

黑籽南瓜种间杂交研究

马海龙, 智海英, 岳青
(山西省农业科学院园艺研究所, 太原 030031)

摘要: 通过调整播期克服了南瓜属种间花期不遇的问题, 以美洲南瓜、中国南瓜、印度南瓜 3 个种共 12 个材料与黑籽南瓜进行了种间杂交试验。黑籽南瓜为母本不结实, 以其他 3 个种为母本则均可结实。美洲南瓜×黑籽南瓜及印度南瓜×黑籽南瓜杂交获得的果实内均无种子。获得了 18 株中国南瓜×黑籽南瓜 F₁ 植株。种间杂种 F₁ 植株雄蕊退化, 以其作为母本以中国南瓜或黑籽南瓜为父本进行回交, 可结实但无种子。中国南瓜×黑籽南瓜 F₁ 形态为双亲中间型偏父本, 其抗病性、抗虫性不及父本黑籽南瓜而倾向于母本中国南瓜。

关键词: 黑籽南瓜; 美洲南瓜; 中国南瓜; 印度南瓜; 种间杂交

中图分类号: S642.1

文献标志码: A

论文编号: 2011-0283

Research of Distant Hybridization Between Fig-leaf Gourd (*Cucurbita ficifolia*) and Three Mainly Cultivated Species in *Cucurbita*

Ma Hailong, Zhi Haiying, Yue Qing

(Institute of Horticulture, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Taiyuan 030031)

Abstract: Asynchronous flowering period in different species of *Cucurbita* was overcome by the means of adjusting sowing time. The experiment of interspecific hybridization was done between 12 materials of three mainly cultivated species (*C. pepo*, *C. moschata* and *C. maxima*) and fig-leaf gourd (*C. ficifolia*). It was no fruit when the fig-leaf gourd act as female parent, and it was fruiting when the other three mainly cultivated species did. There were no seeds in the fruits when *C. pepo*×*C. ficifolia* and *C. maxima*×*C. ficifolia*. 18 F₁ plants of *C. moschata*×*C. ficifolia* were obtained. The stamens were degenerate in the plants of the interspecific hybrids F₁. It was fruiting but no seeds when the interspecific hybrids F₁ as female parent and backcrossing using *C. moschata* or the *C. ficifolia* as male parent. The plant morphology of F₁ of *C. moschata*×*C. ficifolia* was intermediate type of parents and had a tendency to the male parent. Disease resistance and insect resistance of the F₁ were worse than *C. ficifolia* of male parent and approached *C. moschata* of female parent.

Key words: *Cucurbita ficifolia* Bouché.; *C. pepo* L.; *C. moschata* Duch.; *C. maxima* Duch.; interspecific hybridization

0 引言

黑籽南瓜 (*Cucurbita ficifolia* Bouché., 2n=2x=40) 为多年生蔓生草本, 生长势强, 是典型的短日照作物。黑籽南瓜在抗寒、抗旱、抗病、抗贫瘠等多个方面比其他栽培种南瓜具有更强的抗性, 生产上常利用其对瓜类枯萎病及其根系对低地温的抗性, 用作嫁接黄瓜、西

瓜的砧木^[1]。黑籽南瓜中 STK 类抗病基因片段与来源于其他已知基因的相应序列同源性较低, 属于一个新的 STK 类 R-片段家族成员^[2]。通过对南瓜属种质资源 RAPD 遗传多态性聚类分析, 发现黑籽南瓜与其他 3 个南瓜种的亲缘关系较远, 黑籽南瓜种内材料间遗传变异幅度较小^[3]。

基金项目: 山西省科技攻关项目“优质抗病西葫芦新品种选育”(2006031031-2); 山西省农业科学院青年基金项目“美洲南瓜抗病性改良和 RAPD 标记分析”(YQN0606); 山西省农业科学院青年基金项目“西葫芦种质创新途径与技术的研究”(YQN0508)。

第一作者简介: 马海龙, 男, 1976 年出生, 山西太原人, 助理研究员, 主要从事南瓜育种及南瓜属种质资源研究。通信地址: 030031 太原市许坦东街 21 号 山西省农业科学院园艺研究所, E-mail: mahl76@163.com。

收稿日期: 2011-01-28, **修回日期:** 2011-03-18。

南瓜属作物的种间杂交后代杂种优势强^[4],种间有性杂交可为选育南瓜属抗病新品种创造抗性种质资源材料^[5]。黑籽南瓜在中国南瓜属4个栽培种中最接近野生种,综合抗性最强,但目前国内文献中未见以南瓜属抗性种质资源创新为育种目的的黑籽南瓜远缘杂交研究报道。若能利用种间有性杂交手段将黑籽南瓜的抗病、抗虫、抗逆等抗性基因转育到美洲南瓜(*C. pepo* L.)、中国南瓜(*C. moschata* Duch.)或印度南瓜(*C. maxima* Duch.)中,就可以创造出抗性得到改良的南瓜属新型种质资源材料。

以南瓜属抗性基因的种间转育为研究目的,选取黑籽南瓜与南瓜属其他3个主要栽培种的12个材料,进行了人工授粉远缘杂交试验,研究了黑籽南瓜远缘杂交亲和性及杂种遗传规律,以期对南瓜属抗性基因的挖掘利用及抗性种质资源创新提供新的途径。

1 材料与方法

1.1 材料

供试材料为南瓜属4个种的13个自交系(表1),均来自山西省农业科学院园艺研究所。

表1 南瓜属4个种13个材料及其形态特征

编号	材料名称	种	主要形态特征	果实形态
H	云南黑籽南瓜	黑籽南瓜 <i>C. ficifolia</i> Bouché	蔓生,多年生、分枝多、生长势强,叶面有浅绿斑	椭圆形
M1	阿尔及利亚花叶西葫芦	美洲南瓜 <i>C. pepo</i>	矮生,叶面密生白斑	筒形
M2	毛叶西葫芦	美洲南瓜 <i>C. pepo</i>	矮生,叶面有较多茸毛	筒形
M3	黑皮早南瓜	美洲南瓜 <i>C. pepo</i>	矮生,叶面绿色	球形
M4	白皮飞碟瓜	美洲南瓜 <i>C. pepo</i>	矮生,叶面绿色	碟形
M5	鸳鸯梨玩具南瓜	美洲南瓜 <i>C. pepo</i>	蔓生,叶面有白斑,生长势弱,茎叶具硬刺	梨形
Z1	狗腿南瓜	中国南瓜 <i>C. moschata</i>	蔓生,叶面有白斑	葫芦形
Z2	太谷小南瓜	中国南瓜 <i>C. moschata</i>	蔓生,叶面有白斑,生长势弱	扁球形,瓣状
Z3	日本极早生南瓜	中国南瓜 <i>C. moschata</i>	蔓生,叶面有白斑	筒形
Z4	唐朝南瓜	中国南瓜 <i>C. moschata</i>	蔓生,叶面有白斑	扁球形,瓣状
Y1	P1	印度南瓜 <i>C. maxima</i>	蔓生,叶面绿色	短纺锤形
Y2	红栗南瓜	印度南瓜 <i>C. maxima</i>	蔓生,叶面绿色	球形
Y3	谢花面	印度南瓜 <i>C. maxima</i>	蔓生,叶面绿色	扁球形

1.2 方法

试验在山西省农业科学院园艺研究所试验基地(太原)日光温室进行,黑籽南瓜(H)于2009年1月10日播种育苗,苗龄45天定植;印度南瓜(Y1、Y2、Y3)及晚熟中国南瓜(Z1、Z4)于1月25日播种育苗,苗龄30天定植;美洲南瓜(M1—M5)及早熟中国南瓜(Z2、Z3)于2月20日直播。花期防虫网隔离、人工杂交授粉,授粉后挂牌,标记父本及母本材料名称及授粉日期,果实充分成熟后调查杂交果实内种子发育情况。

中国南瓜×黑籽南瓜F₁育苗基质为细草炭,果实内发芽的种子于2009年9月26日播种,果实内未发芽的种子晾干后于2010年1月5日播种,苗龄45天定植于日光温室;其他材料播期适当推后。适期调查种间杂种F₁及其亲本的形态及生长发育状况,花期人工授粉。采用田间自然感病(虫)的方法进行抗性比较研究。

2 结果与分析

2.1 黑籽南瓜与南瓜属3个种种间杂交亲和性试验

通过提前育苗调整播期,使得短日照作物黑籽南

瓜与南瓜属其他材料同期开花,克服了种间杂交花期不遇的障碍。黑籽南瓜与南瓜属3个种进行种间远缘杂交,不同种间、不同材料间以及正反交之间亲和性差异明显(表2)。

以黑籽南瓜为母本,美洲南瓜、中国南瓜及印度南瓜的12个材料分别为父本,共授粉149朵,坐果率为0,同期黑籽南瓜自交坐果率为82.61%(坐果19/授粉23)。

以黑籽南瓜为父本,南瓜属3个种12个材料分别为母本,杂交可以结实。美洲南瓜为母本的5个材料中3个材料可坐果,共计获得果实21个,果实成熟后,果实内均无种子且无种胚残留。以印度南瓜为母本的3个材料中1个材料可坐果,获得果实1个,成熟果实中也无种子及种胚残留。以中国南瓜为母本的4个材料中3个材料可坐果,共获得果实15个,依中国南瓜材料的不同,成熟杂交果实内的种子或种皮残留物发育程度也有所不同。

组合Z2(太谷小南瓜)×H(云南黑籽南瓜)获得了

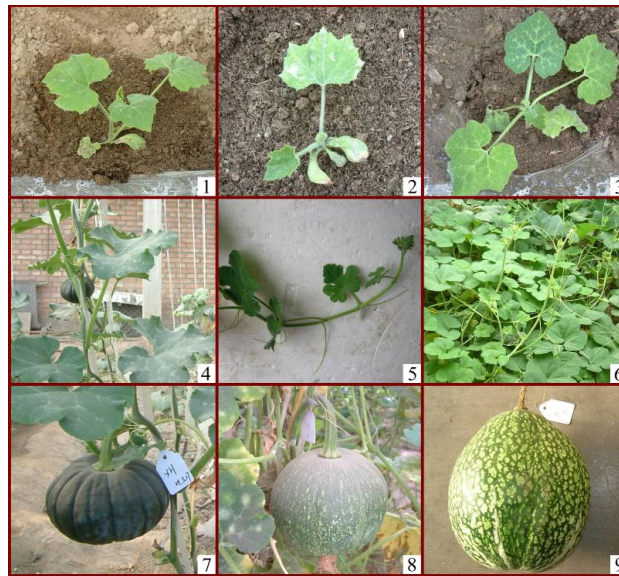
表2 黑籽南瓜与南瓜属3个种12个材料种间杂交亲和情况

交配方式	授粉雌花数	坐果数	坐果率/%	种胚发育状态	获得F ₁ 植株数	反交(坐果数/授粉果数)
M1×H	14	1	7.14	完全无种子	—	0/12
M2×H	11	0	0	—	—	0/9
M3×H	17	8	47.06	完全无种子	—	0/10
M4×H	16	0	0	—	—	0/20
M5×H	22	12	54.55	完全无种子	—	0/15
Z1×H	11	3	27.27	有白色种皮残留、无种胚	—	0/14
Z2×H	13	7	53.85	种皮成熟、种胚发育、部分种子在果实内发芽	18	0/10
Z3×H	9	5	55.56	种皮成熟、有残留种胚	0	0/12
Z4×H	9	0	0	—	—	0/15
Y1×H	7	1	14.29	完全无种子	—	0/11
Y2×H	9	0	0	—	—	0/7
Y3×H	12	0	0	—	—	0/14

发育较好的种间杂交F₁种子,部分种子已在果实内发芽。当年秋季将在果实内已发芽种子播种到营养钵细草炭基质中,获得了定植成活的植株6株;未发芽种子晾干后于次年早春播种育苗,获得定植成活的植株12株。

2.2 中国南瓜×黑籽南瓜F₁植株的生物学特性

中国南瓜×黑籽南瓜F₁植株形态总体为双亲中间型偏父本黑籽南瓜(图1:1~6;表3)。F₁植株蔓生,蔓长介于双亲;生长势强、分枝性强,接近父本黑籽南瓜;叶片形状为双亲中间型,叶面颜色更偏向于父本黑籽



1. Z2幼苗;2. Z2×H F₁幼苗;3. H幼苗;4. Z2植株;5. Z2×H F₁植株;6. H植株;7. Z2果实;8. Z2×H F₁果实;9. H果实

图1 中国南瓜Z2×黑籽南瓜H双亲及F₁形态比较

表3 中国南瓜×黑籽南瓜F₁与双亲植株形态对比

材料	株态	蔓长/m	生长势	分枝性	叶形	叶色	叶面斑点	卷须
Z2×H F ₁	蔓生	5~8	强	强	掌状中裂(冬季浅裂)	草绿	浅绿色(冬季无)	多为3叉
Z2	蔓生	1.5~2	弱	弱	掌状浅裂	灰绿	白色(冬季无)	4~5叉
H	蔓生	10~20	强	强	掌状深裂(冬季浅裂)	草绿	浅绿色(冬季无)	多为3叉

南瓜;卷须形态接近于父本黑籽南瓜。

2.3 中国南瓜×黑籽南瓜F₁花及果实的生物学特性

中国南瓜与黑籽南瓜的花器形态相似,及杂交F₁

的花器也与双亲相似。中国南瓜×黑籽南瓜F₁果实的形状、颜色、质地等特征均更接近于父本黑籽南瓜,唯单果质量更近似于母本中国南瓜(图1:7~9;表4)。

表4 中国南瓜×黑籽南瓜F₁与双亲花及果实形态对比

材料	花瓣	萼片	果柄	果实形态	果形指数	单果质量/kg	果皮质地	果皮颜色	果肉颜色	瓢色	种皮颜色
Z2×H F ₁	钟状深裂	针状	细长、顶端略膨大	短椭圆形	1.04	0.46	较韧	灰绿底绿网纹、局部泛黄	纯白	纯白	—
Z2	钟状深裂	针状或小叶状	较粗、顶端膨大明显	扁球形瓣状	0.75	0.33	纸质	黄褐	浅黄	浅黄	浅黄褐色
H	钟状深裂	针状、较短	细长、顶端略膨大	椭圆形	1.21	2.24	坚韧	白底绿网纹	纯白	纯白	黑色

2.4 中国南瓜×黑籽南瓜F₁稔性

中国南瓜×黑籽南瓜F₁植株的雄花发育存在障碍,仅在早期产生少量雄花花蕾,花蕾在发育过程中多数萎黄干枯,在18株F₁植株中仅开放雄花3朵且雄蕊均完全退化,植株生长中后期无雄花花蕾产生。中国南瓜×黑籽南瓜种间杂种F₁植株雌花形态发育正常,开花多,柱头发育充分,开放当日柱头有粘液分泌。因F₁无正常雄花,无法进行自交授粉。

以中国南瓜×黑籽南瓜F₁作为母本,以美洲南瓜4个材料(M1, M3, M4, M5)为父本,共授粉雌花19朵,坐果率均为0;以印度南瓜3个材料(Y1, Y2, Y3)为父本,共授粉雌花11朵,坐果率也均为0。

以中国南瓜×黑籽南瓜F₁为母本,以黑籽南瓜(H)为父本进行回交,授粉雌花7朵,获得果实1个;以中国南瓜为父本回交,3个材料各授粉雌花6朵,其中1个

材料(Z3)不结实,2个材料(Z1、Z2)各获得果实1个。回交获得的3个成熟果实的果腔内均无肉眼可见的种皮或种胚残留物。

2.5 中国南瓜×黑籽南瓜F₁的抗病性及抗逆性

中国南瓜×黑籽南瓜F₁的抗逆性总体表现不及父本黑籽南瓜而倾向于母本中国南瓜(表5)。试验期间中国南瓜、黑籽南瓜及其杂交F₁均未发生枯萎病;种间杂交F₁对病毒病的抗性比母本中国南瓜有所提高;对白粉病抗病力接近于同期播种的中国南瓜,秋播越冬栽培的白粉病发生严重。中国南瓜×黑籽南瓜F₁对粉虱及蚜虫的抗性与同期播种的中国南瓜相近似,秋播越冬的则发生严重。F₁及中国南瓜在后期(250~300天)茎叶枯黄、全株枯死,黑籽南瓜仍能保持正常生长状态,推测种间杂种F₁的耐寒性或植株寿命均更接近于母本中国南瓜。

表5 中国南瓜×黑籽南瓜F₁与双亲病虫害发生情况对比

播种日期(年-月-日)	材料	枯萎病	病毒病	白粉病	粉虱	蚜虫
2009-9-26	Z2×H F ₁	无	轻	重	重	重
	Z2	无	轻	重	重	重
	H	无	无	轻微	轻	中
2010-1-5	Z2×H F ₁	无	无	轻	无	轻
	Z2	无	轻	轻	无	轻
	H	无	无	无	无	无

3 结论与讨论

前人关于南瓜属作物种间远缘杂交的研究主要集中在美洲南瓜、中国南瓜及印度南瓜这3个种之内^[5-8],以黑籽南瓜与美洲南瓜、中国南瓜及印度南瓜进行种间远缘杂交并获得杂交一代的研究鲜见报道。本试验成功获得了中国南瓜×黑籽南瓜种间杂交种子并获得杂种植株,说明通过杂交材料的选择选配完全可以获得黑籽南瓜与南瓜属其他栽培种间的有性杂交后代。

进一步扩大参与杂交的亲本材料试配,结合染色体加倍及种胚挽救培养,有望获得可育的黑籽南瓜远缘杂交后代。

本次试验结果表明,黑籽南瓜与南瓜属3个种(美洲南瓜、中国南瓜、印度南瓜)进行种间远缘杂交,正反交之间、不同材料之间,杂交亲和性差异明显。此现象与前人进行过的美洲南瓜、中国南瓜及印度南瓜3个种间两两杂交的亲和情况相似^[6-8]。

黑籽南瓜对多种病虫害及不良环境因子的抗性均强于南瓜属三大栽培种,本次试验中,中国南瓜×黑籽南瓜F₁植株对多种病虫害的抗性更倾向于母本中国南瓜而弱于综合抗性较强的父本黑籽南瓜。笔者推测:黑籽南瓜抗病、抗逆性状的跨种遗传可能由隐性单基因、隐性寡基因或由数量性状多基因控制,对种间杂种进行自交、回交,就能在种间杂种后代中筛选出抗性目标材料,对南瓜属作物的抗性遗传、抗性生理及抗性基因等方面的研究均有较大意义。笔者现已获得印度南瓜与中国南瓜、中国南瓜与美洲南瓜、印度南瓜与美洲南瓜间的种间杂交可育后代,如能设法获得黑籽南瓜与南瓜属其他栽培种之间可育的种间远缘杂交后代,则可促进南瓜属作物抗病、抗虫及抗逆育种取得突破性进展。

参考文献

- [1] 尹梅,杨明攀,陈善娜,等.黑籽南瓜的抗逆性初探[J].云南大学学报:自然科学版,2003,25(增刊):131-134.
- [2] 杨明攀,陈小兰,尹梅,等.黑籽南瓜中STK类抗病基因同源序列的克隆及序列分析[J].云南大学学报:自然科学版,2005,27(2):176-179.
- [3] 刘小俊,李跃建,赵云,等.中国黑籽南瓜种质资源遗传多态性分析[J].四川大学学报:自然科学版,2005,42(3):599-604.
- [4] 徐东辉,崔崇士,张耀伟.南瓜优势育种及遗传规律的研究进展[J].东北农业大学学报,2004,35(5):612-615.
- [5] 程永安,张恩惠,许忠民,等.南瓜优良种质资源创新研究初报[J].西北农业学报,2001,10(1):100-102.
- [6] 林德佩.南瓜植物的遗传基因及种间杂交[J].中国西瓜甜瓜,2000,3:41-44.
- [7] 智海英,马海龙,韩红艳,等.美洲南瓜远缘杂交亲和性研究[J].中国农学通报,2006,22(9):307-310.
- [8] 金桂英,魏文雄,陈静瑶,等.南瓜属种间有性杂交研究初报[J].福建农业学报,1999,14(增刊):97-101.