坐瓜数。果实成熟后,每个处理选取 16 个成熟西瓜,用电子秤称量单瓜质量,并折算为 667 m²产量,随机选取 6 个西瓜用游标卡尺调查果皮厚度,选取 8 个西瓜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,选取 3 个西瓜用酸度计(GMK-835, G-WON Hitech, 韩国)测定可滴定酸含量^[6]。组织 64 人对西瓜进行感官评价,评定结果采用综合得分法进行分析^[17-18]。秋季试验在西瓜采收后,每个处理随机选取 20 个西瓜调查单瓜质量,选取 12 个西瓜调查果形指数、果皮厚度、可溶性固形物含量并组织 48 人进行感官评价。

1.4 数据分析

采用 Excel 2016 记录数据和作图,采用 DPS 7.05 对数据进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 春季不同南瓜砧木的嫁接亲和性表现

由表 2 可知,嫁接 14 d 时,以 S10、S13、S17、S19 和 S25 为砧木的嫁接苗成活率最高,在 2 个西瓜接穗的不同嫁接组合中成活率均为 100%。定植 35 d 时,以 S10、S17、S19 和 S25 为砧木的嫁接苗定植成活率最高,均为 100%,西瓜自根苗京美

表 2 不同南瓜砧木品种的嫁接亲和性表现
Table 2 Graft compatibility of different pumpkin rootstock varieties

编号 Number	嫁接成活率 Graft survival rate/%		定植成活率 Transplant survival rate/%	
	京美 2K Jingmei 2K	武农 8 号 Wunong No. 8	京美 2K Jingmei 2K	武农 8 号 Wunong No. 8
S4	100	98	100	98
S5	94	100	94	100
S6	100	98	100	92
S7	100	94	100	94
S9	100	98	97	98
S10	100	100	100	100
S12	96	100	96	100
S13	100	100	97	100
S14	98	100	98	100
S16	98	100	95	100
S17	100	100	100	100
S18	100	94	100	94
S19	100	100	100	100
S21	100	96	100	93
S22	94	100	94	97
S23	96	98	93	98
S24	94	100	85	100
S25	100	100	100	100
S26	100	96	100	93

2K 和武农 8 号的定植成活率均为 97%,在京美 2K 嫁接组合中,S24 的定植成活率最低,为 85%,在武农 8 号嫁接组合中,S6 的定植成活率最低,为 92%。

2.2 春季不同南瓜砧木对小果型西瓜生长指标和开花坐果节位的影响

由图 1 可以看出,定植后 28~35 d 嫁接苗的株高增长速率均大于自根苗,在定植后 42 d 时,除 S6 外,所有参试砧木的嫁接苗株高均大于京美 2K 自根苗和武农 8 号自根苗,其中在 2 个西瓜接穗的嫁接组合中,以 S7、S16、S12、S19、S13、S14、S23 和 S22 为砧木时,嫁接苗的株高均大于以 S25 和 S26 为砧木的嫁接苗,植株长势良好,以 S6 为砧木的嫁接苗在定植 35 d 后株高增长速率急剧降低,生长发育趋于停滞状态。在接穗粗度方面(表 3),除 S10 外,其他嫁接苗的接穗粗度均显著大于西瓜自根苗,以 S6、S18、S14、S5、S7、S12 和 S23 为砧木时的接穗粗度均大于以商业砧木 S25 和 S26 为砧木的嫁接苗。

由表 4 可以看出,不同参试砧木对嫁接苗的开

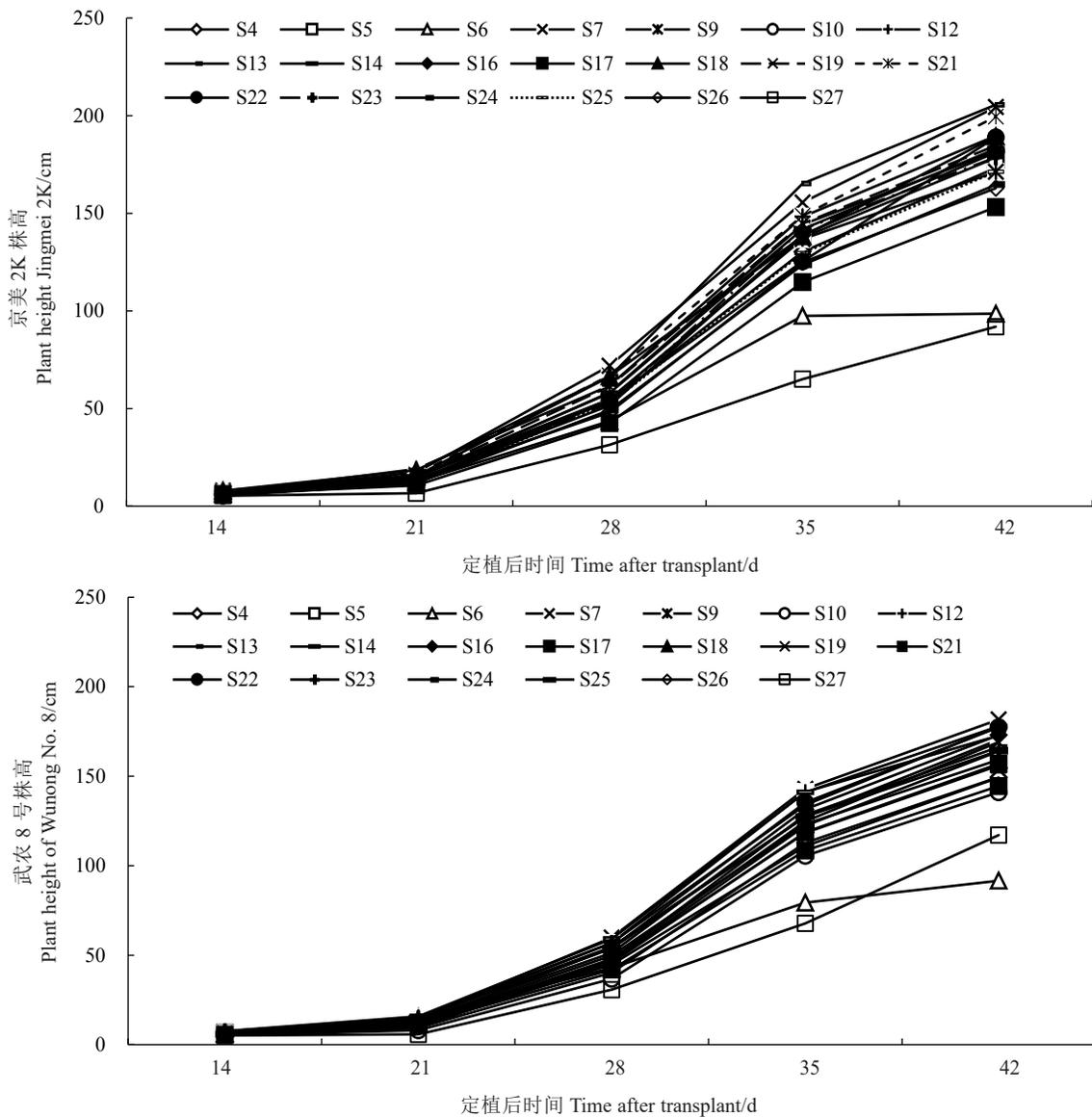


图 1 春季不同南瓜砧木对小果型西瓜株高的影响

Fig. 1 Effects of different pumpkin rootstock on plant height of small-fruit watermelon in spring

表 3 春季不同南瓜砧木对小果型西瓜接穗粗度的影响

Table 3 Effects of different pumpkin rootstock on scion thickness of small-fruit watermelon in spring

编号 Number	接穗粗度 Scion thickness/mm		编号 Number	接穗粗度 Scion thickness/mm	
	京美 2K Jingmei 2K	武农 8号 Wunong No. 8		京美 2K Jingmei 2K	武农 8号 Wunong No. 8
S4	5.95±0.29 a	5.34±0.20 bcdefg	S17	4.70±0.08 h	5.29±0.14 cdefg
S5	5.47±0.17 bcd	5.57±0.21 bcdef	S18	5.66±0.13 abc	5.64±0.23 bcde
S6	5.73±0.12 ab	6.26±0.19 a	S19	5.15±0.13 defgh	4.98±0.14 gh
S7	5.36±0.15 bcde	5.74±0.16 abcd	S21	5.37±0.22 bcde	5.14±0.27 efgh
S9	4.76±0.10 gh	5.41±0.16 bcdefg	S22	4.71±0.10 h	5.16±0.13 defgh
S10	5.02±0.12 defgh	4.62±0.11 hi	S23	5.33±0.10 bcdef	5.90±0.12 ab
S12	5.35±0.19 bcde	5.60±0.13 bcde	S24	4.86±0.10 fgh	5.79±0.19 abc
S13	5.27±0.15 bcdef	5.35±0.20 bcdefg	S25	4.93±0.14 efgh	5.38±0.20 bcdefg
S14	5.51±0.15 abcd	5.67±0.13 bcde	S26	5.20±0.14 cdefg	5.13±0.15 efgh
S16	4.69±0.10 h	5.01±0.24 fgh	S27	3.38±0.17 i	4.39±0.06 i

注:同列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.

表4 春季不同南瓜砧木对小果型西瓜开花坐果节位的影响

Table 4 Effects of different pumpkin rootstock on flowering and fruiting nodes of small-fruit watermelon in spring

编号 Number	第一雌花节位 First female flower node		坐果节位 Fruit setting node	
	京美 2K Jingmei 2K	武农 8 号 Wunong No. 8	京美 2K Jingmei 2K	武农 8 号 Wunong No. 8
S4	8.50±0.38 abcde	7.50±0.33 cd	12.44±0.46 bcd	12.59±0.62 cde
S5	7.63±0.26 def	8.75±0.37 bc	13.70±0.44 abc	14.06±0.71 abc
S6	6.25±0.25 g	8.88±0.52 abc	13.54±0.65 abc	12.83±0.44 cde
S7	6.75±0.31 fg	7.50±0.33 cd	13.26±0.61 abcd	14.19±0.37 abc
S9	7.75±0.31 def	8.13±0.48 bc	13.74±0.52 abc	12.41±0.48 cde
S10	8.25±0.31 bcde	7.63±0.32 cd	13.29±0.63 abcd	14.63±0.67 ab
S12	7.88±0.23 cdef	8.13±0.55 bc	12.52±0.57 bcd	12.54±0.56 cde
S13	9.13±0.64 ab	7.88±0.30 bcd	11.40±0.45 d	13.88±0.51 abc
S14	7.75±0.25 def	8.38±0.26 bc	13.15±0.52 abcd	13.42±0.31 abcd
S16	9.50±0.33 a	7.75±0.45 bcd	12.85±0.50 bcd	13.76±0.42 abcd
S17	8.63±0.26 abcde	10.13±0.69 a	11.88±0.63 cd	12.48±0.39 cde
S18	8.38±0.60 abcde	9.13±0.35 ab	12.57±0.61 bcd	13.00±0.50 bcde
S19	8.63±0.38 abcde	7.75±0.31 bcd	12.58±0.57 bcd	12.45±0.57 cde
S21	8.50±0.19 abcde	7.50±0.33 cd	13.13±0.70 abcd	13.12±0.54 bcde
S22	7.88±0.44 cdef	8.13±0.35 bc	13.88±0.46 ab	11.58±0.48 e
S23	8.50±0.42 abcde	8.25±0.45 bc	13.88±0.65 ab	14.86±0.56 a
S24	7.50±0.19 ef	8.88±0.48 abc	13.94±0.81 ab	12.05±0.60 de
S25	7.50±0.33 ef	8.63±0.26 bc	13.66±0.54 abc	12.50±0.41 cde
S26	9.00±0.33 abc	8.13±0.74 bc	12.70±0.53 bcd	13.00±0.71 bcde
S27	8.75±0.25 abcd	6.50±0.33 d	15.04±0.55 a	12.68±0.65 cde

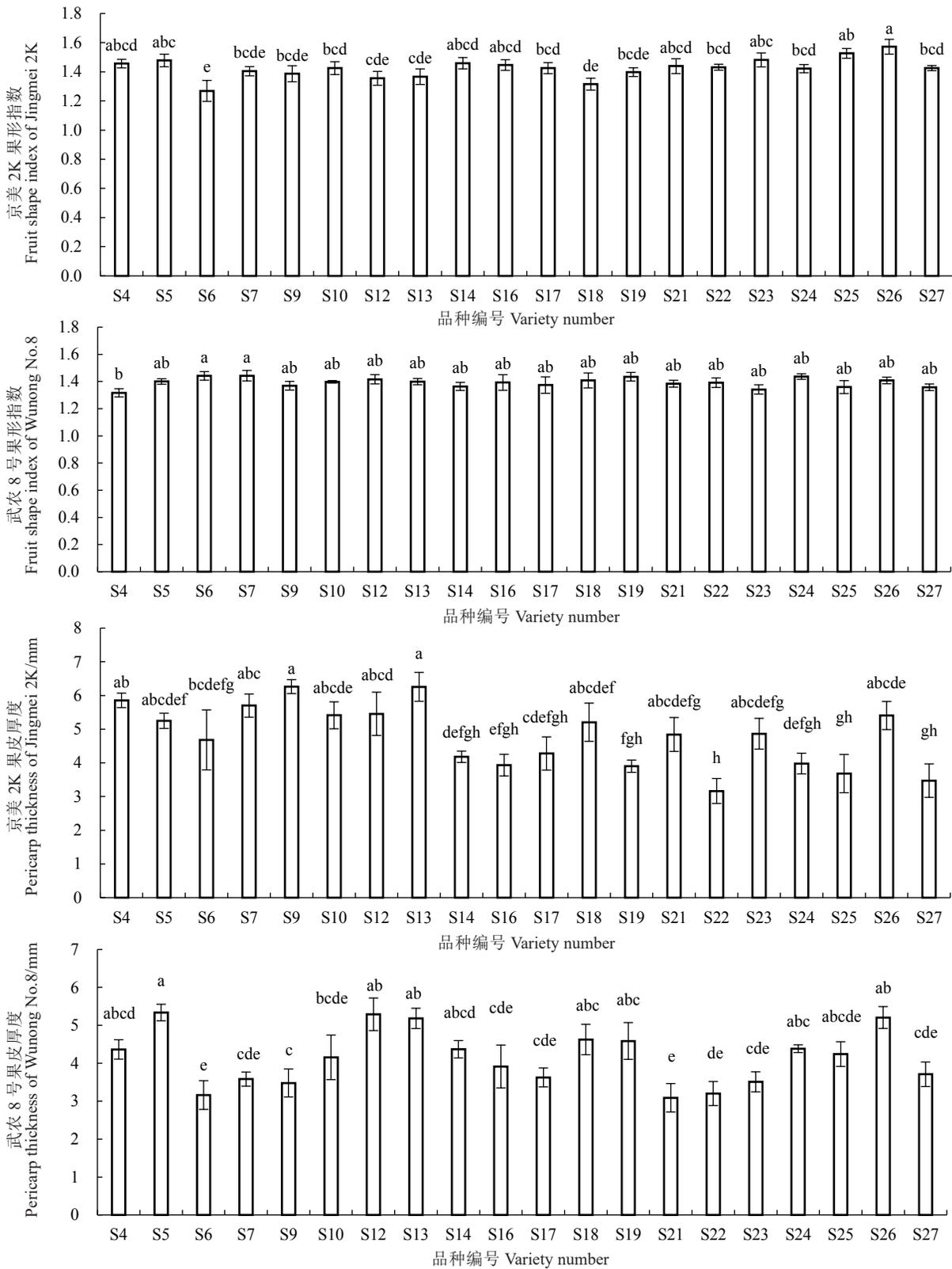
花坐果节位影响不同。在京美 2K 嫁接苗中, S6、S7、S24 的第一雌花节位和 S13、S17、S4、S12、S18、S19 的坐果节位低于或等于 2 个商业砧木 S25、S26 和京美 2K 自根苗;在武农 8 号嫁接苗中, S21、S4、S7、S10、S16、S19、S13、S12、S22 的第一雌花节位和 S22、S24、S9、S19、S17 的坐果节位低于或等于 2 个商业砧木 S25、S26, 其中以砧木 S19、S4、S21、S23、S10、S12、S7、S14 和 S9 在嫁接 2 个西瓜接穗时的第一雌花节位和坐果节位较为适中。对坐果节位的整齐度观察发现,在京美 2K 嫁接苗中, S13、S22、S5、S4、S9 和 S19 的坐果节位整齐度优于 2 个商业砧木 S25、S26 和京美 2K 自根苗, S12、S16 和 S14 优于商业砧木 S25 和京美 2K 自根苗;在武农 8 号嫁接苗中, S14、S17 和 S7 的坐果节位整齐度优于 2 个商业砧木 S25、S26 和武农 8 号自根苗, S16、S6、S22、S18、S13、S19、S9、S21、S24 和 S12 的整齐度优于商业砧木 S26 和武农 8 号自根苗。

2.3 春季不同南瓜砧木对小果型西瓜果实品质的影响

由图 2 可知,在京美 2K 嫁接组合中, S6 的果形指数显著小于自根苗, S26 的果形指数显著大于自根苗, 其余组合的果形指数与自根苗相比差异不

显著;在武农 8 号嫁接组合中,与自根苗相比,参试砧木嫁接未显著改变西瓜的果形指数。在京美 2K 嫁接组合中, S22 的果皮厚度小于自根苗和商业砧木 S25, 显著小于商业砧木 S26;在武农 8 号嫁接苗中, S21、S6、S22、S23、S7、S17 的果皮厚度小于自根苗和商业砧木 S25, S16 和 S10 的果皮厚度介于自根苗和 S25 之间, S16 果皮厚度显著小于商业砧木 S26, S10 果皮厚度与商业砧木 S26 无显著差异。

由表 5 可知,在可溶性固形物含量方面,与自根苗相比, S5、S16、S9、S21 在嫁接京美 2K 时和 S18、S5、S7 在嫁接武农 8 号时均能够显著提高中心可溶性固形物含量, S4、S14、S16、S22、S23、S24、S26 在嫁接京美 2K 后均显著提高边部可溶性固形物含量, 仅 S5 在嫁接武农 8 号后边缘可溶性固形物含量显著高于自根苗。就可滴定酸含量而言,与自根苗相比,在武农 8 号嫁接苗中,参试砧木嫁接后不会显著改变可滴定酸含量;在京美 2K 嫁接苗中, S5、S6、S9、S7 和 S19 嫁接后显著提高了可滴定酸含量, S22 和 S14 嫁接后会降低可滴定酸含量, 但差异不显著。在感官评价中,以京美 2K 为接穗时,参试砧木嫁接后,西瓜的感官评价得分均显著高于自根苗, 其中 S10 的得分显著高于商业砧木 S25 和



注:不同小写字母表示不同品种在 0.05 水平差异显著。

Note: Different small letters represent significant difference among different varieties at 0.05 level.

图 2 春季不同南瓜砧木对小果型西瓜外观品质的影响

Fig. 2 Effects of different pumpkin rootstock on the appearance quality of small-fruit watermelon in spring

S26, S23 的得分显著高于商业砧木 S26; 以武农 8 号为接穗时, 除 S7 的得分显著低于自根苗外, 其余

参试砧木的得分均与自根苗、商业砧木 S25 和 S26 无显著差异。在试验中发现, 京美 2K 和武农 8 号

表5 春季不同南瓜砧木对小果型西瓜内在品质的影响

Table 5 Effects of different pumpkin rootstock on inner quality of small-fruit watermelon in spring

编号 Number	w(可溶性固形物)Soluble solid content/%				w(可滴定酸) Titratable acidity content/%		感官评价得分 Score of sensory evaluation	
	中心 Center		边部 Edge		京美 2K Jingmei 2K	武农 8 号 Wunong No. 8	京美 2K Jingmei 2K	武农 8 号 Wunong No. 8
	京美 2K Jingmei 2K	武农 8 号 Wunong No. 8	京美 2K Jingmei 2K	武农 8 号 Wunong No. 8				
S4	12.43 ab	12.38 abc	11.24 a	10.45 abcd	0.16 cdefgh	0.18 abc	18.45 abc	16.58 abcd
S5	12.73 a	12.58 a	10.11 de	11.11 a	0.33 a	0.28 a	17.32 cde	17.83 ab
S6	11.18 f	11.97 abcd	10.16 de	10.81 abc	0.25 b	0.13 bc	16.47 de	16.38 bcd
S7	11.98 abcde	12.53 a	10.23 cde	10.71 abcd	0.23 bcd	0.18 abc	18.18 bc	15.78 d
S9	12.48 a	11.90 abcd	10.41 bcde	9.36 e	0.24 bc	0.19 abc	18.50 abc	17.36 abcd
S10	12.26 abcd	11.85 abcd	10.61 abcde	9.86 cde	0.14 fgh	0.20 abc	19.95 a	18.16 a
S12	12.39 abcd	12.43 abc	10.60 abcde	10.53 abcd	0.20 bcdef	0.21 abc	18.19 bc	17.46 abcd
S13	12.09 abcde	11.86 abcd	10.31 cde	10.18 abcde	0.14 efgh	0.26 a	17.38 cde	17.48 abc
S14	12.00 abcde	12.05 abcd	10.85 abcd	10.84 ab	0.08 h	0.21 abc	16.40 de	18.12 ab
S16	12.73 a	12.45 ab	11.25 a	10.24 abcde	0.13 fgh	0.20 abc	17.00 cde	17.91 ab
S17	12.29 abcd	11.99 abcd	10.33 cde	10.79 abc	0.17 bcdef	0.14 bc	17.17 cde	16.07 cd
S18	12.41 abc	12.60 a	10.45 bcde	10.80 abc	0.17 cdefg	0.22 ab	18.62 abc	17.84 ab
S19	11.4 ef	11.58 cd	10.55 abcde	9.89 bcde	0.23 bcde	0.11 c	17.12 cde	18.02 ab
S21	12.48 a	11.91 abcd	10.46 bcde	9.96 bcde	0.19 bcdef	0.20 abc	15.96 e	17.88 ab
S22	12.34 abcd	11.91 abcd	10.91 abcd	10.30 abcde	0.08 gh	0.17 abc	17.93 bcd	17.31 abcd
S23	12.43 ab	11.80 abcd	11.16 ab	10.33 abcd	0.12 fgh	0.25 a	19.14 ab	17.81 ab
S24	11.94 abcde	11.63 bcd	10.86 abcd	10.21 abcde	0.14 fgh	0.20 abc	17.70 bcd	16.82 abcd
S25	11.96 abcde	11.26 d	10.20 cde	9.96 bcde	0.18 bcdef	0.19 abc	17.57 bcde	16.98 abcd
S26	12.42 abc	11.79 abcd	10.97 abc	9.79 de	0.15 defgh	0.22 ab	17.11 cde	16.86 abcd
S27	11.60 bcdef	11.60 bcd	9.99 e	9.90 bcde	0.13 fgh	0.17 abc	13.73 f	17.58 abc

自根苗果实的感官评价得分较低,进一步对其收获期的成活率观察发现,京美 2K 自根苗和武农 8 号自根苗的成活率分别为 58%和 61%,推测可能是因为自根苗的田间抗性较差,植株生长发育受到影响,从而导致果实品质较差,感官评价综合得分较低。

2.4 春季不同南瓜砧木对小果型西瓜产量的影响

由表 6 可知,在京美 2K 嫁接组合中,S25 的坐瓜数最多,为 29.00 个,S10、S4、S5、S14、S16、S27、S13、S17、S22、S23、S6、S21、S7、S9、S18 的坐瓜数大于或等于商业砧木 S26,坐瓜数范围为 23.00~28.00;在武农 8 号嫁接组合中,S9、S23、S7、S14、S13、S6、S12、S17、S18、S21、S4、S22 的坐瓜数大于或等于商业砧木 S25 和 S26,范围为 22.00~29.00,S16、S24、S19 的坐瓜数大于或等于商业砧木 S26。除 S6 外,所有参试砧木嫁接后均显著提高了西瓜单瓜质量,S13 和 S22 的单瓜质量均大于商业砧木 S25 和 S26,S7、S13 在以京美 2K 为接穗时,西瓜单瓜质量均显著大于商业砧木 S26,与商业砧木 S25 相比差异不显著。在 667 m²产量指标中,以京美 2K 为接穗时,砧木 S25、S10、S5 和 S13 的产量较

高,分别较自根苗增产 85.08%、78.34%、72.16%和 69.85%;以武农 8 号为接穗时,砧木 S9、S23、S14、S13、S12、S7、S18、S16 和 S22 的产量均高于商业砧木 S25 和 S26,与自根苗相比增产幅度达 70.21%~129.08%。

综上所述,在春季试验中,根据不同砧木对 2 个小果型西瓜品种京美 2K 和武农 8 号嫁接成活率、定植成活率、植株长势、开花坐果节位、果实品质和产量等指标的影响,综合评判认为:砧木 S12、S19、S5、S16、S13、S7 和 S17 表现较好,可以参与秋季生产验证试验。

2.5 秋季不同南瓜砧木组合对西瓜果实品质和单瓜质量的影响

基于春季的试验结果,以武农 8 号为接穗,在 2023 年秋季对 7 个南瓜砧木(S12、S19、S5、S16、S13、S7 和 S17)进行了生产验证试验。从表 7 可以看出,与自根苗相比,除了商业砧木 S25 外,其他砧木嫁接并未显著改变西瓜果形指数。在果皮厚度指标中,S12 和 S5 的果皮厚度较大,显著大于武农 8 号自根苗和商业砧木 S26,但显著小于商业砧木 S25;S13、S16、S17、S19 和 S7 的果皮厚度较

表 6 春季不同南瓜砧木对小果型西瓜产量的影响

Table 6 Effects of different pumpkin rootstock on small-fruit watermelon yield in spring

编号 Number	总坐瓜数 Total number of fruit setting		单瓜质量 Single fruit mass/g		产量 Yield/(kg·667 m ²)	
	京美 2K Jingmei 2K	武农 8 号 Wunong No. 8	京美 2K Jingmei 2K	武农 8 号 Wunong No. 8	京美 2K Jingmei 2K	武农 8 号 Wunong No. 8
S4	27.00	22.00	1 564.38 cd	1 321.88 c	1 956.45	1 347.03
S5	27.00	17.00	1 776.88 abcd	1 572.67 abc	2 222.20	1 238.37
S6	24.00	24.00	573.75 f	550.77 e	637.82	612.27
S7	23.00	27.00	1 957.86 a	1 392.50 abc	2 085.80	1 741.50
S9	23.00	29.00	1 544.38 cd	1 564.67 abc	1 645.30	2 101.76
S10	28.00	19.00	1 775.00 abcd	1 451.88 abc	2 302.08	1 277.75
S12	21.00	24.00	1 718.00 abcd	1 635.00 ab	1 671.11	1 817.58
S13	25.00	25.00	1 893.33 ab	1 663.75 a	2 192.45	1 926.60
S14	27.00	26.00	1 621.88 bcd	1 637.50 ab	2 028.36	1 972.05
S16	26.00	21.00	1 646.00 bcd	1 631.88 ab	1 982.29	1 587.34
S17	25.00	23.00	1 490.00 d	1 311.25 c	1 725.40	1 396.94
S18	23.00	23.00	1 728.13 abcd	1 503.75 abc	1 841.05	1 602.02
S19	19.00	20.00	1 682.73 abcd	1 508.13 abc	1 480.92	1 397.11
S21	24.00	23.00	1 721.25 abcd	1 363.75 bc	1 913.46	1 452.87
S22	25.00	22.00	1 826.88 abc	1 532.50 abc	2 115.50	1 561.66
S23	25.00	29.00	1 761.88 abcd	1 523.75 abc	2 040.23	2 046.80
S24	18.00	21.00	1 572.50 cd	1 518.75 abc	1 311.07	1 477.30
S25	29.00	22.00	1 778.57 abcd	1 507.69 abc	2 389.09	1 536.38
S26	23.00	20.00	1 550.77 cd	1 390.00 abc	1 652.11	1 287.68
S27	26.00	19.00	1 071.82 e	1 042.50 d	1 290.80	917.47

表 7 秋季不同南瓜砧木对西瓜果实品质和单瓜质量的影响

Table 7 Effects of different pumpkin rootstock on watermelon fruit quality and fruit mass in autumn

编号 Number	果形指数 Fruit shape index	果皮厚度 Pericarp thickness/mm	w(可溶性固形物) Soluble solid content/%		感官评价得分 Score of sensory evaluation	单瓜质量 Single fruit mass/g	比 S27+ More than S27+/%
			中心 Center	边部 Edge			
			S5	1.45 ab			
S7	1.49 ab	4.69 cd	10.42 ab	9.46 abcd	16.54 bc	1 133.00 ab	29.63
S12	1.41 ab	6.27 b	10.43 ab	9.23 abcd	17.92 ab	889.50 d	1.77
S13	1.44 ab	4.31 d	9.69 b	9.07 bcd	14.50 cd	1 113.33 abc	27.38
S16	1.34 b	4.54 cd	11.16 a	10.04 ab	18.88 a	1 257.00 a	43.82
S17	1.45 ab	4.91 cd	9.71 b	8.78 d	16.67 bc	1 014.50 bcd	16.08
S19	1.39 ab	4.60 cd	11.19 a	10.28 a	14.69 cd	1 097.50 abc	25.57
S25	1.54 a	6.90 a	9.73 b	8.85 cd	15.33 cd	1 158.50 ab	32.55
S26	1.47 ab	5.08 c	10.13 ab	9.30 abcd	14.06 d	1 084.00 abc	24.03
S27	1.30 b	4.81 cd	10.83 ab	9.92 abc	18.48 ab	874.00 d	

小,分别为 4.31、4.54、4.91、4.60 和 4.69 mm,显著小于商业砧木 S25,与自根苗相比差异不显著。在可溶性固形物含量方面,S19 和 S16 的中心、边部可溶性固形物含量均较高,均显著高于商业砧木 S25,但与自根苗和商业砧木 S26 相比无显著差异。各嫁接西瓜感官评价综合得分排名为:S16>S27>S12>S17>S7>S5>S25>S19>S13>S26,说明参

试的 7 个砧木组合表现良好,S16、S12、S17、S7 和 S5 表现较优,S16 表现最为突出。在单瓜质量方面,各嫁接西瓜表现为:S16>S25>S7>S13>S19>S26>S17>S5>S12>S27,说明与自根苗相比,南瓜砧木嫁接提高了西瓜单瓜质量,有利于实现增产,其中 S16 单瓜质量的提升幅度最大(43.82%),优于 2 个商业砧木 S25(32.55%)和 S26

(24.03%), S7、S13 和 S19 的增产幅度也大于商业砧木 S26, 分别为 29.63%、27.38% 和 25.57%, 具有较大的增产潜力。

3 讨论与结论

不同砧木与西瓜接穗的亲合性不同, 这直接决定了嫁接成活率和田间成活率, 以及集约化育苗场的效益^[19]。在春季试验中, 参试南瓜砧木与京美 2K 和武农 8 号的嫁接成活率范围均为 94%~100%, 说明参试南瓜砧木与小果型西瓜具有良好的嫁接亲和性。在定植成活率指标中, 京美 2K 和武农 8 号自根苗的成活率均为 97%, 嫁接京美 2K 后, S4、S6、S7、S10、S17、S18、S19、S21、S25 和 S26 嫁接苗的定植成活率达到 100%; 在嫁接武农 8 号时, S5、S10、S12、S13、S14、S16、S17、S19、S24 和 S25 嫁接苗的定植成活率达到 100%, 说明以上参试砧木均与小果型西瓜具有较高的亲和性。

前人研究表明, 嫁接后的西瓜是一个复合体, 不同的砧木与接穗之间存在复杂的相互作用关系^[20-24], 砧木嫁接首先促进了植株根系的生长, 地下部的旺盛生长又促进了地上部的发育, 从而实现植株的协调生长。本试验表明, S4、S5、S7、S12、S13、S14、S18、S21 和 S23 嫁接京美 2K 后与 S5、S7、S9、S12、S14、S18、S23 和 S24 嫁接武农 8 号后, 接穗粗度均大于商业砧木 S25 和 S26, 说明以上砧木促进西瓜植株生长发育的能力高于 2 份商业砧木。

砧木嫁接对果实品质的影响十分复杂, 西瓜品质的高低与选取的砧木类型和品种有很大关系^[25-26]。本研究结果表明, 与自根苗相比, 参加试验的南瓜砧木嫁接后大多数不会显著改变西瓜的果形指数, 但多数砧木会增加西瓜的果皮厚度。可溶性固形物含量、可滴定酸含量和感官评价得分的综合分析结果表明, 西瓜的内在品质随砧穗组合的不同具有差异, 春季试验中以 S5、S7、S12、S13、S16、S17、S19 综合表现较优, 秋季试验中以 S16、S19 和 S7 表现最优。春秋季单瓜质量和折合 667 m² 产量表明, 除了 S6 砧木组合外, 其他南瓜砧木嫁接对西瓜单瓜质量和 667 m² 产量均有较大幅度的提高, 这与 Fallik 等^[27]的研究结果一致。

需要说明的是, 秋季试验由于定植偏晚, 坐果中后期尽管采用多层覆盖保温, 植株生长和果实发育还是受到了一定程度的低温影响, 导致秋季栽培的西瓜果实可溶性固形物含量较春季偏低。笔者在本试验中也仅对嫁接后田间相关性状进行了研

究, 但对砧木的抗枯萎病、根腐病、耐盐性等方面还需要进一步进行鉴定。

综上所述, 笔者通过春秋两季的西瓜嫁接生产试验, 筛选出 3 个适合小果型西瓜嫁接的优质南瓜砧木组合: S16 (R97×R94)、S7 (R93×R30) 和 S19 (R93×R96), 他们的共同优点为, 与小果型西瓜的嫁接亲和性好, 共生亲和性强, 对嫁接苗株高的促进作用强于商业砧木丰乐金甲 (S25) 和京欣砧 4 号 (S26), 与小果型西瓜自根苗相比, 嫁接后不会显著改变西瓜的果形指数。其中 R97×R94 嫁接后的西瓜果皮厚度小于京欣砧 4 号, 春秋两季的中心和边部可溶性固形物含量均高于丰乐金甲、京欣砧 4 号和西瓜自根苗, 在以武农 8 号为接穗时, 春秋季感官评价得分大于 2 个商业砧木和武农 8 号自根苗; R93×R30 嫁接后, 在对西瓜接穗粗度的促进方面和降低第一雌花节位方面优于商业砧木丰乐金甲和京欣砧 4 号, 将其作为砧木嫁接武农 8 号后, 春季和秋季果实中心和边部可溶性固形物含量均高于 2 个商业砧木, 嫁接京美 2K 后果实中心和边部可溶性固形物含量高于商业砧木丰乐金甲嫁接组合, 单瓜质量方面无论在春季还是秋季均优于商业砧木京欣砧 4 号嫁接组合和西瓜自根苗; R93×R96 在嫁接京美 2K 后对接穗粗度的促进作用强于丰乐金甲, 与京欣砧 4 号相比, 在与 2 个品种西瓜接穗嫁接后能够降低第一雌花节位和果皮厚度, 在春秋两季的感官评价得分与单瓜质量方面也均优于京欣砧 4 号。

参考文献

- [1] 攸学松, 朱莉, 曾剑波, 等. 西甜瓜砧木育种研究进展[J]. 江苏农业科学, 2019, 47(20): 52-56.
- [2] 王平勇, 赵胜杰, 虞国平, 等. 小果型西瓜新品种众天玉琢的选育[J]. 中国瓜菜, 2023, 36(11): 127-130.
- [3] 朱宏华, 高敏, 何洁, 等. 小果型西瓜新品种西彩 1 号的选育[J]. 中国蔬菜, 2023(12): 102-104.
- [4] 武云霞, 卢于绒, 窦宏涛, 等. 西安地区日光温室小果型西瓜高效栽培技术[J]. 西北园艺(综合), 2023(2): 20-22.
- [5] 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.
- [6] 陈东升, 王洪旭, 王振雨, 等. 北京地区 5 种砧木对小果型西瓜生长、果实品质及产量的影响[J]. 中国瓜菜, 2023, 36(5): 66-71.
- [7] PARK Y H, CHO S K, 刘文革. 韩国的西瓜生产和育种[J]. 中国瓜菜, 2014, 27(1): 62-64.
- [8] 杨万邦, 王晓媛, 杜慧莹, 等. 不同嫁接砧木对旱砂田西瓜生长及品质和产量的影响[J]. 寒旱农业科学, 2022, 1(11): 119-123.
- [9] 马超, 曾剑波, 朱莉, 等. 不同砧木嫁接对小型西瓜生长和果实品质的影响[J]. 中国果菜, 2017, 37(6): 25-28.

- [10] 陈文明,钟川,廖建杰,等.双砧木嫁接对西瓜生长及果实品质的影响[J].中国瓜菜,2017,30(7):13-16.
- [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] 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.
- [13] 江姣,张保东,宫国义.北京地区中果型西瓜嫁接砧木筛选试验[J].中国瓜菜,2015,28(1):46-48.
- [14] 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.
- [15] 马双武,尚建立,王吉明.西瓜嫁接砧木资源的初步筛选研究[J].中国瓜菜,2012,25(4):39-42.
- [16] 邹运乾,罗曲娟,张金,等.虫胶松香涂膜对柑橘货架期品质的影响[J].园艺学报,2023,50(4):853-863.
- [17] 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.
- [18] 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.
- [19] 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(S1):69-71.
- [20] HUANG Y, ZHAO L Q, KONG Q S, et al. Comprehensive mineral nutrition analysis of watermelon grafted onto two different rootstocks[J]. Horticultural Plant Journal, 2016, 2(2):105-113.
- [21] ZHANG J, ZHANG H J, WANG P C, et al. Gene expression, hormone signaling, and nutrient uptake in the root regeneration of grafted watermelon plants with different pumpkin rootstocks[J]. Journal of Plant Growth Regulation, 2023, 42(2):1051-1066.
- [22] 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.
- [23] 张兆辉,牛青,杨晓峰,等.不同砧木嫁接对西瓜生长、果实品质及丰产性的影响[J].中国农学通报,2015,31(7):72-75.
- [24] SOLA A J, EHRLÉN J. Vegetative phenology constrains the onset of flowering in the perennial herb *lathyrus vernus*[J]. Journal of Ecology, 2007, 95(1):208-216.
- [25] 刘广,羊杏平,徐锦华,等.西瓜砧木育种研究进展[J].江苏农业科学,2018,46(23):23-26.
- [26] FALLIK E, ZIV C. How rootstock/scion combinations affect watermelon fruit quality after harvest?[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2020, 100(8):3275-3282.
- [27] FALLIK E, ALKALAI-TUVIA S, CHALUPOWICZ D, et al. Relationships between rootstock-scion combinations and growing regions on watermelon fruit quality[J]. Agronomy- Basel, 2019, 9(9):536.