

嫁接在植物抗逆及品质改良中的应用

蒋梦婷, 邓竹英, 梁大成* (长江大学农学院, 湖北荆州 434025)

摘要 嫁接是一种历史悠久且被广泛运用的农业生产技术, 是繁育优良苗木、加快植物生长期、有效防止生物病害及拯救濒危物种的有效工具。概述了农业生产中的嫁接方法及其在农业生产的应用, 重点阐述嫁接在提高植物抗逆性、改良产品产量及品质等方面的应用, 旨在为嫁接技术的推广及研究方向提供参考。

关键词 嫁接; 农业生产; 提高抗性; 改良品质

中图分类号 S604+.3 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2019)09-0008-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.09.003

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Application of Grafting in Plant Stress Resistance and Production Improvement

JIANG Meng-ting, DENG Zhu-ying, LIANG Da-cheng (College of Agronomy, Yangtze University, Jingzhou, Hubei 434025)

Abstract Grafting is an agricultural technique that has been extensively applied since antiquity. A myriad of applications have been derived from grafting, including shoot propagation, hastening of vegetative phase, protection from biotic infection, saving endangered species. In this review, we summarized the grafting methods in agricultural production and their application in agricultural production. It focuses on the application of grafting in improving plant stress resistance, improving product yield and quality, and aims to provide reference for the promotion and research direction of grafting technology.

Key words Grafting; Agricultural technology; Enhancing resistance; Improving quality

嫁接是指将一种植物的枝或芽, 嫁接到另一种植物的茎或根上, 使接在一起的 2 个部分长成一个完整的植株, 其中植物茎或根的部分称为砧木(stock), 嫁接在其上部的植物枝或芽的部分称为接穗(scion)。嫁接在国内最早的相关记载距今已有 2 000 多年, 在我国的农业巨著《齐名要术》中对嫁接的方法及原理首次进行较详尽的阐述, 其中针对不同果木树也有不同的介绍, 如梨树、桑树等。随着嫁接技术的不断发展, 嫁接技术不仅对不同科属的果树嫁接有新的发展, 还逐渐从果树的嫁接发展到花卉的嫁接中, 如牡丹、腊梅、石榴等。据统计, 我国古代的植物嫁接包括 31 种果木树、10 种木本花卉、2 种草木花卉、14 种经济林木和 4 种草本蔬果。按照植物科属来分, 分属于 25 科 39 属^[1]。由此可见, 嫁接技术的研究和应用从古至今贯穿了我国的农业发展。几千年来, 嫁接技术在农业生产方面有着广泛的应用, 有人提出嫁接为人类的粮食安全提供了另一条不局限于单一物种的更为广阔的解决途径^[2], 利用嫁接可以对作物抗性进行改良、对作物的产量和质量产生正向影响^[3], 嫁接还可以作为植物物质运输、长距离信号传递等相关研究的技术手段^[4]。笔者对近年来嫁接在农业生产上的应用进行综述。

1 农业生产中常用的嫁接方法

1.1 果树中常用的嫁接方法 植物的嫁接方法有一二百种之多, 通常可根据嫁接的时期、部位、嫁接所用器官和场所等将其进行分类, 而其中按嫁接所用部位进行分类最为常见^[5], 具体分类如表 1 所示。以上技术大都运用在果树的嫁接中, 并在生产中有很广泛的应用, 如吴硕等^[6]在确定“早脆王”的最佳嫁接条件的研究中, 用劈接法对枣树进行嫁接; 袁

文萍^[7]利用靠接及嫩枝接的嫁接方法培育观赏树种海棠; 张志晓等^[8]利用“T”形芽接将一年生“绿宝苹果”嫁接到 5 种不同的砧木上用, 研究嫁接幼树对盐碱土的适应性。

表 1 嫁接的分类

Table 1 Classification of grafting

| 嫁接的方式 Grafting ways | 概念及优点 Concept and merit | 主要方法 Method |
|------------------------------|--|---|
| 枝接 Grafting with branches | 用带数芽或一芽的枝条作为接穗进行嫁接 优点: 成活率高, 嫁接苗生长快 | 劈接、切接、单芽切接、插皮接、插皮舌接、靠接、双砧靠接、腹接、舌接、合接、鞍接、四瓣嫁接、销接、中间苗的一次嫁接法、撕皮嵌接法、绿枝嫁接、子苗嫁接、蜡封接穗嫁接法 |
| 芽接 Grafting with buds | 用一个芽和一小块带木质部或不带木质部的树皮做接穗嫁接到砧木上 优点: 方法简单, 容易掌握, 嫁接工效较高, 成苗率高且愈合牢固, 节省接穗材料, 适合于大量繁殖苗木 | “T”形芽接、倒芽接、倒“T”形芽接、“三一”芽接、方块形芽接、“工”字形芽接、单开门芽接、“1”字形芽接、槽形芽接、贴芽接、带木质部嵌芽接、半芽接、对芽接、芽腹接、四刀芽接 |
| 根接 Grafting with roots | 用植物的根段或整个根系为砧木, 以枝条或芽片为接穗进行的嫁接 优点: 使接穗部分繁殖速度加快, 嫁接苗成活率高、长势旺 | 劈接法、切接法、腹接法(芽腹接)、舌接法、皮下接法等 |

1.2 果蔬中常用的嫁接技术 由于蔬菜的接穗普遍较小, 与砧木在茎粗和株高上有明显差异, 所以在蔬菜中则可根据蔬菜种类采用不同的嫁接方法, 如郭志元等^[9]将黄瓜作为接穗与角瓜进行靠接; 王立霞等^[10]利用插接法研究不同中间砧嫁接对黄瓜幼苗的影响; 在西瓜嫁接的相关研究中, 鲁军阳等^[11]、张小锋等^[12]、孟佳丽等^[13]都使用顶插接法进行研究。根据不同蔬菜, 对其嫁接方法进行简单列举, 如表 2

基金项目 国家自然科学基金面上项目(31671257)。

作者简介 蒋梦婷(1994—), 女, 新疆博乐人, 硕士研究生, 研究方向: 作物遗传育种。*通信作者, 教授, 博士, 硕士生导师, 从事湿地作物远缘嫁接技术研究。

收稿日期 2019-03-08; **修回日期** 2019-03-18

所示。

表 2 不同果蔬的嫁接方法

Table 2 Grafting methods of different fruits and vegetables

| 序号 No. | 蔬菜名称 Vegetable | 嫁接方法 Grafting method |
|-----------|-------------------|--|
| 1 | 黄瓜 | 普通靠接、单叶靠接、斜插接、大苗生长点直插法、腹插法、断茎插接、水平插接、插皮法、劈接等 |
| 2 | 西瓜 | 斜插接、顶插接法、靠接、割接法、劈接法、贴接法、二段接法、断根插接法、芯长法等 |
| 3 | 番茄 | 十字嫁接、抱接、斜接、插接、斜插接、靠接等 |
| 4 | 茄子 | 劈接法、贴接法、插接法等 |
| 5 | 辣椒 | 劈接法、插接法、斜切接法等 |

不同方法应用在同一植物的嫁接,其成苗率上也有差异,如孙悦等^[14]研究不同嫁接方法对珙桐成活率的影响;董玉梅等^[15]比较不同嫁接方式在厚皮甜瓜嫁接中成苗率的情况,推荐在砧木为幼茎的情况下选用贴接法或劈接法,其成苗率相对较高。当然这些方法也可用于作物之中,张教海等^[16]以海岛棉作为砧木,陆地棉作为接穗利用插接法进行棉花嫁接;郝俊杰等^[17]利用劈接法研究嫁接对棉花黄萎病抗性、产量和纤维品质的影响。

1.3 微嫁接技术 微嫁接技术是植物组织培养与嫁接技术相结合的产物^[18-19],既可以用于果树又可以用于蔬菜,同时也是模式植物拟南芥嫁接的重要手段。根据微嫁接所选用的接穗不同,可分为茎尖嫁接、微枝嫁接、愈伤组织嫁接和细胞嫁接等^[20]。与常规的嫁接方法相比,微嫁接具有其自身特有的优越性,如周期短、成活率高,不受季节的限制和环境的影响等^[21],可用于快速繁殖苗木^[22]、嫁接亲和性早期鉴定^[23-24]、保存种质^[14,25]、苗木脱毒^[26]等方面。

2 嫁接在农业生产上的应用

2.1 提高植物抗逆性 嫁接可以提高作物对生物胁迫的抗性^[27],尤其在防治土壤传播疾病方面有着广泛的应用。Burrelle 等^[28]将“佛罗里达 47 号”番茄作为接穗嫁接到 TX301、Multifort 和 Aloha 3 种番茄砧木上,并与“佛罗里达 47 号”未嫁接的植物进行了比较,结果发现,这 3 种砧木均能很好地控制线虫的发生,减少了土壤和根中的隐匿性分枝杆菌的数量。Giotis 等^[29]将番茄品种嫁接到抗性番茄砧木上,是防治番茄黄萎病 (*Verticillium* spp.) 引起的最重要的土壤真菌病害的有效策略。Palada 等^[30]报告了利用茄子砧木如 EG203 (VI 045276) 防治番茄青枯病的成功情况。黄河^[31]在研究嫁接对甜瓜枯萎病的影响时,利用甜瓜品种“朝研蜜宝”作为接穗,分别与 3 种砧木(圣砧一号、新土佐、世纪星)嫁接作为试验组,其自根苗作为对照组;在其幼苗四叶期时,利用灌根法进行接菌,在其完成接菌后 8 d 对照组初步出现叶片萎蔫,14 d 后出现严重的患病情况。而试验组直到植株停止生长都未出现发病情况,由此得出利用嫁接手段可以使得新的植株免除枯萎病感染风险。

利用嫁接技术可提高接穗的抗热、抗冷、抗旱、抗盐等性能,一般情况下是选择那些抗逆性强的砧木而达到上述目的,如 Altunlu 等^[32]研究表明,当种间杂交种“Beaufort”(S.

lycopersicum L. S. *habrochaites* S. Knapp 和 *D. M. Spooner*) 作为砧木时,与嫁接在弱根结构砧木或自嫁接植株上的番茄相比,可以减轻水分胁迫对番茄植株生长的抑制作用。Giuffrida 等^[33]研究表明,嫁接对辣椒植株在非盐渍条件下的生长没有促进作用,但不同砧木的使用可以减少盐胁迫的负面效应。张文彪等^[34]利用嫁接提高茄子的耐热性,选用 4 个不同品种番茄作为砧木对茄子进行嫁接,结果表明,嫁接能降低茄子苗期热害指数,而不同砧木嫁接茄子的数据表明检测值变化基本一致。Nawaz 等^[35]通过嫁接提高西瓜的抗钆胁迫能力,该试验将西瓜接穗分别嫁接到葫芦瓜和南瓜上,其自身嫁接作为对照,在 50 mg/mL 的钆处理后进行相关分析,研究表明,嫁接苗通过降低叶片组织中的钆浓度来提高抗钆胁迫的能力,与自身嫁接相比,嫁接苗中 SOD 的表达上调,活性增强;通过根尖扫描电镜观察西瓜、南瓜和葫芦瓜这 3 种砧木在钆处理后的受损程度时发现,南瓜受损程度最轻。

2.2 嫁接对果实产量和质量的影响 Martínez-ballesta 等^[36]提出嫁接可以成为改善果实质量的重要工具。许多果树、葡萄藤、辣椒、西红柿和茄子等水果都可以用嫁接在砧木上的接穗生长,通过嫁接这些接穗能够抵抗各种病原体,提高耐盐性,调节接穗的大小,并有助于提高果实质量。林辉^[37]研究发现不同嫁接砧木比不嫁接处理的番茄产量均有显著提高,但不同砧木品种间产量有差异,且嫁接番茄在增产的同时,对改善果实的外观商品性、提高番茄精品果的比例作用较大,其中砧木“爱好”与其他几种砧木相比,不仅嫁接成苗率高且增产最多,由此为番茄的优良砧木品种提供了新的数据。孙丽丽等^[38]以劈接法嫁接番茄,以自根苗为对照,综合评价不同砧木嫁接对番茄果实品质的影响,并分析得出“改良青园”和“果砧 1 号”这 2 种砧木嫁接番茄不仅成活率高,而且能明显促进植株生长,显著提高产量并改善果实品质,可作为番茄嫁接栽培中砧木选择的参考品种。王德欢等^[39]用不同砧木与石冠番茄嫁接,从生长及果实产量和质量等方面综合评定分析,其中“果砧 1 号”是表现最优的砧木。由此可见,“果砧 1 号”是番茄嫁接中较好的砧木选择之一。苏荣存^[40]利用辣椒品种“骄珍 108”作为砧木,分别与辣椒品种“赤选椒王”“洛椒 7 号”“中蔬 5 号”和“钰禾”进行嫁接,再以 4 个接穗品种的自根苗为对照,研究嫁接对产量的影响,结果表明,嫁接苗的产量均高于自根苗,除“赤选椒王”嫁接苗增产率低于 10% 外,其他 3 种嫁接苗增产都在 10% 以上。齐红岩等^[41]利用嫁接技术分析其对薄皮甜瓜产量的影响,该试验选用玉美人薄皮甜瓜做接穗,以圣砧 1 号白籽南瓜为砧木进行嫁接,以自根苗为对照,结果表明,嫁接可提高薄皮甜瓜产量,但不可避免地使得嫁接果实中含糖量略有降低。马凌云等^[42]分析表明,嫁接到野生茄子上的茄子品种 Tuolubamu (*Solanum Torvum*) 已在绿色、商业化和生理成熟阶段,嫁接苗果实中蛋白质和维生素 C 含量均高于对照。

嫁接技术目前广泛应用于果树、蔬菜等许多生产领域,并带来了巨大的经济效益。嫁接是一种独特的研究系统和手段,可以通过不同砧木和不同接穗的嫁接来实现提高作物

抗性、改良品质和增加产量的目的,也可以通过突变体、转基因植株及野生型植株互为接穗和砧木进行嫁接来研究植物物质运输、长距离信号传递等基础理论,如利用嫁接技术研究发现,某些RNA信号分子进行细胞间或植物体内长距离的转运,控制相关器官的发育或参与防御反应等^[43-46]。

3 嫁接技术的不足与展望

3.1 主要不足 生产上应用的嫁接组合多是亲和的,但这些组合是人们在长期生产实践中精心选择的结果。多数嫁接圃于科内种间或种内的限制,表现出嫁接后一方或双方死亡的结果。这便是嫁接的主要不足之处,导致很多物种独有的良好性状及特征不能被综合利用。对于嫁接不亲和性的原因存在诸多猜想,从结构差异到生理差异都可能是影响嫁接成功的关键因素,相信找到科间及至目间植物的嫁接规律以及不亲和机制是未来嫁接研究的主要方向,便于为更加广泛地联合不同物种的优良性状提供参考价值。

3.2 展望 嫁接是将2个不同的植物组合成一个嫁接体,其根系来自一种植物,而地上部分的茎叶则来自另一种植物,这便给研究者提供了研究根-冠之间的物质与信息交流的平台。随着分子生物学的飞速发展,人们将从分子水平上更深入地了解嫁接的成活机理,如接穗和砧木间的亲和机理、接穗和砧木间相互作用的机理等,并将这些机理应用于农业生产中,使砧木和接穗的更多优良特性得以充分利用,如利用嫁接有效防止土传病害、增加嫁接苗对不良环境的抵抗能力,以达到丰产、改良品质等目的。

参考文献

- [1] 周肇基. 中国嫁接技艺的起源和演进[J]. 自然科学史研究, 1994, 13(3): 264-272.
- [2] ALBACETE A, MARTÍNEZ-ANDÚJAR C, MARTÍNEZ-PÉREZ A, et al. Unravelling rootstock x scion interactions to improve food security[J]. Journal of experimental botany, 2015, 66(8): 2211-2226.
- [3] 刘用生, 宋建伟, 姚连芳. 嫁接技术在植物改良中的应用[J]. 生物学通报, 1998, 33(2): 5-7.
- [4] 石声汉. 对嫁接的一些揣测性解释[J]. 植物生理学通讯, 1963(2): 1-9.
- [5] 王幼群, 卢善发, 杨世杰. 植物嫁接: 实践与理论[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2012: 34.
- [6] 吴硕, 智福军, 贾彦丽. 不同嫁接时期和接穗类型对早脆王嫁接成活率及生长势的影响[J]. 河北农业科学, 2018, 22(6): 47-50.
- [7] 袁文萍. 观赏树种海棠培育技术[J]. 山西林业, 2018(S1): 67-68.
- [8] 张志晓, 王燕, 江文, 等. 不同砧木[绿宝苹果幼树]对盐碱土的适应性[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(23): 153-156.
- [9] 郭志元, 韩福太. 角瓜砧木嫁接黄瓜技术[J]. 农业科技通讯, 2010(5): 228.
- [10] 王立霞, 黄晓梅, 苑磊, 等. 不同中间砧嫁接对黄瓜幼苗生理特性及光合特性的影响[J]. 山东农业科学, 2019, 51(1): 51-54.
- [11] 鲁军阳, 高敏, 卫楠楠, 等. 南瓜砧木嫁接对低温下西瓜幼苗耐冷性、光合作用及抗逆基因表达的影响[J]. 华中农业大学学报, 2019, 38(2): 55-64.
- [12] 张小锋, 苏生平, 王华, 等. 早佳8424西瓜嫁接栽培技术[J]. 上海蔬菜, 2018(6): 53-54.
- [13] 孟佳丽, 吴绍军, 王夏雯, 等. 不同砧木对西瓜生长以及果实品质的影响[J]. 北方农业学报, 2018, 46(1): 108-114.
- [14] 孙悦, 饶晓峰, 陈耀兵. 不同嫁接方法对珙桐成活率的影响[J]. 现代农业科技, 2018(16): 129, 132.
- [15] 董玉梅, 王崇启, 赵西, 等. 不同嫁接方式对厚皮甜瓜植株生长及果实性状的影响[J]. 中国瓜菜, 2017, 30(9): 34-37.
- [16] 张教海, 别墅, 王孝纲, 等. 棉花海陆高效嫁接育苗技术与应用[J]. 湖北农业科学, 2018, 57(21): 37-39.
- [17] 郝俊杰, 马奇洋, 刘焕民, 等. 嫁接棉花对棉花黄萎病抗性、产量和纤维品质的影响[J]. 中国农业科学, 2010, 43(19): 3974-3980.

- [18] JONARD R, HUGARD J, MACHEIX J J, et al. In vitro micrografting and its applications to fruit science[J]. Sci Hort, 1983, 20(2): 147-159.
- [19] ESTRADA-LUNA A A, LÓPEZ-PERALTA C, CÁRDENAS-SORIANO E. In vitro micrografting and the histology of graft union formation of selected species of prickly pear cactus (*Opuntia* spp.) [J]. Sci Hort, 2002, 92(3/4): 317-327.
- [20] 张金林, 王锁民, 许瑞, 等. 植物微嫁接技术的研究及应用[J]. 植物生理学通讯, 2005, 41(2): 247-252.
- [21] 周艳, 周洪英, 朱立, 等. 植物微嫁接研究进展[J]. 贵州科学, 2013, 32(2): 84-88.
- [22] 王娜, 秦子禹, 刘孟军, 等. 三个枣品种的微嫁接快繁体系[J]. 河北科技师范学院学报, 2009, 23(2): 4-6, 33.
- [23] 渠慎春, 乔玉山, 彭明炜, 等. 转基因八棱海棠与苹果品种亲和性的微嫁接早期鉴定[J]. 果树学报, 2005, 22(2): 97-100.
- [24] 段元杰, 杨玉皎, 孟富宣, 等. 果树嫁接亲和性的早期鉴定研究进展[J]. 江西农业学报, 2018, 30(9): 43-48.
- [25] 刘均利, 马明东. 木兰科濒危物种的种质资源保存及繁殖技术研究进展[J]. 四川林业科技, 2007, 28(1): 29-33.
- [26] 杜国荣, 杜俊杰. 果树病毒病与脱毒技术综述[J]. 山西果树, 2004(5): 36-37.
- [27] PADGETT M, MORRISON J C. Changes in grape berry exudates during fruit development and their effect on mycelial growth of *Botrytis cinerea* [J]. Journal of the American society for horticultural science, 1990, 115(2): 269-273.
- [28] KOKALIS-BURELLE N, ROSSKOPF E N. Microplot evaluation of rootstocks for control of *Meloidogyne incognita* on grafted tomato, muskmelon, and watermelon[J]. Journal of nematology, 2011, 43(3/4): 166-171.
- [29] GIOTIS C, THEODOROPOULOU A, COOPER J, et al. Effect of variety choice, resistant rootstocks and chitin soil amendments on soil-borne diseases in soil-based protected tomato production systems[J]. European journal of plant pathology, 2012, 134(3): 605-617.
- [30] PALADA M C, WU D L. Increasing off-season tomato production using grafting technology for peri-urban agriculture in Southeast Asia[J]. Acta horticulturae, 2007, 742: 125-131.
- [31] 黄河. 嫁接对甜瓜枯萎病抗性影响的研究[D]. 延吉: 延边大学, 2015.
- [32] ALTUNLU H, GUL A. Increasing drought tolerance of tomato plants by grafting[J]. Acta horticulturae, 2012, 960: 183-190.
- [33] GIUFFRIDA F, CASSANITI C, LEONARDI C. The influence of rootstock on growth and ion concentrations in pepper (*Capsicum annuum* L.) under saline conditions[J]. The journal of horticultural science and biotechnology, 2013, 88(1): 110-116.
- [34] 张文彪, 罗双霞, 韩微莉, 等. 番茄砧木对茄子嫁接苗耐热性的影响[J]. 河南农业科学, 2014, 42(1): 113-115, 119.
- [35] NAWAZ M A, CHEN C, SHIREEN F, et al. Improving vanadium stress tolerance of watermelon by grafting onto bottle gourd and pumpkin rootstock[J]. Plant growth regulation, 2018, 85(1): 41-56.
- [36] MARTÍNEZ-BALLESTA M C, LÓPEZ-PÉREZ L, HERNÁNDEZ M, et al. Agricultural practices for enhanced human health[J]. Phytochemistry, 2008, 7(2): 251-260.
- [37] 林辉. 不同砧木嫁接对番茄产量及抗病性的影响[J]. 浙江农业科学, 2018, 59(7): 1182-1184.
- [38] 孙丽丽, 徐扬, 郭世荣, 等. 不同砧木嫁接对番茄成活率、生长及果实品质的影响[J]. 南京农业大学学报, 2004, 37(5): 55-62.
- [39] 王德欢, 葛米红, 梁欢, 等. 不同砧木品种对番茄嫁接苗生长与果实品质和产量的影响[J]. 长江蔬菜, 2018(22): 11-14.
- [40] 苏荣存. 嫁接栽培对辣椒产量和抗病性的影响[J]. 北方园艺, 2012(1): 43-44.
- [41] 齐红岩, 李天来, 刘轶飞, 等. 嫁接对薄皮甜瓜光合特性、产量与含糖量的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 2006, 37(2): 155-158.
- [42] 马凌云, 孙治强, 高俊红. 不同砧木嫁接对茄子营养品质的影响[J]. 中国瓜菜, 2009(4): 11-14.
- [43] BANERJEE A K, LIN T, HANNAPPEL D J. Untranslated regions of a mobile transcript mediate RNA metabolism[J]. Plant physiology, 2009, 151(4): 1831-1843.
- [44] KIM M, CANIO W, KESSLER S, et al. Developmental changes due to long-distance movement of homeobox fusion transcript in tomato[J]. Science, 2001, 293(5528): 287-289.
- [45] RUIZ-MEDRANO R, XOCONOSTLE-CÁZARES B, LUCAS W J. Phloem long-distance transport of CmNACP mRNA: Implications for supracellular regulation in plants[J]. Developmental, 1999, 126(20): 4405-4419.
- [46] XOCONOSTLE-CÁZARES B, XIANG Y, RUIZ-MEDRANO R, et al. Plant paralog to viral movement protein that potentiates transport of mRNA into the phloem[J]. Science, 1999, 283(5398): 94-98.