

雄性不育胡萝卜遗传特性及主要经济性状遗传规律的研究

陈源闽, 王 勇, 张艳萍, 王 永, 李敬起, 廉 勇, 赵 彦, 张颖力

(内蒙古农科院蔬菜研究所, 内蒙古 呼和浩特 010031)

摘要: 胡萝卜雄性不育性遗传类型表现有两种, 即细胞质不育型和核质互作不育型。瓣化型雄性不育为细胞质不育型, 是易于保持的不育类型, 而褐药型雄性不育属于核质互作不育型, 遗传复杂。根重、根粗性状在遗传中表现出较高的超中亲现象。

关键词: 胡萝卜; 雄性不育; 遗传

中图分类号: S631.2 文献标识码: A 文章编号: 1000- 7091(2005) 03- 0005- 05

Study on the Genetic Characters of Male Sterile and the Heredity of Principal Yield Traits in Carrot

CHEN Yuan min, WANG Yong, ZHANG Yan ping, WAN Yong,

LI Jing qi, LIAN Yong, ZHAO Yan, ZHANG Ying li

(Vegetable Institute, Inner Mongolia Academy of Agriculture, Hohhot 010031, China)

Abstract: The results of this study indicated that there were two types of heredity of male sterile in carrot, cytoplasmic and nuclear-cytoplasm interactive sterility. Petaloid male sterile was the type of CMS (cytoplasmic male sterile) , and the sterility is easy to maintain. Brown anther male sterile belonged to the nuclear-cytoplasm interactive type, and it is genetically complicated. Carrot root mass and diameter were superior to mean traits of parents in heredity.

Key words: Carrot; Male sterile; Heredity

我国胡萝卜育种研究远落后于发达国家^[1,2], 虽然内蒙古农科院蔬菜研究所 1997 年首次在国内利用胡萝卜雄性不育系育成了国产胡萝卜杂交种^[3], 而且近几年, 在国内也陆续有一些科研单位育成胡萝卜杂交种的报道^[4,5], 但围绕胡萝卜雄性不育的相关基础理论研究尚十分滞后, 报道甚少^[6,7], 很大程度上影响到新品种的选育速度。针对这一问题, 我们在利用雄性不育技术培育国产胡萝卜新杂交种的同时, 开展了雄性不育胡萝卜主要经济性状遗传规律的研究, 并对胡萝卜雄性不育性的遗传特性及稳定性进行了进一步研究。

1 材料和方法

1.1 材料

试验选用了测交组合 20 个, 回交组合 2 个, 杂交组合 2 个, 瓣化型不育系 2 个, 以及用 5 个瓣化型不育系与 3 个优良父本自交系组配的 15 个 F₁ 组合。

1.2 试验方法

对测交、回交组合在开花期观察育性表现, 并统计不育株数, 计算不育株率。为了对不育性的稳定性进行鉴定, 分别在 3 个不同纬度的地区(江苏沛县、呼和浩特地区、黑龙江嫩江地区), 每个点选用相

收稿日期: 2004- 09- 09

基金项目: 内蒙古自治区科技厅“十五”科技攻关项目(20010203)

作者简介: 陈源闽(1961-), 女, 福建晋江人, 硕士, 研究员, 主要从事蔬菜育种方面的研究方面的工作。

同的 2 份瓣化型雄性不育系定植, 每份 120 株, 花期观察育性表现。

选用 5 个瓣化型雄性不育系、3 个优良父本自交系, 进行 3 × 5 不完全双列杂交^[8], 配成 15 个 F₁ 组合。试验采用随机区组设计, 3 次重复, 条播, 4 行区, 小区面积 5 m²。收获后每小区选取具有典型性状的胡萝卜肉质根 20 根考种, 观测项目有: 小区产量、根长、根粗、根重、髓粗。分别计算各组合各性状的超亲优势和超高亲优势、亲本一般配合力效应值和组合特殊配合力效应值, 根据试验统计结果进行性状遗传分析。试验所得数据应用 SAS 和 EXCEL

进行统计处理。

2 结果与分析

2.1 雄性不育遗传特性及稳定性

2.1.1 不育性表现 瓣化型雄性不育系 PA02, PA03, PA04 与 6 个父本自交系测交, 子代不育株率均达到 100%, 其中 PA04 的两个组合与父本自交系回交到第 3 代, 仍保持 100% 不育株率, 表明这 3 个雄性不育系不育性受细胞质基因影响, 不育性易于保持。

表 1 雄性不育在后代中的表现

Tab. 1 Performance of male sterile line progeny

组合名称 Cross combination	总株数 Total	不育株数 No. of male sterile	不育株率(%) Rate of male sterile plants	组合名称 Cross combination	总株数 Tatal	不育株数 No. of male sterile	不育株率(%) Rate of male sterile plants
PA 02 × C9401	68	68	100.0	PA 04 × C9403	113	113	100.0
PA 02 × C9403	120	120	100.0	PA 04 × C9601	64	64	100.0
PA 02 × C9701	30	30	100.0	PA 04 × C9701	41	41	100.0
PA 03 × C9401	65	65	100.0	PA 04 × C9505	56	56	100.0
PA 03 × C9402	115	115	100.0	(PA 04 × C9403) BC ₃	17	17	100.0
PA 03 × C9403	79	79	100.0	(PA 04 × C9701) BC ₃	69	69	100.0
PA 03 × C9601	146	146	100.0	HA01 × C0103	28	24	85.7
PA 03 × C9701	72	72	100.0	HA02 × C0103	28	27	96.4
PA 03 × C9505	65	65	100.0	HA03 × C9401	65	63	97.0
PA 04 × C9401	147	147	100.0	HA03 × C9005	15	13	86.7
PA 04 × C9402	22	22	100.0	HA04 × C9401	54	11	79.6

褐药型雄性不育系 HA01~ HA04 分别与 3 个父本系测交, 子代出现不同程度(幅度为 79.6% ~ 97.0%)的可育植株, 表明这 4 个雄性不育系不育性除受细胞质基因作用外, 还有核基因的参与(表 1)。

2.1.2 不育性的稳定性 通过在不同纬度地区的种植观察, 2 份不育系不育株率均达到 100% (表 2), 表明瓣化型雄性不育系不育性不会受不同地区气温或其他气象因素的影响, 不育性表现稳定。

2.2 主要性状的遗传

2.2.1 胡萝卜根重的遗传

表 2 江苏、呼和浩特、黑龙江 3 点不育系育性鉴定

Tab. 2 Identification of male sterility at three sites

地 点 Places	不育系 Male sterile lines	总株数 Total	不育株数 No. of male sterile	不育株率(%) Rate of male sterile plants
江 苏	PA15	80	80	100
Jiangsu	PA16	75	75	100
呼和浩特市	PA15	72	72	100
Huhhot	PA16	81	81	100
黑龙江	PA15	75	75	100
Heilongjiang	PA16	88	88	100

表 3 胡萝卜根重的遗传

Tab. 3 Heredity of carrot root weight

组 合 Cross combination	亲本根重(g) Root weight of parents	亲中值(g) The mean of parents	双亲根重差(g) Root weight margin of parents	子代均根重(g) Average root weight of progeny	超中亲优势(%) Heterosis over the mean of parents	超高亲优势(%) Heterosis over high parents	特殊配合力 Specific combining ability
PA1 × C1	318.47 × 283.13	300.80	35.4	271.50	- 9.74	- 14.75	20.28
PA1 × C2	318.47 × 237.73	278.10	80.8	284.37	2.25	- 10.71	- 46.10
PA1 × C3	318.47 × 291.27	304.87	27.2	305.17	0.10	- 4.18	25.82
PA2 × C1	269.00 × 283.13	276.07	14.1	267.53	- 3.09	- 5.51	6.20
PA2 × C2	269.00 × 237.73	253.37	31.3	288.23	13.76	7.15	7.66
PA2 × C3	269.00 × 291.27	280.13	22.3	275.60	- 1.62	- 5.38	- 13.86
PA3 × C1	281.70 × 283.13	282.42	1.4	253.63	- 10.19	- 10.42	- 8.37
PA3 × C2	281.70 × 237.73	259.72	44.0	300.33	15.64	6.61	19.09

续表

组 合 Cross combination	亲本根重(g) Root weight of parents	亲中值(g) The mean of parents	双亲根重差(g) Root weight margin of parents	子代均根重(g) Average root weight of progeny	超中亲优势(%) Heterosis over the mean of parents	超高亲优势(%) Heterosis over high parents	特殊配合力 Specific combining ability
PA3× C3	281.70× 291.27	286.48	9.6	279.40	- 2.47	- 4.07	- 10.73
PA4× C1	260.47× 283.13	271.80	22.6	276.80	1.84	- 2.24	3.34
PA4× C2	260.47× 237.73	249.10	22.8	280.47	12.59	7.68	- 4.23
PA4× C3	260.47× 291.27	275.87	30.8	294.47	6.74	1.10	0.88
PA5× C1	283.37× 283.13	283.25	0.3	260.23	- 8.13	- 8.16	- 12.83
PA5× C2	283.37× 237.73	260.55	45.7	300.40	15.29	6.01	8.09
PA5× C3	283.37× 291.27	287.32	7.9	305.93	6.48	5.04	4.74

子代根重的遗传趋势是超中亲值, 杂种优势率为 60%, 其中 40% 的组合出现超高亲现象(表 3)。

由表 4 可知, 根重一般配合力较高的双亲杂交, 其子代一般表现较强的超中亲、超高亲优势(PA4× C2, PA4× C3, PA5× C2, PA5× C3,) , 若双亲中有一个亲本表现一般配合力较高, 其子代大多表现较强的杂种优势(如 PA1× C2, PA2× C2 等)。根重的遗传表现与组合的特殊配合力似乎无规律可循。

双亲根重相差较大时, 其子代的杂种优势大多表现较强(如 PA3× C2, PA5× C2); 双亲根重相差较小时, 其子代大多表现负向的杂种优势(如 PA5× C1, PA3× C1)。但有一个组合(PA1× C1) 表现例外, 可能与其双亲的一般配合力不高(PA1 的 GCA 为- 11.57, C1 的 GCA 为- 15.79) 有关(表 4)。

另外, 产生超高亲现象的幅度是有限度的, 在双亲根重都很小的情况下, 其子代根重即使产生较高的超亲现象, 但与双亲根重较高的杂交组合子代相比, 仍表现较小(如 PA2× C2, PA4× C2)。因此, 培育根重大的胡萝卜品种, 应选择大根亲本, 同时还应注意一般配合力较高的亲本的选择。

表 4 亲本主要性状一般配合力效应值(GCA)

Tab. 4 GAC of main characters of parents

亲本 Parents		根重 Root weight	根长 Root length	根粗 Root thick	髓粗 Marrot thick
不育系 MS lines	PA1	- 11.57	- 0.17	- 0.11	- 1.54
	PA2	- 1.46	- 0.18	0.01	- 5.98
	PA3	- 0.80	- 0.03	- 0.19	- 1.54
	PA4	2.66	0.25	0.02	5.03
	PA5	10.27	- 0.06	0.21	2.35
自交系 Inbred lines	C1	- 15.79	0.57	- 0.04	- 2.05
	C2	3.45	0.18	- 0.03	2.47
	C3	12.34	0.39	0.07	- 0.42

2.2.2 胡萝卜根长的遗传 根长的遗传受父本的影响较母本大, 父本是长根型, 子代根长一般表现超过母本, 如组合 PA2× C3, PA3× C3 和 PA4× C3; 反之, 父本为短根型, 子代往往表现根长较短, 甚至低于父本, 且大多表现负向杂种优势(PA1× C1, PA2× C2)。但也有一些子代表现不符合上述规律, 如 PA1× C3, PA3× C2, PA4× C1, PA5× C2, PA4× C2, 这可能与其亲本组合的特殊配合力效应值大都表现较高有关(表 5)。

表 5 胡萝卜根长的遗传
Tab. 5 Heredity of carrot root length

组 合 Cross combinat ion	亲本根粗(cm) Root thick of parents	亲中值(cm) The mean of parents	子代均根粗(cm) Average root thick of progeny	超中亲优势(%) Heterosis over the mean of parents	超高亲优势(%) Heterosis over high parent	特殊配合力 Specific combining ability
PA1× C1	18.03× 17.07	17.55	16.40	- 6.55	- 9.06	- 0.06
PA1× C2	18.03× 16.33	17.18	16.47	- 4.15	- 8.67	- 0.74
PA1× C3	18.03× 17.67	17.85	18.23	2.13	1.09	0.80
PA2× C1	17.17× 17.07	17.12	16.67	- 2.61	- 2.89	0.22
PA2× C2	17.17× 16.33	16.75	17.13	2.27	- 0.21	- 0.07
PA2× C3	17.17× 17.67	17.42	17.27	- 0.84	- 2.25	- 0.15
PA3× C1	17.20× 17.07	17.13	16.60	- 3.11	- 3.49	0.00
PA3× C2	17.20× 16.33	16.77	17.53	4.55	1.92	0.17
PA3× C3	17.20× 17.67	17.43	17.40	- 0.19	- 1.51	- 0.17
PA4× C1	17.10× 17.07	17.08	17.23	0.86	0.76	0.35
PA4× C2	17.10× 16.33	16.72	17.47	4.51	2.16	- 0.17
PA4× C3	17.10× 17.67	17.38	17.67	1.65	3.33	- 0.18
PA5× C1	17.83× 17.07	17.45	16.17	- 7.34	- 9.33	- 0.40
PA5× C2	17.83× 16.33	17.08	17.83	4.37	- 0.02	0.51
PA5× C3	17.83× 17.67	17.75	17.43	- 1.80	- 2.26	- 0.11

2.2.3 胡萝卜根粗的遗传 根粗的遗传趋势多半是超过中亲值, 趋向根粗较大的亲本。双亲根粗都小, 组合子代易出现超高亲现象(PA2× C2, PA4× C2) (表 6)。

2.2.4 胡萝卜髓粗的遗传 由表 7 可知, 60% 以上的组合不表现超中亲优势。髓粗较大的组合易在特殊配合力较高的亲本组合中出现, 如 A4× C3, A5× C2。

表 6 胡萝卜根粗的遗传
Tab. 6 Heredity of carrot root thick

组 合 Cross combinat ion	亲本根粗(cm) Root thick of parents	亲中值(cm) The mean of parents	子代均根粗(cm) Average root thick of progeny	超中亲优势(%) Heterosis over the mean of parents	超高亲优势(%) Heterosis over high parent	特殊配合力 Specific combining ability
PA1× C1	5.83× 5.70	5.77	5.50	- 4.62	- 5.17	0.14
PA1× C2	5.83× 4.93	5.38	5.00	- 7.12	- 13.79	- 0.37
PA1× C3	5.83× 5.57	5.70	5.71	0.18	- 1.72	0.23
PA2× C1	5.30× 5.70	5.50	5.37	- 2.36	- 5.79	- 0.11
PA2× C2	5.30× 4.93	5.12	5.57	8.86	5.09	0.07
PA2× C3	5.30× 5.57	5.43	5.63	3.62	0.54	0.04
PA3× C1	5.60× 5.70	5.65	5.20	- 7.96	- 8.77	- 0.08
PA3× C2	5.60× 4.93	5.27	5.40	2.53	- 3.57	0.10
PA3× C3	5.60× 5.57	5.58	5.37	- 3.82	- 4.11	- 0.02
PA4× C1	5.17× 5.70	5.43	5.47	0.67	- 4.04	- 0.02
PA4× C2	5.17× 4.93	5.05	5.47	8.32	5.19	- 0.04
PA4× C3	5.17× 5.57	5.37	5.67	5.65	1.25	0.06
PA5× C1	5.47× 5.70	5.58	5.67	1.55	- 0.53	- 0.01
PA5× C2	5.47× 4.93	5.20	5.87	12.88	6.73	0.17
PA5× C3	5.47× 5.57	5.52	5.63	2.05	0.54	- 0.16

表 7 胡萝卜髓粗的遗传
Tab. 7 Heredity of carrot marrot thick

组 合 Cross combinat ion	亲本髓粗(cm) Marrot thick of parents	亲中值(cm) The mean of parents	子代均髓粗(cm) Average marrot thick of progeny	超中亲优势(%) Heterosis over the mean of parents	超高亲优势(%) Heterosis high parent	特殊配合力 Specific combining ability
PA1× C1	3.00× 2.97	2.98	2.67	- 10.61	- 11.11	0.10
PA1× C2	3.00× 2.73	2.87	2.43	- 15.12	- 18.89	- 0.32
PA1× C3	3.00× 2.80	2.90	2.90	0.00	- 3.33	0.22
PA2× C1	2.73× 2.97	2.85	2.90	1.75	- 2.25	0.13
PA2× C2	2.73× 2.73	2.73	3.00	9.76	1.12	0.05
PA2× C3	2.73× 2.80	2.77	2.70	- 2.41	- 3.57	- 0.18
PA3× C1	2.87× 2.97	2.92	2.43	- 16.57	- 17.98	- 0.10
PA3× C2	2.87× 2.73	2.80	2.83	1.19	- 11.11	0.12
PA3× C3	2.87× 2.80	2.83	2.63	- 7.06	- 18.89	- 0.02
PA4× C1	2.40× 2.97	2.68	2.53	- 5.59	- 1.16	- 0.15
PA4× C2	2.40× 2.73	2.57	2.73	6.49	- 8.14	- 0.13
PA4× C3	2.40× 2.80	2.60	3.07	17.95	- 14.61	0.28
PA5× C1	2.77× 2.97	2.87	2.67	- 6.98	0.00	- 0.07
PA5× C2	2.77× 2.73	2.75	3.13	13.94	9.52	0.20
PA5× C3	2.77× 2.80	2.78	2.73	- 1.80	- 10.11	- 0.13

3 结论与讨论

3.1 不育类型及遗传方式

目前在我们掌握的胡萝卜雄性不育材料中, 根据后代的雄性不育性表现可分成细胞质不育类型和核质互作不育类型。瓣化型雄性不育为细胞质不育型, 是易于保持的不育类型, 而褐药型雄性不育属于

核质互作不育型, 遗传复杂, 目前国外学者对其遗传性观点不一^[9- 14], 因此, 其遗传规律有待今后进一步研究。这两种不育类型的遗传方式与日本学者的观点吻合^[15, 16]。

3.2 关于不育性的稳定性

通过不同区域的不育性稳定性试验, 瓣化型雄性不育系不育性稳定, 不会受温度、日照等环境条件

的影响。这与 1988 年 Kaul “其不稳定性主要受高温的影响”和 1963 年 Hanschke 和 Gabelman、1968 年 Nieuwhof、1979 年 Michalik 经过多年的观察表明“其他因子如干燥条件、生长时间、长日照条件等对不育性的不稳定性也起很大作用^[17]”的结果不同。

3.3 关于性状的遗传和亲本的选择

胡萝卜双亲产量性状的优良与否对子代的影响很大。研究表明,根重、根粗性状在遗传中表现出较高比例的超中亲现象。因此在选配亲本时,应注意选择具有优良性状的双亲,尤其对父本材料,应选择与母本亲缘关系较远或差异较大的品种(或品系),这样子代才有可能出现比较理想的组合。

参考文献:

- [1] 相元萍. 胡萝卜雄性不育研究初报[J]. 中国蔬菜, 1990, (1): 23– 24.
- [2] 张凤芬. 瓣化型雄性不育胡萝卜的开发与利用[J]. 农牧产品开发, 1998, (6): 3.
- [3] 王 勇. 胡萝卜品种金红一号、金红二号选育[J]. 中国蔬菜, 1998, (1): 19– 21.
- [4] 梁 毅. 胡萝卜系列杂交新品种介绍[J]. 蔬菜, 2003, (5): 12.
- [5] 管长志. 胡萝卜新品种天红一号的选育[J]. 中国蔬菜, 2003, (2): 21– 22.
- [6] 陈源闽. 胡萝卜雄性不育研究初报[J]. 内蒙古农牧学院学报, 1999, 20: 92– 96.
- [7] 王 勇, 陈源闽. 胡萝卜育种研究进展[A]. 全国蔬菜遗传育种学术讨论会论文集[C]. 2002. 134– 138.
- [8] 刘来福. 作物数量遗传[M]. 北京: 农业出版社, 1984. 250– 262.
- [9] Banga O. Genetical analysis of male sterility in carrot *Daucus carota* [J]. *Euphytica*, 1964, (19): 263– 269.
- [10] David J, Thompson. Studies on the inheritance of male sterility in the carrot [J]. *Society for Horticulture Science*, 1961, 78: 332– 338.
- [11] Michalik B. A genetic study of male sterility in the carrot [J]. *Plant Breeding Abstracts*, 1973, 43(9): 600.
- [12] Paul Ehansche, Gabelman W H. Phenotypic stability of pollen sterile carrots *daucus carota* L American [J]. *Society for Horticulture Science*, 1963, 82: 341– 350.
- [13] Michail S Bunin, Hiroaki Yoshikawa. Heterosis breeding in carrot in USSR and Japan [J]. *Japan J Breed*, 1989, 39: 235– 241.
- [14] Erickson E H, Peterson C E, Patricia Werner. Honey bee Foraging and resultant seed set among male fertile and cytoplasmically male sterile carrot inbreds and hybrid seed parents [J]. *Arer Soc Hort Sci*, 1979, 104 (5): 635– 638.
- [15] 铃木芳夫. 野菜全书. ニンジン 基础生理 [M]. 东京: 养贤堂, 1983. 359.
- [16] 农文协. 野菜园芸大百科 12, にんじん [M]. 东京: 农山渔村文化协会, 1989. 361– 367.
- [17] Stein M, Nothnagel T H. Some remarks on carrot breeding (*Daucus sativua* Hoffm) [J]. *Plant Breeding*, 1995, 114: 1– 11.