

萝卜肉质根产量与主要性状的相关及途径分析

戴希尧, 任喜波, 李娜

(河北北方学院 园艺系, 河北 张家口 075131)

摘要: 试验运用相关及途径分析, 对萝卜杂交组合的株高、展开度、外露长、叶重、叶片长、叶片宽、叶片数、根长、根粗 9 个相关农艺性状与肉质根产量进行了分析。结果表明, 萝卜杂交组合单根重与其相关性状的直接途径系数是: 株高 -0.3176 、展开度 0.3338 、外露长 0.7369 、叶重 -0.1175 、叶片数 0.0626 、叶片宽 -0.1773 、叶片长 0.0267 、根长 0.4839 、根粗 0.4420 。外露长 $>$ 根长 $>$ 叶重 $>$ 株高 $>$ 展开度 $>$ 根粗 $>$ 叶片长 $>$ 叶柄长 $>$ 叶片数 $>$ 叶片宽 $>$ 叶柄宽。

关键词: 萝卜; 相关性状; 产量; 相关; 途径分析

中图分类号: S 631.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2009)06-0038-03

萝卜 (*Raphanus sativus* L.) 又名莱服、芦菔, 十字花科萝卜属 1.2 a 生草本植物, 其食用部位主要是肉质根。培育早熟、抗病、丰产、质优品种是萝卜育种的主要目标。萝卜的产量是由多个相关因素决定的, 各性状对产量的重要性是有主次之分的, 且这些性状之间也存在着不同程度的相关性, 在实际工作中, 育种者弄清各性状对产量影响的主次关系, 可以为萝卜杂交种的选育提供科学依据。该试验运用相关及途径分析, 对与萝卜产量相关的性状进行相关分析及途径分析, 从而了解影响萝卜产量的各性状的相对重要性, 为萝卜的育种和栽培提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验以雄性不育系 A1、A2、A3 为母本, 以 S1、S2、S3、S4、S5、S6 为父本。于 2007 年春播种于河北北方学院农场, 按不完全双列杂交法人工授粉配制 18 个杂交组合, 常规田间管理, 采收组合种子, 并将各组合进行编号, 分别为 P₁ (A1×S1)、P₂ (A1×S2)、P₃ (A1×S3)、P₄ (A1×S4)、P₅ (A1×S5)、P₆ (A1×S6)、P₇ (A2×S1)、P₈ (A2×S2)、P₉ (A2×S3)、P₁₀ (A2×S4)、P₁₁ (A2×S5)、P₁₂ (A2×S6)、P₁₃ (A3×S1)、P₁₄ (A3×S2)、P₁₅ (A3×S3)、P₁₆ (A3×S4)、P₁₇ (A3×S5)、P₁₈ (A3×S6)。

1.2 田间试验设计

试验在河北北方学院农场进行, 将 2007 年春播种并经人工授粉后采收的各个组合种子于 2007 年 7 月 26 日播种, 采用随机区组设计, 3 次重复, 常规管理, 10 月 20 日收获。每个小区随机取 5 株, 调查并记录株高、展

开度、外露长、叶重、根重、叶片长、叶片宽、叶片数、根长和根粗 10 个农艺性状。观察记载项目标准见参考文献。

2 结果与分析

主要性状调查值见表 1。

2.1 主要农艺性状间及与产量的相关分析

将各性状的观察值归类, 形成一个只有各组合和各性状均值的两项表, 然后相关分析, 结果如表 2。从表 2 中可以分析出, 株高与外露长、根长和根重极显著正相关, 相关系数分别达到 0.7031、0.6779、0.5936。展开度与叶重、叶片长和根粗呈极显著正相关, 相关系数分别达到 0.8285、0.6721、0.5453。外露长与根长、根重极显著正相关, 相关系数分别达到 0.9447、0.7347; 外露长与叶片宽、根粗极显著负相关, 相关系数分别达到叶 -0.5408 、 -0.6443 。叶重与根粗极显著正相关, 相关系数达到 0.5904; 叶重与叶片长、叶片数显著相关, 相关系数分别达到 0.5016、0.5501。叶片宽与叶片数、根长显著负相关, 相关系数分别为 -0.5885 、 -0.5695 ; 叶片宽与根重极显著负相关, 相关系数为 -0.6445 。叶片数与根长显著相关, 相关系数为 0.5126; 叶片数与根重极显著正相关, 相关系数为 0.7128。根长与根粗显著负相关, 相关系数为 -0.5407 ; 根长与根重极显著负相关, 相关系数为 0.7827。

2.2 主要农艺性状的途径分析

途径系数理论是通过在一个相关变数系统中把一结果按其成果剖分成不同组分, 从而研究各因果间或组分变量间的相互关系, 为了进一步明确各农艺性状对产量的效应, 对途径系数进行分析。现根据相关分析的结果进行途径分析, 从而得知相关农艺性状的因果关系。从表 3 分析表明, 对单株产量的直接作用大小依次为: 外露长 $>$ 根长 $>$ 根粗 $>$ 展开度 $>$ 叶片数 $>$ 叶片长 $>$ 叶

第一作者简介: 戴希尧(1978-), 男, 助教, 现主要从事蔬菜育种与无土栽培等方面的研究工作。E-mail: daixiyao@tom.com。

收稿日期: 2008-12-26

片重> 叶片宽> 株高。对但单株产量最大的性状是外
露长, 直接途径系数是 0.7369, 总效应为 0.7347, 说明外
露长是对单株重最重要的间接性状; 其次重要的是根
长, 直接途径系数是 0.4839, 总效应为 0.7826; 第三重要
的性状是根粗, 直接途径系数是 0.4420, 总效应
为-0.1088, 也就是说根粗的直接作用很大, 间接作用很

小, 由于叶重, 展开度, 叶片长的间接作用产生的负效
应, 导致根粗对单株重的总效应相对比较低。

各个性状对单株重的总效应由大到小依次是株高>
根长> 外露长> 叶片数> 叶重> 展开度> 叶片长> 根
粗> 叶片宽。这说明株高根长外露长这些性状对于单株
中的重要性, 这些性状有其他性状不可替代的作用。

表 1 主要性状平均值

Table 1 The average of main characters

组合 Combination	株高 Plant height/ cm	展开度 Angular divergence/ cm	外露长 Outside root length/ cm	叶重 Leaf weight/ kg	叶片长 Leaf length/ cm	叶片宽 Leaf width/ cm	叶片数 Leaf number/ 片	根长 Root length/ cm	根粗 Root diameter/ cm	根重 Root weight/ kg
P ₁	48.60	65.60	25.40	0.39	44.00	15.79	23.80	43.33	8.69	1.85
P ₂	41.83	52.67	20.00	0.24	41.50	16.50	16.17	32.17	7.45	0.92
P ₃	45.13	62.80	21.27	0.35	46.87	17.37	20.20	33.60	8.71	1.31
P ₄	38.40	54.33	22.53	0.28	34.59	12.25	30.13	44.80	8.82	1.65
P ₅	35.56	61.33	15.67	0.36	36.18	14.39	26.75	30.83	8.82	1.09
P ₆	41.43	62.60	17.87	0.50	37.31	13.11	32.93	31.50	9.91	1.51
P ₇	37.53	57.27	19.50	0.43	37.10	16.41	24.53	40.13	9.05	1.44
P ₈	33.67	61.07	15.60	0.37	39.17	20.47	17.87	28.50	8.59	0.89
P ₉	44.60	70.00	15.27	0.61	42.13	15.93	31.00	31.97	10.67	1.31
P ₁₀	34.67	57.33	19.20	0.32	32.63	16.97	23.60	34.30	8.57	1.30
P ₁₁	37.33	58.53	14.87	0.41	38.13	19.53	19.60	25.07	9.41	0.98
P ₁₂	34.07	55.97	13.93	0.34	37.80	18.12	22.53	27.00	9.93	1.05
P ₁₃	49.93	57.80	36.20	0.39	35.70	13.32	36.33	62.00	7.90	1.95
P ₁₄	48.87	60.47	24.00	0.44	37.27	16.46	28.47	47.40	7.57	1.33
P ₁₅	38.50	55.83	27.17	0.34	37.42	16.34	24.17	45.17	7.55	1.46
P ₁₆	48.07	52.60	26.27	0.23	30.87	12.53	24.80	48.67	8.37	1.48
P ₁₇	40.80	51.93	23.93	0.20	31.90	14.05	17.87	39.73	7.34	1.18
P ₁₈	41.47	55.00	20.89	0.23	34.10	14.15	21.71	33.74	8.37	1.12

表 2 主要农艺性状的相关系数

Table 2 The interrelated index of major Agronomic characters

因子 Factor	株高 Plant height	展开度 Angular divergence	外露长 Outside root length	叶重 Leaf weight	叶片长 Leaf length	叶片宽 Leaf width	叶片数 Leaf number	根长 Root length	根粗 Root diameter	根重 Root weight
株高 Plant height	1.0000									
展开度 Angular divergence	0.1947	1.0000								
外露长 Outside root length	0.7031 **	-0.2703	1.0000							
叶重 Leaf weight	0.0935	0.8285 **	-0.2433	1.0000						
叶片长 Leaf length	0.0501	0.6721 **	-0.2835	0.5016 *	1.0000					
叶片宽 Leaf width	-0.4647	0.1389	-0.5408 **	0.1920	0.4014	1.0000				
叶片数 Leaf number	0.4023	0.3444	0.3542	0.5501 *	-0.1150	-0.5885 *	1.0000			
根长 Root length	0.6779 **	-0.2357	0.9447 **	-0.1033	-0.3568	-0.5695 *	0.5126 *	1.0000		
根粗 Root diameter	-0.2215	0.5453 **	-0.6443 **	0.5904 **	0.3989	0.1393	0.2655	-0.5407 *	1.0000	
根重 Root weight	0.5936 **	0.1173	0.7347 **	0.1749	-0.1074	-0.6445 **	0.7128 **	0.7827 **	-0.1088	1.0000

表 3 各农艺性状对根重的通径系数

Table 3 The full path index of major Agronomic characters to weight

因子 Factor	株高 Plant height	展开度 Angular divergence	外露长 Outside root length	叶重 Leaf weight	叶片长 Leaf length	叶片宽 Leaf width	叶片数 Leaf number	根长 Root length	根粗 Root diameter	总效应值 Total effect
株高 Plant height	-0.3176		0.0650	0.5181	-0.0110	0.0013	0.0824	0.0252	0.3280	-0.0979
展开度 Angular divergence	0.3338	-0.0618		-0.1992	-0.0974	0.0179	-0.0246	0.0216	-0.1141	0.2411
外露长 Outside root length	0.7369	-0.2233	-0.0902		0.0286	-0.0076	0.0959	0.0222	0.4571	-0.2848
叶重 Leaf weight	-0.1175	0.0297	0.2766	-0.1793		0.0134	-0.0340	0.0344	-0.0500	0.2610
叶片长 Leaf length	0.0267	-0.0159	0.2243	-0.2089	-0.0590		-0.0712	-0.0072	-0.1726	0.1763
叶片宽 Leaf width	-0.1773	0.1476	0.0464	-0.3985	-0.0226	0.0107		-0.0368	-0.2755	0.0616
叶片数 Leaf number	0.0626	-0.1278	0.1150	0.2610	-0.0647	-0.0031	0.1043		0.2480	0.1174
根长 Root length	0.4839	-0.2153	-0.0787	0.6961	0.0121	-0.0095	0.1009	0.0321		-0.2390
根粗 Root diameter	0.4420	0.0704	0.1820	-0.4748	-0.0694	0.0107	-0.0247	0.0166	-0.2616	

2.3 根重与主要农艺性状的回归分析

通径分析: 对于引进回归方程的因子, 在建立回归
方程的同时还做了通径分析。根据通径系数的大小和
正负, 可以推断各个因子对因变量的直接影响和间接影
响。回归模型诊断: (1)方程的方差分析 *F* 值的显著水

平 *P* 要小于等于 0.05, 否则, 所建立的回归方程不能使
用; (2)各个回归系数的偏相关系数的显著水平最好也
小于等于 0.05; (3)Durbin-Watson 统计量 *d* 是否接近 2。
该试验通过对株高, 展开度, 外露长, 叶重, 叶片长, 叶片
宽, 叶片数, 根长, 根粗与单根重进行逐步回归分析, 得

回归方程如下: $Y = -1.1464 - 0.0190X_{株高} + 0.01629X_{展开度} + 0.0457X_{外露长} - 0.0281X_{叶片宽} + 0.0130X_{根长} + 0.1493X_{根粗}$ 由表 4 可以看出, 逐步回归方程的 F 值为 10.9801, 达到了极显著水平; 进入方程的各变量的偏相关系数有的也达到了显著水平; 而且 Durbin-Watson 统计量 d 值为 $d = 1.8822$ 接近 2, 可见该回归方程是可以成立的。该方程说明肉质根产量与展开度, 外露长, 根长, 根粗呈正相关, 偏相关系数分别达到 0.4791、0.4780、0.3228、0.5671; 肉质根产量与株高、叶片宽成负相关, 偏相关系数分别为 -0.4290、-0.4080。其中根粗在相关分析中与产量成负相关, 与方程分析相反; 株高在相关分析中与产量成极显著正相关, 与方程分析相反; 其它性状则是方程分析与相关分析一致。

表 4 回归模型诊断表

Table 4 The table of recursive model diagnoses

偏相关系数 Deflective correlation coefficient	t 检验值 T-value	显著水平 Significance level	方程 Equation
$r(y, 株高) = -0.4290$	1.5751	0.1412	相关系数 $R = 0.9257$
$r(y, 展开度) = 0.4791$	1.8103	0.0958	F 值 = 10.9801
$r(y, 外露长) = 0.4780$	1.8047	0.0963	显著水平 $p = 0.0004$
$r(y, 叶片宽) = -0.4081$	1.4824	0.1640	调整后的相关系数 $R_a = 0.8825$
$r(y, 根长) = 0.3228$	1.1313	0.2800	Durbin-Watson 统计量 $d = 1.8822$
$r(y, 根粗) = 0.5671$	2.2838	0.0414	

3 讨论与结论

3.1 结论

决定肉质根产量的主要性状是株高、外露长、叶片数和根长, 无论是相关系数还是通径系数都较大。株高、外露长、叶片数、根长与根重的相关系数分别为 0.5936、0.7347、0.7128、0.7827 都达到了极显著正相关; 对根重的总效应也较大。因此株高、外露长、叶片数和根长成为选育高产萝卜的重要的间接性状。叶片宽与根重的相关系数为 -0.6445, 达到极显著负相关。说明叶片宽是重要的间接性状, 叶片越宽, 根重越小。因此, 在高产育种中要选择叶片宽不是很大的品种, 否则会影响产量性状的提高。

3.2 讨论

相关分析只是简单地估测了 2 个变量间的关系, 而通径分析不仅能说明原因, 而且能够较准确地估测出各性状对产量的相对重要性。由于通径系数是自变量与因变量间有方向的相关系数, 它表明的原因是在剔除其它因素的影响后而表现出的作用。因此, 在进行相关性分析的同时, 很有必要进行通径分析。该试验是从表现型相关来分析产量及其构成性状之间的关系。在实践工作中, 要重点选择株高, 外露长, 叶片数, 根长这些性状优良的品种, 从而提高品种选择的效率。株高, 外露长, 叶片数和根长与总产量之间关系虽然密切, 还应分析它们的遗传力及遗传相关。应用通径分析剖析萝卜的主要农艺性状与单株产量之间的关系, 只是一种尝试, 还有待在实践中进一步的完善。

参考文献

- [1] 景尚友. 甘蓝型春油菜主要农艺性状与单株产量的通径分析[J]. 黑龙江农业科学, 2002(3): 16-19.
- [2] 陈贵林, 李世一, 谭俊杰. 莴笋主要农艺性状与产量的通径分析[J]. 中国蔬菜, 1991(3): 17-18, 44.
- [3] 王玉怀. 黄瓜主要农艺性状与产量的通径分析[J]. 东北农学院学报, 1985(1): 54-58.
- [4] 金正勋, 秋太权, 孙艳, 等. 稻米蒸煮食味品质特性间的相关性研究[J]. 东北农业大学学报, 2001(1): 1-7.
- [5] 李树臣, 陈学珍, 谢皓, 等. 不同播期对夏播大豆产量及农艺性状的影响[J]. 北京农学院学报, 2003(4): 266-269.
- [6] 陈学珍, 谢皓, 田炜炜, 等. 不同产地大豆种质资源农艺性状的表现与相关性分析[J]. 北京农学院学报, 2006(3): 9-14.
- [7] 张秋芝, 郝玉兰, 南张兰, 等. 玉米杂交中的产量比较及主要农艺性状的相关和通径分析[J]. 北京农学院学报, 2005(4): 33-39.
- [8] 袁希汉, 汪玉清, 侯喜林, 等. 丝瓜主要农艺性状的相关及通径分析[J]. 江苏农业学报, 2006, 22(1): 64-67.
- [9] 王冰, 宋洪平, 张传坤, 等. 与黄瓜早熟性有关的主要农艺性状的相关与通径分析[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2004, 35(1): 36-38.
- [10] 林碧英, 高山, 聂德毅. 薄皮×厚皮甜瓜 F1 代主要农艺性状与产量的通径分析[J]. 福建果树, 2003(4): 8-10.
- [11] 曾国平, 章崇玲. 菜心主要农艺性状遗传相关与通径分析[J]. 中国蔬菜, 1999(5): 12-14.
- [12] 高莉敏, 陈运起, 于贤昌, 等. 大葱主要农艺性状的相关与通径分析[J]. 山东农业科学, 2005(1): 25-27.

Genetic Correlation and Path Analysis of Major Agronomic Characters of Radish

DAI Xi-yao, REN Xi-bo, LI Na

(The Horticulture Department of Hebei North University, Zhangjiakou, Hebei 075131, China)

Abstract: By means of Genetic Correlation and Path Analysis, the association analysis was made between the root weight and 9 relevant agronomic characters (plant height, angular divergence, leaf number, leaf weight, leaf length, leaf width, root length, root diameter and outside root length) in radish crosses. The results showed that the association grade between the fleshy root yield and main characters was as follows: plant height 0.7360, angular divergence 0.7041, leaf number 0.7259, leaf weight 0.6875, leaf length 0.6901, and root length 0.7665, root diameter 0.6806, outside root length 0.7665 and leaf width 0.6978.

Key words: Radish; Relevant character; Yield; Correlation analysis; Path analysis