

鸭梨同源异型突变株的花器官分析

刘艳涛¹, 杨亚丽², 席国成³, 冯晓洁³, 王庆雷³, 刘春琴³

(1. 沧州职业技术学院, 河北 沧州 061001; 2. 南宁中心血站输血医学研究所, 广西 南宁 530003;

3. 沧州市农林科学院, 河北 沧州 061001)

摘要:以 20 a 树龄同一梨园中 1 株能稳定遗传的花器官变异鸭梨和普通鸭梨为试材, 采用形态观测法进行了花芽发育、花粉萌发率、表观形态等方面的研究分析。结果表明: 该突变株的花发育与普通植株花的正常发育最明显的差别在于花器官花瓣完全或部分缺失、雄蕊相应增多; 花瓣对应位置的雄蕊花丝粗、花药大; 花粉萌发率高; 部分特化的花瓣上着生有花药。根据试验结果, 推断该突变株可能是梨的花同源异型突变株, 控制花器官发育的 B 功能区发生了突变引起花器官异常。该突变株为进一步认识植物花发育的内在调控机制、研究花的发育机理提供了可能。

关键词:鸭梨; 同源异型; 花瓣; 雄蕊

中图分类号:S 661.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)19-0004-04

梨属于蔷薇科(Rosaceae)梨亚科(Pomoideae)梨属(*Pyrus*)植物, 是世界性果树, 在果树生产上占有极其重要的地位。鸭梨为我国古老优良的品种之一, 华北各省栽培较多。鸭梨定植 3~4 a 即可结果, 以短果枝(<5 cm 的果枝)结果为主, 结果的同时果台可形成 2 个短果枝, 坐果率高, 多为双果, 丰产性强。多年来已发现

了许多鸭梨的芽变和实生变异新品种, 果实变异的有光鸭梨^[2]、巨鸭梨^[3]等; 生育期变异的有六月酥^[4]; 抗病性变异的有金玉梨^[5]、秋水梨^[6]等; 还有免疏花疏果的新种质变异单花香水梨^[7], 但该试验涉及的有关花变异的鸭梨突变类型国内少见报道。

同源异型是指同一有机体的某一结构被另一不同的结构完全或部分取代的现象。现在同源异型突变已成为植物发育遗传学研究的模式系统。通过对拟南芥和金鱼草等模式植物不同花器官突变体的研究, Coen 等^[8]提出控制花形态发生的 ABC 模型。该模型认为, 每一轮花器官的形成都是由 3 种类型花器官特性基因形

第一作者简介:刘艳涛(1979-), 女, 硕士, 助理研究员, 现主要从事组织培养和植物保护研究工作。E-mail: lyt80323@163.com.

责任作者:刘春琴(1967-), 女, 硕士, 研究员, 现主要从事植物保护研究工作。E-mail: wqlci02@163.com.

收稿日期:2012-06-11

[6] 王以秀. 不同抗寒性桑品种的冬芽冷冻后细胞膜透性变化[J]. 蚕桑通报, 1985(4): 17-19.

[7] 刘祖祺. 电导法鉴定柑桔耐寒性试验[J]. 南京农学院学报, 1981(2): 1-6.

[8] 高玉军, 武玉璧, 庞玉兰. 桑树休眠期间的抗寒性与枝条组织电解质外渗率的关系[J]. 蚕业科学, 1990(4): 238-240.

[9] 王钦, 尚可政. 微孔草叶细胞冻害研究[J]. 草业科学, 1998, 15(3): 23-26.

The Comparison of Cold Resistance Among Varieties of Chinese Jujube

WANG Xiao-ling, HU Ya-lan, MAO Li-heng

(College of Horticulture, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071001)

Abstract: The experiment was carried out before and after the germination with six jujube cultivars which were 'Dongzao', 'Jinsixiaozao', 'Sihongdazao', 'Muzao', 'Longzhaozao' and 'Linyilizao', hoping to find out the cold resistance of different jujube varieties and to select excellent germplasm resources for jujube production services. The results showed that the order of the six jujube varieties before germination according to cold resistance were: 'Sihongdazao' > 'Muzao' > 'Linyilizao' > 'Jinsixiaozao' ≈ 'Longzhaozao' > 'Dongzao'. And the order of the six jujube varieties after germination were: 'Dongzao' > 'Longzhaozao' ≈ 'Linyilizao' > 'Jinsixiaozao' ≈ 'Sihongdazao' ≈ 'Muzao'.

Key words: Chinese jujube; cold resistance; electrolyte leakage; comparison

成独特的组合决定的;A 基因决定萼片,A 和 B 基因共同决定花瓣,B 与 C 基因共同决定雄蕊,C 基因决定雌蕊。其中,A 基因与 C 基因相互拮抗。如果其中任何一组或更多的基因发生变化都可能导致分生组织的分裂行为发生改变,则花的形态发生异常。

该试验通过对 1 株花器官变异鸭梨进行观察和试验分析,推断这一花器官自然变异的突变株可能是梨的同源异型突变株,变异株的花瓣完全或部分缺失,由雄蕊代替,是由于控制变异株花器官发育的 B 功能区发生了改变,引起花器官异常。该突变株是研究花发育基因的极好材料,通过该材料可以发现更多的花发育相关基因,揭示花的起源与进化,为遗传操作改变花的发育过程奠定基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2010 年在河北省沧州市 1 个梨园中进行。供试材料为 1 株能稳定遗传的花器官变异鸭梨及同一梨园中普通鸭梨树若干株。变异鸭梨和普通鸭梨均为树龄 20 a 的同一批种苗。

1.2 试验方法

1.2.1 花芽发育进程的观察 梨树萌芽期开始每天到梨园观察变异鸭梨和普通鸭梨,并用相机拍摄记录。一直观察到落花期结束为止。花序分离期随机调查花芽 30 个,记录每个花序的花蕾数目和花序类型。

1.2.2 花器官的形态观察 始花期选择树冠外围健壮的花枝,随机选取 30 朵当日盛开的花,观察花瓣相对位

置、花瓣形状、花瓣数量、花柱和花药的相对位置、雌蕊数量、雄蕊数量,并测量花药纵横径、花柱长度、花丝长度、花柄长度。

1.2.3 花粉萌发情况观察 采用花粉离体萌发法测定花粉生活力。将收集的花粉用细纱布轻轻接种于固体培养基(20 g/L 蔗糖、0.8 g/L 琼脂)表面,在 28℃光照培养箱中培养 4 h,体式显微镜下观察花粉的萌发,统计花粉萌发率。每个品种观察 3 个视野,每视野花粉 20 粒以上,统计萌发率。花粉萌发率(%)=发芽花粉数/总花粉数×100。

2 结果与分析

2.1 花芽发育进程的形态观察

由图 1 可以看到,从花芽萌芽期至花序分离期,因为萼片包被,在外部形态上观察不到变异鸭梨与普通鸭梨在形态、花芽分化时期和花芽大小上的区别(图1-1、1-9)。从花蕾期开始变异鸭梨与普通鸭梨在外部形态上出现了区别,变异鸭梨现出了粉红色的花药(图 1-2),普通鸭梨花蕾期出现白色荷包状花瓣(图 1-10、1-11)。花蕾中后期便可看到变异鸭梨花萼顶部开始分离,花柱开始突出,花药开始明显露出,很少观察到花瓣(图 1-3)。始花期以后可以更加明显看到二者的区别,变异鸭梨的花多数没有花瓣(图 1-6),少数有花瓣者,其花瓣形状也不规则(图 1-7),或花瓣上附有花药(图 1-8);普通鸭梨有白色明显的 5 片卵圆形花瓣(图 1-12)。变异鸭梨的最外层雄蕊花丝粗且花药明显较内部花药大(图 1-4、1-5、1-6)。

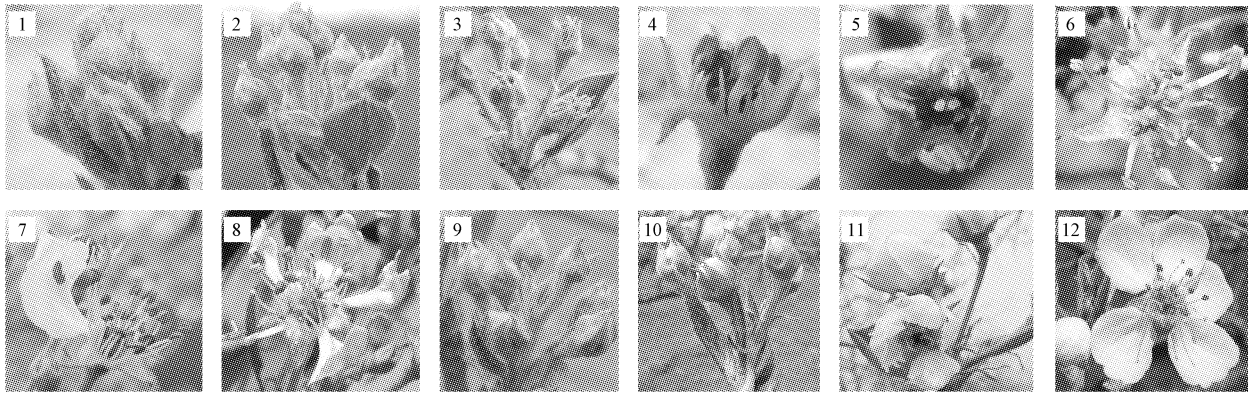


图 1 变异鸭梨和普通鸭梨花部形态特征

注:1~8 变异鸭梨花序(现蕾期~开花期); 9~12 普通鸭梨花序(现蕾期~开花期)。

Fig. 1 Floral morphological characters of mutation and normal pears

Note: 1~8 inflorescence of mutation Yali pear (squaring period~flowering stage); 9~12 Floral morphological characters of normal pears (squaring period~flowering stage).

表 1

变异鸭梨和普通鸭梨花部形态观察

Table 1

Floral morphology observation of mutation and normal pears

品种	花萼数	花瓣数	雄蕊数	雌蕊数	心皮	种子	单花序花蕾数
Varieties	No. of calyx	No. of petal	No. of stamen	No. of pistil	Carpel	Seed	Flower bud per inflorescence
变异鸭梨	5.00±0.00 aA	0.80±0.17 bB	24.30±1.39 aA	5.00±0.00 aA	5.00±0.00 aA	10.00±0.00 aA	8.43±1.14 aA
普通鸭梨	5.00±0.00 aA	5.07±0.25 aA	20.00±0.89 bB	5.00±0.00 aA	5.00±0.00 aA	10.00±0.00 aA	8.77±0.77 aA

由表 1 可知,芽变鸭梨和普通鸭梨在单花序花蕾数、花萼数、雌蕊数、心皮和种子上没有区别,最明显的差别在于变异鸭梨的花多数没有花瓣,花瓣数仅为 0.80,花药数为 24.30,二者之和为 25.10。普通鸭梨花瓣数 5.07,花药数 20.00,二者之和为 25.07。变异鸭梨和普通鸭梨的花均为伞房花序,两性花,成熟花药紫红

色,花柱分离,5 个,子房下位,5 室,每室有胚珠 2 个;多数花的花柱高于花药,少数与花药等高;花瓣离生。

由表 2 可知,除变异鸭梨最外层花药外,其余花药的大小与普通鸭梨的区别不大;变异鸭梨的花柱与花丝较普通鸭梨短且达到 0.01 的显著水平。

表 2

芽变鸭梨和普通鸭梨花部形态特征

Table 2

Floral characters of mutation and normal pears

品种 Varieties	花瓣形状 Shape of petal	花瓣相对位置 Relative position of petal	花柱相对位置 Relative position of style	花柄长 Length of flower stalk /cm	花柱长 Length of style /cm	花丝长 Length of filament/cm	花药纵径横径 Vertical and transverse diameter of anther/mm×mm
变异鸭梨	不规则	离生	多数高于,少数等于	4.39±0.63 aA	0.89±0.09 bB	0.67±0.09 bB	(1.89±0.12)×(1.55±0.09)aA
普通鸭梨	卵圆形	离生	多数高于,少数等于	4.66±0.54 aA	0.96±0.09 aA	0.82±0.11 aA	(1.87±0.09)×(1.56±0.09)aA

注:所取花药为第 1、2 层花药。

Note: The anthers are the first and the second layers.

2.2 花药着生位置观察

由图 2 可知,变异鸭梨的雄蕊从花丝基部看由内向外分 3 个层次:第 1 层为每 1 萼片基部中线上的 5 枚和 2 个萼片中间内侧的 5 枚,计 10 枚;第 2 层为每 1 萼片基部靠两边的 2 枚,计 10 枚;第 3 层为 2 个萼片中间外侧的 5 枚,计 5 枚。而普通鸭梨只有 2 个层次,即变异鸭梨的第 1 层和第 2 层,而在相当于变异鸭梨的第 3 层的位置生长的是花瓣。变异鸭梨第 3 层的 5 枚花药较 1、2 层花药体积大,且形态不规则。

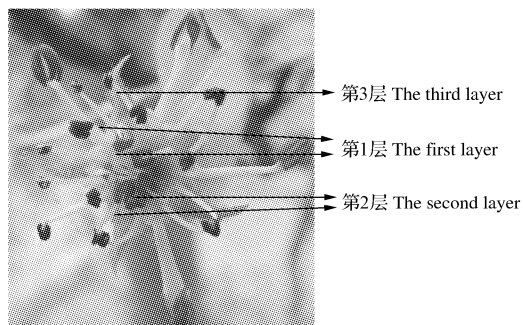


图 2 芽变鸭梨花部形态

Fig. 2 Floral morphology of bud mutation pear

变异鸭梨与普通鸭梨在花程式上的差异:变异鸭梨花程式: $k(5), C_x, A_{\infty}, G(5:5:2)$;普通鸭梨花程式: $* , k(5), C_5, A_{\infty}, G(5:5:2)$ 。

2.3 花粉萌发情况

由表 3 可以看出,不管是变异鸭梨还是普通鸭梨,其花的花粉萌发率均比花蕾的花粉萌发率高,这是因为其花粉发育更好更成熟。变异鸭梨花及花蕾第 3 层的花粉萌发率比其余 2 层的花粉萌发率高,可能是因为第 3 层花药更大,营养物质更丰富,在最外层发育比较好的原因。但同时第 3 层花药还存在着药囊比较空,花药不规整的情况,其对花粉的影响还需进一步研究。

表 3

花粉发芽率比较

Table 3 Comparison of pollen germination rate

	花 Flower	花蕾 Flower bud
普通鸭梨/%	24.21±0.61 cC	11.74±0.46 aA
变异鸭梨(第 1、2 层花药)/%	29.32±2.02 bB	4.68±0.39 bB
变异鸭梨(第 3 层花药)/%	37.24±0.92 aA	12.42±0.49 aA

变异鸭梨比普通鸭梨的花粉萌发率高,可能原因一是变异鸭梨无花瓣或花瓣不规则,当此种鸭梨进入花蕾期时,既可以看见花药,花蕾期后期萼片渐渐张开,花柱首先突出,花药也明显露出;而普通鸭梨在花蕾期和花蕾期后期只能看见荷包状的花瓣,荷包渐渐变大,只有在开花时花柱和花药才开始露出。因此,在物候期相同或相近的情况下,变异鸭梨的花药接受了更多的风吹日晒,散粉早,花粉成熟度也高;二是变异鸭梨因为无花瓣或者少花瓣,只能凭借花粉颜色和萼片开裂情况来界定花期,因此在花期界定上容易产生误差,给取样带来困扰。

3 讨论与结论

在花发育的分子遗传学研究中,同源异型突变已成为植物发育遗传学研究的模式系统,同源异型突变体通常引起器官的错位发育。彭伟秀等^[9]在文冠果中发现 1 株不具雄蕊和雌蕊的同源异型自然突变株,伍晓明等^[10]也发现在与菜用油菜无花瓣突变体中有花瓣转变成雄蕊的现象,推测菜用油菜花瓣缺失突变可能与花器官同源异型基因突变有关。1994 年 Lehmann 等^[11]通过对花发育的研究证明,毛茛科花瓣和雄蕊数目的变化实际上是同源异型变化的结果。另外在姜目^[12]、柳叶菜科^[13]和天南星科^[14]等类群中也证实存在由于自然发生的同源异型突变引起的花结构的变化。

该试验通过对 1 株能稳定遗传的花器官变异鸭梨进行观察和试验分析,指出该变异鸭梨之所以表现出花瓣完全或部分缺失是因为花瓣由雄蕊代替,且对应的雄蕊花丝粗、花药大、花粉萌发率高;部分特化的花瓣上着

生有花药,该花药存在药囊比较空,花药不规整的情况。根据 Coen 等^[8]提出控制花形态发生的 ABC 模型推断这一花器官自然变异的突变株可能是梨的同源异型突变株,是由于控制变异株花器官发育的 B 功能区发生了改变引起花器官异常。

由于简单的同源异型突变可以产生形态上大的变化,因此同源异型突变在被子植物花的演变中起着重要作用。不仅可以为花发育的遗传学机制的研究提供材料,发现更多的花发育相关基因,还能够揭示出花的起源与进化,为遗传操作改变花的发育过程奠定基础。在农业领域,花发育的基础研究具有广阔的应用前景,如调节花期、丰富花型、改变花色、创造无果实的植物、创造雄性不育系等。

对该变异鸭梨的观察还发现一个有趣的现象,花蕾期调查时大多数花芽的花瓣极少,萼片直接包裹着红色的花药,然而进入开花期以后带有花瓣的花芽比例明显增多,这是由于花瓣发育加快还是其它原因有待进一步研究。

参考文献

- [1] 袁德义,张琳,段经华,等. 梨树生殖生物学研究进展[J]. 经济林研究,2007,25(3):73-80.
- [2] 申连长,马晓娣,王彦敏,等. 鸭梨芽变新品系-光鸭梨[J]. 河北果树,2005(3):19.
- [3] 王彦敏,马晓娣,申连长,等. 鸭梨芽变优系主要器官性状研究[J]. 北方园艺,2009(8):64-67.
- [4] 冯月秀,李从玺,王琨. 极早熟梨-六月酥[J]. 西北园艺,2001(5):35.
- [5] 鲍玉院,边秀然,王冬毅,等. 梨黑星病免疫新品种金玉梨的选育[J]. 中国果树,2005(4):4-6.
- [6] 冯月秀,王琨,徐凌飞,等. 中晚熟抗黑星病梨新品种-秋水梨[J]. 园艺学报,2000,27(5):385-386.
- [7] 高玉江,候佳贤,崔龙,等. 梨免疏花疏果新种质-单花香水梨[C]. 中国园艺学会第七届青年学术讨论会论文集,2006:748-751.
- [8] Coen E S, Meyerowitz E M. The war of the whorls: Genetic interactions controlling flower development[J]. Nature, 1991, 353(6339): 31-37.
- [9] 彭伟秀,李凤兰,王保柱. 文冠果同源异性变异株的发现[J]. 北京林业大学学报,1999,21(5):92-95.
- [10] 伍晓明,王汉中,郑普英,等. 菜型无花瓣油菜突变体的花器官形态特征[J]. 中国油料作物学报,2001,23(2):68-72.
- [11] Lehmann N L, Sattler R. Floral development and homeosis in *Actaea rubra* (Ranunculaceae)[J]. International Journal of Plant Science, 1994, 155: 658-671.
- [12] Kirchoff B K. Homeosis in the flowers of the Zingiberales[J]. American Journal of Botany, 1991, 78: 833-837.
- [13] Smith-Huerta N L. A comparison of floral development in wild type and a homeotic sepaloid petal mutant of *Clarkia tembloriensis* (Onagraceae)[J]. Am J Bot, 1992, 79: 1423-1430.
- [14] Lehmann N L, Sattler R. Irregular floral development in *Calla palustris* (Araceae) and the concept of homeosis[J]. Amer J Bot, 1992, 79(10): 1145-1157.

Analysis of Flower Organ in a Homeotic Floral Yali Pear

LIU Yan-tao¹, YANG Ya-li², XI Guo-cheng², FENG Xiao-jie³, WANG Qing-lei³, LIU Chun-qin³

(1. Cangzhou Vocational College of Technology, Cangzhou, Hebei 061001; 2. Institute of Transfusion Medicine, Nanning Blood Center, Nanning, Guangxi 530003; 3. Cangzhou Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Cangzhou, Hebei 061001)

Abstract: Taking twenty years old pear of floral organ mutation with genetic stability as materials, the bud growth, pollen germination rate and external morphological were analyzed. The results showed that the mutant strain of flower development and normal development of the most obvious difference were the flower petals with complete or partial deletion of a corresponding increase in the corresponding position of the stamen filaments; anthers of petals corresponding location were large; pollen germination rate was high; the partial specialization petals on the hygiene of anther. According to the experimental results, concluded that the mutant was pear floral homeotic mutant strains, the control of floral organ development B function area produced mutations were the cause of flower organ abnormality. It was possible that the mutant strains provided the further understanding of the internal control mechanism and flower development mechanism of flower development.

Key words: Yali pear; homeotic floral organ; flower petal; stamen