

文章编号: 1674-7054(2018)03-0339-05

晚抽薹萝卜亲本的配合力及遗传力分析

曾小玲¹, 黄建都¹, 谢鑫鑫¹, 祝金虹²

(1. 福州市蔬菜科学研究所, 福州 350111; 2. 武夷山市土肥技术站, 福建 武夷山 354300)

摘要: 为了明确几个综合性状较好的晚抽薹萝卜亲本的配合力, 以晚抽薹萝卜的8个亲本, 按照4(母本) × 4(父本) 不完全双列进行杂交组合配置, 共计16个组合。基于配合力、遗传力指标对萝卜16个杂交组合的F₁代农艺性状进行遗传分析, 结果表明: 不同组合间的根长、叶片长、外露长度、叶重、展开度、株高和根粗7个性状差异均极显著; 筛选出理想亲本材料3个(23-8, 9-8, 15-7); 选出了根粗较大、综合性状较优的杂交组合4个, 即(9-8) × (15-7), (18-3) × (7-9), (18-3) × (15-7), (23-8) × (7-9)。

关键词: 晚抽薹萝卜; 一般配合力; 特殊配合力; 遗传力

中图分类号: S 631.1 文献标志码: A DOI: 10.15886/j.cnki.rdsxb.2018.03.011

进行杂种优势育种是获得优良品种最显著、收效最快、最大的育种途径, 而父母本材料是杂交组合选配的基础。对亲本的正确选择、选配以及杂交组合优劣性的评判历来是育种家关注的重点方向, 而利用配合力、遗传力等分析指标进行主要性状评价是切实可行的途径之一^[1]。在进行萝卜(*Raphanus sativus* L.) 杂交育种时, 应对不同品系间主要农艺性状的遗传力和配合力状况进行重点把握, 这对于正确合理评价萝卜亲本选配和组合配制、优良杂交组合的确定, 具有重大意义。林欣立、李才法、王彬等对萝卜经济性状的配合力做过分析研究^[2-4], 戴希尧对萝卜品质性状也做过配合力分析^[5], 这些研究成果对选育萝卜优良亲本和配制优良组合奠定了基础。配合力的遗传原理复杂, 材料不同, 遗传背景也会存在较大差异。为了筛选出利用价值高的晚抽薹萝卜亲本, 笔者选择了8个性状优良的亲本材料, 通过对亲、子代农艺性状进行观察测定, 分析其配合力和遗传力, 深入了解它们的遗传规律, 并以这些亲本为基础进行优势组合选配, 旨在选出综合性状较优的杂交组合, 加快晚抽薹萝卜的育种进程。

1 材料与方法

1.1 试验地点 试验地设在长乐市金峰镇石壁村, 位于北纬25°40′~26°04′, 东经119°24′~119°59′, 属温暖亚热带海洋性季风气候, 试验地土质为砂质红壤土, 有机质含量>2%。

1.2 供试材料 以3-6、9-8、23-8、18-3等4个自交不亲和系为母本, 以19-9、7-9、15-7、5-4等4个自交不亲和系为父本, 按照4×4 NCII设计配制的16个杂交组合, 以及以上8个亲本材料。

1.3 试验设计 播种前深翻晒白土壤, 每公顷施有机肥4 500 kg和复合肥600 kg, 整地作畦。2017-02-03, 将16个杂交组合和8个亲本以株行距13 cm×35 cm直播, 每穴2粒, 每小区播种50穴, 采用随机区组排列3次重复。当苗出齐后及时进行间苗, 保留每穴1株, 整个生育期保持土壤湿润, 肥水管理与病虫害防治等按常规田间管理, 于2017-04-20采收。

1.4 数据处理采集与分析 每小区随机取样10株, 记载根长、叶片长、外露长、株高、叶重、展开度、根粗共7个农艺性状, 求得平均值, 并根据数据分别计算这些农艺性状的配合力和遗传力。采用Excel软件对试验数据进行处理, 使用DPS7.0软件进行配合力、遗传力分析计算。

收稿日期: 2018-05-09

修回日期: 2018-07-28

基金项目: 福州市科技计划项目(2015-N-117)

作者简介: 曾小玲(1973-), 女, 副研究员, 研究方向: 蔬菜遗传育种, E-mail: vegzxl@126.com

2 结果与分析

2.1 各性状配合力方差分析 从表 1 可知,除株高、展开度外,其他指标的遗传表现均为差异极显著。本试验对不同组合的遗传表现也进行了比较,发现其遗传表现差异极显著。这些差异说明,本试验供试的萝卜样品亲本间的配合力差异是真实的,进行配合力分析是可行的。

在父本的性状中,在一般配合力(GCA)方面,除根长外,其他性状的方差总体上表现为差异显著或极显著,对母本而言,其叶片长、株高、叶重的 GCA 方差无显著差异,但其他 4 个指标的配合力方差呈现出明显差异,表现为显著或极显著差异。从表 1 还可以看出,试配组合所有性状的特殊配合力(SCA)均差异极显著。双亲所有性状的 GCA 方差均较 SCA 高,基因加性效应比非加性效应影响显著,这也表明,选配强优组合时重要的是亲本选择。

表 1 晚抽蔓萝卜 16 个组合主要农艺性状方差及配合力方差分析(均方值)

Tab. 1 Analysis of variance of main agronomic traits and variance of combining ability in 16 radish combinations (mean square value)

	自由度 <i>df</i>	根长 Root length	叶片长 Leaf length	外露长 Length of exposed roots	株高 Plant height	叶重 Leaf weight	展开度 Spread	根粗 Root thickness
区组 Blocks	2	0.003**	2.88*	4.418**	0.015	0.011**	0.045	5.363**
组合 Combination	15	0.014**	22.96**	44.638**	20.054**	0.354**	5.928**	33.642**
父本 P1 Male parent	3	0.007	88.32*	149.033**	80.1053**	1.217**	10.723*	88.657*
母本 P2 Female parent	3	0.253**	0.725	20.708*	7.629	0.055	7.337*	20.842*
P1 × P2	9	0.013**	8.591**	17.817**	4.179**	0.167**	3.860**	19.570**
误差 Error	15	0	0.443	0.494	0.258	0	0.152	0.247

注: * , ** 分别代表显著 ($P < 5\%$) 和极显著 ($P < 1\%$) 水平差异

Note: * and ** represent difference at a significant ($P < 5\%$) and a highly significant ($P < 1\%$) levels, respectively

2.2 GCA 和 SCA 的效应分析

2.2.1 亲本农艺性状 GCA 相对效应分析 从表 2 可知,GCA 效应在本试验的亲本之间同一个农艺性状的差异较明显,反映出萝卜不同杂交亲本在同一性状方面加性效应差异,GCA 的正负值表示加性基因作用的进度与倾向,表明数量性状以多基因的方式传递给后代的能力^[6]。结果表明,9-8、23-8 和 5-4 在株高、叶重、展开度的一般配合力效应都表现为正值,是综合表现好的亲本;其中,23-8 植株根长具有最高的一般配合力效应值,可以选作长萝卜亲本;3-6 的株高、根长、叶重 GCA 表现为负向效应,说明这个品种可以作为短萝卜亲本,同时 3-6 在外露长性状表现良好,是个较好的杂交亲本。

就同一个亲本而言,它的各个性状间 GCA 都存在明显的差异,这表明存在加性效应差异,即亲本对后代影响的程度,是评价亲本优劣的重要依据。将各个不同的性状 GCA 值进行综合比较分析,发现 23-8 的综合效应值最高(31.48);9-8 次之(14.77);第 3 位是 15-7 综合效应值为 11.63;3-6 的综合效应值最低(-46.56)。

表 2 晚抽蔓萝卜亲本主要性状的一般配合力相对效应

Tab. 2 Relative effect of general combining ability of the main traits of radish parents

亲本 Parents	根长 Root length	叶片长 Leaf length	外露长 Length of exposed root	株高 Plant height	叶重 Leaf weight	展开度 Spread	根粗 Root thickness	Synthesis GCA	排名 Rank
3-6	-9.37	-0.55	7.10	-11.84	-18.99	-5.92	-6.99	-46.56	8
9-8	1.89	-2.75	1.69	4.33	7.06	3.65	-1.10	14.77	2
23-8	11.45	1.44	-7.93	8.25	10.08	3.55	4.64	31.48	1
18-3	-3.97	1.87	-0.86	-0.73	1.85	-1.28	3.45	0.33	5
19-9	0.39	-3.14	-0.14	0.78	-2.69	-4.04	-1.58	-10.42	7
7-9	0.22	-0.83	-3.23	-3.21	-1.97	-1.38	2.09	-8.31	6
15-7	-1.19	5.87	1.86	-0.77	3.11	0.49	2.26	11.63	3
5-4	0.59	-1.89	1.51	3.19	1.55	4.93	-2.77	7.11	4

2.2.2 组合各农艺性状 SCA 相对效应分析 SCA 常被定义为一个杂交组合和它的双亲平均表现基础上的预期结果偏差,该指标可指导杂种优势的利用和杂交组合的早期选择。由表 3 可知,以 4×4 不完全双列杂交配制的 16 个杂交组合的 7 个农艺性状 SCA 差异明显,从 SCA 在本试验不同组合间同一个性状表现来看,差异很大。 $3-6 \times 15-7$ 、 $9-8 \times 15-7$ 、 $23-8 \times 7-9$ 、 $23-8 \times 15-7$ 的株高、叶重、展开度和根粗的特殊配合力都表现为正值,是良好的杂交组合; $3-6 \times 19-9$ 、 $23-8 \times 19-9$ 、 $18-3 \times 19-9$ 可以作为短萝卜杂交组合。从综合 SCA 效应分析, $9-8 \times 15-7$ 、 $18-3 \times 7-9$ 、 $18-3 \times 15-7$ 、 $23-8 \times 7-9$ 综合 SCA 效应值高,其亲本 9-8、23-8 和 15-7 的 GCA 的综合效应值较高;但表 2 3 的结果表明,亲本 23-8 和 5-4 的 GCA 排名分别为第 1 和第 4,其组合 $23-8 \times 5-4$ 的 SCA 综合效应排名第 10; $23-8 \times 19-9$ 的综合 SCA 效应值最低。说明一般配合力高的双亲,不一定能配出特殊配合力高的组合,在育种过程中既要注意选择 GCA 好的亲本,也要与 SCA 高的组合相结合。

表 3 晚抽薹萝卜 16 个组合主要农艺性状的特殊配合力效应

Tab.3 The effect of special combining ability of the main agronomic traits of the 16 combinations of radish

组合 Combination	根长 Root length	叶片长 Leaf length	外露长 Length of exposed root	株高 Plant height	叶重 Leaf weight	展开度 Spread	根粗 Root thickness	Synthesis SCA	排名 Rank
$(3-6) \times (19-9)$	-11.11	-3.11	6.86	-13.87	-14.79	-9.47	-9.74	-55.23	15
$(3-6) \times (7-9)$	6.85	-14.04	-0.42	4.98	0.84	-7.89	-0.39	-10.07	12
$(3-6) \times (15-7)$	9.80	0.93	-8.45	9.11	7.90	1.97	1.35	22.61	6
$(3-6) \times (5-4)$	-4.01	3.64	1.46	2.92	-4.71	-0.79	2.46	0.97	9
$(9-8) \times (19-9)$	-5.88	1.50	8.26	-8.09	-10.76	-1.97	0.56	-16.38	13
$(9-8) \times (7-9)$	-4.68	7.54	1.73	-0.80	9.24	-1.58	-3.64	7.81	7
$(9-8) \times (15-7)$	10.61	1.93	-4.14	4.98	21.34	7.10	9.83	51.65	1
$(9-8) \times (5-4)$	-4.81	12.50	1.60	0.85	-7.40	-1.58	2.30	3.46	8
$(23-8) \times (19-9)$	-16.21	1.36	0.29	-13.32	-30.92	-10.26	-12.36	-81.42	16
$(23-8) \times (7-9)$	5.25	1.86	3.25	0.03	0.17	7.50	7.06	25.12	4
$(23-8) \times (15-7)$	9.00	-1.04	-6.73	4.98	7.23	1.58	8.56	23.58	5
$(23-8) \times (5-4)$	2.83	-5.50	-9.75	-4.51	15.63	-4.34	5.08	-0.56	10
$(18-3) \times (19-9)$	-4.27	-1.96	12.97	-12.08	-19.50	-1.97	-6.41	-33.22	14
$(18-3) \times (7-9)$	0.15	-6.36	2.20	13.10	17.98	16.57	-7.44	36.2	2
$(18-3) \times (15-7)$	16.37	3.93	-12.38	13.92	3.87	3.55	-1.18	28.08	3
$(18-3) \times (5-4)$	-9.90	-3.18	3.25	-2.18	3.87	1.58	3.97	-2.59	11

2.3 晚抽薹萝卜农艺性状的群体配合力方差和遗传力的估算 为进一步明确杂种后代性状受双亲及其互作的影响程度,根据随机模型进行了 GCA、SCA 基因型方差估算,并估算了它们的总方差比重(V_g 、 V_s)。结果见表 4。

从表 4 可知,根长、外露长、株高和叶重的 V_g 均在 60% 以上,大于 V_s ,说明这几个性状遗传受基因加性效应的影响大于显性和上位性等非加性遗传效应的影响;对展开度、根粗而言,它们的 V_g 、 V_s 无明显差异,说明它们受基因加性效应、上位性、显性等遗传学上所常见的非加性的遗传效应影响;叶片长的 V_g 远小于 V_s ,说明叶片长受基因的显性和上位性等非加性遗传效应的影响极大于基因加性效应的影响。对母本而言,其株高指标 GCA 基因型方差比父本的大。而对父本来说,它的叶片长、根粗、展开度和叶重等指标的 GCA 基因型方差比母本的比重大,双亲外露长的 GCA 方差近似。基于本试验所有农艺性状的配合力计算分析,以它们的方差计算结果对广义、狭义遗传力进一步进行了估算分析(表 4)。狭义遗传力由高到低的排序为:株高、根长、外露长、叶重、根粗、展开度和叶片长。从 7 个性状的广义遗传力来看,它们的数值都高于狭义遗传力,尤其是叶片长、展开度的差异更大。结果表明,非加性效应在遗传因素中所占有

的比重都比较高,高代还要进行单株选择,以适于杂交优势利用。

表4 晚抽萝卜7个农艺性状的遗传参数估值

Tab.4 Estimation of genetic parameters of 7 agronomic traits of radish

遗传参数 Parameter	根长 Root length	叶片长 Leaf length	外露长 Length of exposed root	株高 Plant height	叶重 Leaf weight	展开度 Spread	根粗 Root thickness
父本 P1 Male parent	9.97	0.00	9.40	0.49	0.13	0.86	5.64
母本 P2 Female parent	1.37	0.00	9.36	9.43	0.09	0.43	3.16
组合 P1 2 Combinations	4.07	0.01	8.66	1.96	0.08	1.85	9.66
误差 error	0.44	0.00	0.49	0.26	0.00	0.15	0.25
一般配合力方差 $V_g\%$ General combining ability variance	70.98	19.25	65.93	83.50	61.21	41.08	47.65
特殊配合力方差 $V_s\%$ Special combining ability variance	29.02	80.75	34.07	16.50	38.79	58.92	52.35
广义遗传力 $h_B^2\%$ Generalized heritability	96.94	99.99	98.09	97.88	99.99	95.40	98.68
狭义遗传力 $h_N^2\%$ Narrow heritability	68.81	19.25	64.68	81.73	61.20	39.19	47.02

3 讨论

前人已对萝卜品种和品质的配合力和遗传力进行研究,因试验材料、生产条件、环境因素等非人为因素影响的差异而导致不同,以及育种者对农艺性状的侧重点不同,得出的研究结果既有不同,也有相同。笔者发现,有些农艺性状既受加性基因的影响,也受非加性基因的影响,加性效应在根长、外露长、株高、叶重等性状指标中占主导地位,与以往的研究结论^[2,4]较一致。叶长主要来自非加性效应。展开度、根粗2个指标的特殊、一般配合力方差无明显差异,这2个性状不仅受加性效应的影响,还受非加性效应的控制和影响。

遗传力研究结果表明,根长、外露长、株高和叶重等农艺性状指标都具有较高的广义、狭义遗传力,是以加性效应为主,受环境影响小。在遗传分析中,认为它们都能较真实遗传,在进行不同杂交组合的萝卜亲本选育时,可以根据数据分析结果和经验进行早代选择以加快实现育种目标;叶片长、展开度、根粗3个性状的广义、狭义遗传力具有较大差异,它们受非加性遗传的作用效应影响相对比较大,综合分析来看,环境因素、栽培条件等因素对其影响较大。

李才法等^[3]认为,要想选育出配合力强的亲本和优良的组合,需要对配组的亲本进行全面、周密的分析评价,以对一般配合力好、特殊配合力强的材料进行筛选。本试验结果表明,(9-8)×(15-7)、(18-3)×(7-9)、(18-3)×(15-7)、(23-8)×(7-9)综合SCA效应值高,其亲本(9-8)、(23-8)和(15-7)的GCA综合效应值较高;亲本(23-8)和(5-4)的GCA排名分别为第1和第4,其组合(23-8)×(5-4)的SCA综合效应排名第10;(23-8)×(19-9)的综合SCA效应值最低。说明一般配合力高的双亲,不一定能配出特殊配合力高的组合,在育种过程中既要选择一般配合力高的亲本,也要选择特殊配合力强的组合,才能选育出高产组合。(23-8)、(9-8)、(15-7)等3个亲本的一般配合力效应值处于较高水平,本试验使用这3个亲本进行组合配置,发现这些组合SCA效应也达到较高水平,表明利用它们更易获得较强优势组合,属于理想的亲本。GCA高的亲本是获得优势较强杂交组合的基础,但是可供市场利用的优良组合还要考虑品质、抗性、制种难易等因素。因此,利用配合力、遗传力等遗传指标进行萝卜或其他物种的杂交组合利用、评价分析,只是杂交组合应用的重要参考依据之一。

参考文献:

- [1] 王文英, 辛建华, 陈荣. 甜瓜主要农艺性状与品质性状的配合力分析[J]. 石河子大学学报(自然科学版), 2009, 27(6): 687-690.
- [2] 林欣立, 李寅安, 王美菊. 萝卜杂种优势与配合力的研究[J]. 中国农业科学, 1986, 19(2): 54-60.

- [3] 李才法, 潘流献. 六个萝卜品种产量配合力测定初报[J]. 中国蔬菜, 1985, 1(2): 55-56.
- [4] 王彬, 林超, 李利斌, 等. 萝卜自交系数数量性状的配合力分析[J]. 天津农业科学, 2009, 15(6): 32-36.
- [5] 戴希尧, 任喜波, 魏毓棠. 萝卜主要品质性状的配合力分析[J]. 辽宁农业科学, 2006(6): 1-4.
- [6] 王冬梅, 朱国立, 莫德乐吐. 薹麻主要农艺性状配合力测试与遗传力分析[J]. 内蒙古民族大学学报(自然科学版), 2010, 25(1): 44-46+71.

Analysis of Combining Ability and Heritability of Late-bolting Radish Parents

ZENG Xiaoling¹, HUANG Jiandu¹, XIE Xinxin¹, ZHU Jinhong²

(1. Fuzhou Research Institute of Vegetables, Fuzhou 350111, Fujian, China;

2. Wuyi Technical Station of Soil and Fertilizer, Wuyi 354300, Fujian, China)

Abstract: An attempt was made to clarify the combining ability of several late-bolting radish parents with better comprehensive characteristics. A total of 8 parents of late-bolting radish were used for crossing based on a 4 × 4 incomplete diallel cross. Genetic analysis of agronomic characteristics of F₁ generation in 16 crosses of radish was carried out on the basis of indexes including combining ability and heritability. The results showed there were highly significant differences in 7 characteristics, i. e. root length, leaf length, length of exposed root, leaf weight, spread angle, plant height and root thickness among different combinations. Three desirable parental materials, 23-8, 9-8 and 15-7, and 4 crossing combinations with greater root thickness and better comprehensive characteristics, (9-8) × (15-7), (18-3) × (7-9), (18-3) × (15-7) and (23-8) × (7-9), were selected.

Keywords: late-bolting radish; general combining ability; special combining ability; heritability

(责任编辑: 潘学锋)