

籽用美洲南瓜种子产量构成因子的相关及通径分析

王 萍¹, 张 岩¹, 白立华², 刘杰才¹, 杨文秀¹

(1. 内蒙古农业大学 农学院, 野生特有蔬菜种质资源与种质创新省重点实验室, 内蒙古 呼和浩特 010019;

2. 内蒙巴彦淖尔农业科学院, 内蒙古 巴彦淖尔 015400)

摘 要:以 125 份内蒙古河套地区籽用南瓜种美洲南瓜栽培种为材料, 对单瓜种子产量与其它 8 个主要产量因子(瓜纵径、瓜横径、单瓜重、单瓜种子数、种子长、种子宽、种子厚、百粒重)进行了相关分析、通径分析及回归分析。结果表明:单瓜种子产量与大部分产量性状间存在着极其密切的相关关系, 但经通径分析进一步发现, 只有单瓜种子数和百粒重对单瓜种子产量存在直接作用关系, 其它产量性状主要通过这 2 个产量性状对单瓜种子产量构成起间接作用; 在其它产量性状保持在平均水平的条件下, 提高单瓜种子产量的有效途径是增加单瓜种子数目、百粒重和单瓜重; 果形指数与种子产量之间的研究结果表明, 单瓜种子产量随着果形指数的增大先增加后减少, 当果形指数为 3.2 时, 种子产量最高。

关键词:籽用南瓜; 种子产量; 相关分析; 通径分析

中图分类号:S 642.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)24-0016-04

籽用南瓜是葫芦科南瓜属中以取食种子为主的一类瓜的总称^[1], 俗称白瓜籽^[2]。当前, 籽用南瓜主要生产区域集中分布在纬度和海拔较高的高寒和丘陵地区, 在我国根据地理位置分为东北、西北和西南产区^[3]。内蒙古地区籽用南瓜栽培已有百余年历史, 种子含有多种营养成分, 同时具有较高的营养和药用价值^[4-6]。内蒙古河套地区普遍种植的籽用南瓜栽培种美洲南瓜(光板、有壳), 是白瓜籽西北产区的主要组成部分。在 2005~2010 年间, 河套地区白瓜籽播种面积由 8 480 hm² 增加到 14 000 hm², 总产量由 1.35 万 t 跃升至 2.25 万 t, 白瓜籽已成为当地的支柱性经济作物, 成为农民增加收入的主要来源之一。内蒙古河套地区白瓜籽主要销往西欧、北美、中东、东南亚及港澳地区。然而, 目前影响外贸出口额和出口量的主要因素是籽用瓜产品一等品率低, 单位面积产量低, 例如在 2005~2010 年 667 m² 产量一直在 104~106 kg 之间徘徊, 产品质量差, 竞争力不强。因此, 提高籽用南瓜产量和质量是目前急待解决的问题。目前, 有关籽用南瓜的栽培技术报道较多^[7-8], 但对于籽用南瓜种子的产量构成及产量影响因素的研究报道较少。因此, 该试验通过对籽用南瓜种美洲南瓜种子产量构成及产量影响因素研究, 探索影响籽用南瓜种子产量的主导因素, 为选育高产、优质的籽用南瓜品种提供依据。

第一作者简介:王萍(1968-), 女, 博士, 副教授, 硕士生导师, 研究方向为蔬菜种质资源与种质创新。E-mail: wangpingse@yahoo.com.cn.

基金项目:内蒙古科技计划资助项目(20090707)。

收稿日期:2012-07-27

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为 125 份籽用南瓜种美洲南瓜栽培种(光板、有壳)。

1.2 试验方法

2010 年在内蒙古巴盟农研所栽培, 果实成熟后进行取样, 每个品种取 5 个果实测量果实产量性状(瓜纵径、瓜横径、果形指数、单瓜重), 种子自然阴干后, 计数单瓜种子数, 测定单瓜种子产量、百粒重、种子长、种子宽、种子厚度。

1.3 数据分析

性状的描述和测定参考李锡香^[9]的标准进行, 共得到 125 份籽用南瓜数据, 在 SAS 9.0 软件上进行相关分析、多元逐步回归分析和方差分析, 研究单瓜种子产量与其它农艺性状之间的关系。

2 结果与分析

2.1 籽用南瓜主要产量性状观察

该试验研究的美洲南瓜栽培种主要植物学性状为植株短蔓, 主蔓长 0.8 m 左右, 单株平均结瓜数 1.3 个, 果实长圆形, 老熟果皮为黄色或浅黄色, 种子灰白色、有壳(图 1)。

2.2 单瓜种子产量与产量构成因子之间的相关关系

2.2.1 单瓜种子产量与产量因子之间的相关关系 在所观测的主要产量构成因子中(表 1), 与单瓜种子产量呈极显著正相关的是瓜横径、瓜纵径、单瓜重、单瓜种子数目、种子长、种子宽、百粒重, 其相关系数大小依次为单瓜种子数($r=0.6665$)>百粒重($r=0.5985$)>种子长

($r=0.5717$)>单瓜重($r=0.4485$)>种子宽($r=0.4423$)
瓜横径($r=0.3438$)>瓜纵径($r=0.3207$),表明单瓜种子
产量与单瓜种子数和百粒重的相关性最大,与种子长和
单瓜重次之,与瓜横径和瓜纵径相关性最小。

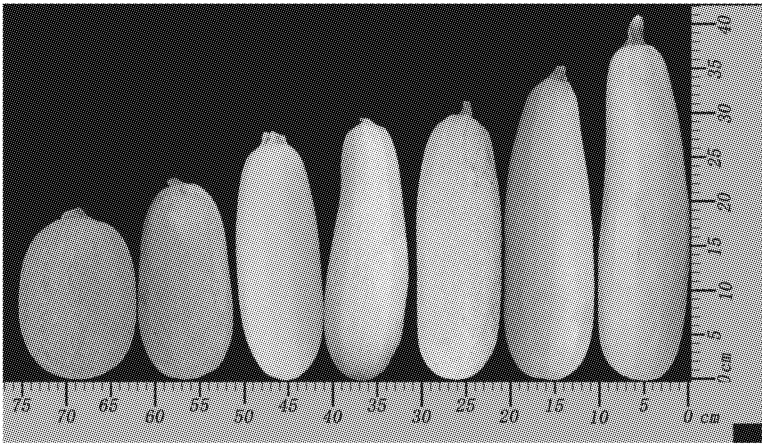


图 1 籽用美洲南瓜果实主要性状

Fig. 1 The fruit main traits of seed-used pumpkin(*Cucurbita pepo* L.)

表 1 籽用美洲南瓜产量构成因子之间的相关系数

Table 1 The coefficient of correlation between yield constituting factors of seed-used pumpkin(*Cucurbita pepo* L.)

	y 单瓜种子重 Seed weight of single fruit	x1 瓜纵径 Fruit length	x2 瓜横径 Fruit width	x3 单瓜重 Single fruit weight	x4 单瓜种子数 Seed number of single fruit	x5 种子长 Seed length	x6 种子宽 Seed width	x7 种子厚 Seed thickness	x8 百粒重 100-seed weight
y	1.0000	0.3207 **	0.3438 **	0.4485 **	0.6665 **	0.5717 **	0.4423 **	0.1364	0.5985 **
x1	0.3207 **	1.0000	-0.2044 *	0.6936 **	0.1934 *	0.0921	0.0521	0.1354	0.1646
x2	0.3438 **	-0.2044 *	1.0000	0.2498 **	-0.0981	0.5475 **	0.6090 **	-0.1277	0.5578 **
X3	0.4485 **	0.6936 **	0.2498 **	1.0000	0.1632	0.2711 **	0.3159 **	0.0317	0.3618 **
X4	0.6665 **	0.1934 *	-0.0981	0.1632	1.0000	-0.1047	-0.1970 *	0.0214	-0.1600
X5	0.5717 **	0.0921	0.5475 **	0.2711 **	-0.1047	1.0000	0.8101 **	0.0543	0.8765 **
X6	0.4423 **	0.0521	0.6090 **	0.3159 **	-0.1970 *	0.8101 **	1.0000	-0.0917	0.7953 **
X7	0.1364	0.1354	-0.1277	0.0317	0.0214	0.0543	-0.0917	1.0000	0.2206 *
X8	0.5985 **	0.1646	0.5578 **	0.3618 **	-0.1600	0.8765 **	0.7953 **	0.2206 *	1.0000

注: $r_{0.05}=0.174$, $r_{0.01}=0.228$, $N=125$ 。

2.2.2 单瓜种子数量与其它产量因子之间的相关关系

单瓜种子数量与瓜纵径达显著正相关,与种子宽达显著负相关,相关系数为 0.1934 和 -0.1970。

2.2.3 百粒重与其它产量因子之间的相关关系

与百粒重呈极显著的正相关关系的有瓜横径、单瓜重、种子长、种子宽,相关系数大小依次为种子长($r=0.8765$)>种子宽($r=0.7953$)>瓜纵径($r=0.5578$)>单瓜重($r=0.3618$),与种子厚度达到显著水平,相关系数为 $r=0.2206$ 。

2.2.4 单瓜重与其它产量因子之间的相关关系

表 2 籽用美洲南瓜单瓜种子产量与产量构成因子之间的通径分析

Table 2 Path analysis between seed yield and yield constituting factors of seed-used pumpkin(*Cucurbita pepo* L.)

因子 Factor	相关系数 Correlation coefficient r_{ij}	直接作用 Direct effect		间接作用 Indirect effect							
		Pxij	总和 Total	Pij							
				$x1 \rightarrow y$	$x2 \rightarrow y$	$x3 \rightarrow y$	$x4 \rightarrow y$	$x5 \rightarrow y$	$x6 \rightarrow y$	$x7 \rightarrow y$	$x8 \rightarrow y$
x1 瓜纵径 Fruit length	0.3207	0.0410	0.2797		-0.0045	0.0311	0.1473	0.0075	0.0003	-0.0031	0.1010
x2 瓜横径 Fruit width	0.3438	0.0219	0.3304	-0.0084		0.0112	-0.0748	0.0448	0.0039	0.0030	0.3422
x3 单瓜重 Singal fruit weight	0.4485	0.0449	0.3752	0.0284	0.0055		0.1243	0.0222	0.0020	-0.0007	0.2220
x4 单瓜种子数 Seed number	0.6665	0.7618	-0.1033	0.0079	-0.0021	0.0073		-0.0086	-0.0013	-0.0005	-0.0982
x5 种子长 Seed length	0.5717	0.0818	0.4861	0.0038	0.0120	0.0122	-0.0797		0.0052	-0.0013	0.5378
x6 种子宽 Seed width	0.4423	0.0064	0.4337	0.0021	0.0133	0.0142	-0.1501	0.0662		0.0021	0.4880
x7 种子厚 Seed thickness	0.1364	-0.0232	0.1541	0.0055	-0.0028	0.0014	0.0163	0.0044	-0.0006		0.1353
x8 百粒重 100-seed weight	0.5985	0.6136	-0.0218	0.0067	0.0122	0.0162	-0.1219	0.0717	0.0051	-0.0051	

2.3.1 单瓜种子数目和百粒重与单瓜种子产量的关系

单瓜种子数和百粒重都与单瓜种子产量的相关系数达到了极显著水平,相关系数分别为 0.6665 和 0.5985。2 个因子对单瓜种子产量的直接通径系数分别为 0.7618 和 0.6136,均高于相对应的相关系数,表明单瓜种子数和百粒重对单瓜种子产量的直接作用非常明显;百粒重通过单瓜种子数目对单瓜种子产量的间接通径系数为 -0.1219,表明增加百粒重能够提高单瓜种子产量,但会间接减少单瓜种子数,从而对单瓜种子产量构成负相关。

2.3.2 瓜纵径与单瓜种子产量的关系 瓜纵径与单瓜种子产量呈极显著正相关,相关系数为 0.3207,但与单瓜种子产量的直接通径系数仅为 0.0410,而与单瓜种子数目的间接通径系数 0.1473,表明瓜纵径与单瓜种子产量的极显著相关关系来源于单瓜种子数目对单瓜种子产量的作用。

2.3.3 瓜横径和种子长与单瓜种子产量的关系 瓜横径和种子长与单瓜种子产量达到极显著水平,相关系数分别为 0.3438 和 0.5717。但直接通径系数分别为 0.0219 和 0.0818,而通过百粒重对单瓜种子产量的间接通径系数分别为 0.3422 和 0.5378,说明瓜横径和种子长与单瓜种子产量的极显著相关关系是通过作用于百粒重而间接产生的。

2.3.4 单瓜重与单瓜种子产量的关系 单瓜重与单瓜种子产量达到极显著水平,相关系数为 0.4485,但与单瓜种子产量的直接通径系数仅为 0.0449,与单瓜种子数目和百粒重的通径系数为 0.1423 和 0.222,说明单瓜重对单瓜种子产量的显著影响是共同作用于单瓜种子数量和百粒重实现的。

2.3.5 种子宽与单瓜种子产量的关系 种子宽与单瓜种子产量达到极显著水平,相关系数为 0.4423。但与单瓜种子产量的直接通径系数为 0.0064,而与百粒重和单瓜种子数目的间接通径系数分别为 0.4880 和 -0.1501,说明种子宽对单瓜种子产量的显著影响来源于对百粒重和单瓜种子数目正反两方面,尤其是对百粒重的正向作用要大于对单瓜种子数量的负向作用。

2.4 籽用南瓜单瓜种子产量与产量因子之间的关系图

为了直接表明单瓜种子产量与产量构成因子之间的相互关系,选择通径系数 >0.1 的相关关系作图 2。

2.5 单瓜种子产量与产量构成因子之间的逐步回归分析

单瓜种子产量与 8 个产量因子之间的逐步回归分析表明,影响美洲南瓜(籽用)单瓜种子产量的主要因子是单瓜种子数、百粒重、单瓜重和种子长。4 个产量因子对单瓜种子产量的决定系数分别为 44.42%、51.03%、0.43% 和 0.24%,其中单瓜种子数目和百粒重对单瓜种子产量的影响程度最大,相比之下,单瓜重和种子长对

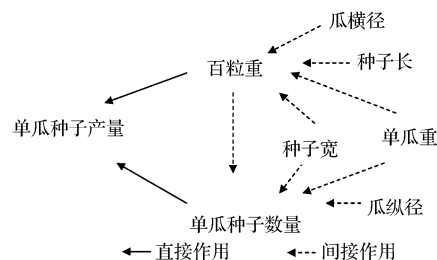


图 2 籽用美洲南瓜单瓜种子产量与产量性状关系

Fig. 2 Relationship between seed yield of single fruit and yield traits of seed-used pumpkin(*Cucurbita pepo* L.)

单瓜种子产量的影响程度不及单瓜种子数和百粒重,贡献率极小。进行多元逐步回归分析,得到最佳回归模型如下: $Y = 0.11974x_4 + 2.36381x_8 + 2.59574x_3 + 0.83206x_5 - 45.32381$ ($R^2 = 0.9611$, $F = 772^{**}$), 模型 1; $Y = 0.11974x_4 + 2.36381x_8 - 45.32381$, 模型 2。在模型 2 中,单瓜种子数量和百粒重对单瓜种子产量的影响最为显著,可以认为这 2 个产量因子就是影响美洲南瓜(籽用)单瓜种子产量的关键因子,这与通径分析结果是一致的。

2.6 果形指数与单瓜种子产量的关系

将 125 份籽用美洲南瓜依据果形指数分成 6 组,组间距为 0.5(表 3),平均果形指数采用果形指数加权平均值。

表 3 籽用美洲南瓜果形指数分组

Table 3 Fruit shape index grouping of seed-used pumpkin(*Cucurbita pepo* L.)

分组 Grouping	果形指数 Fruit shape index	份数 Number	平均果形指数 Average fruit shape index	单瓜种子产量 Seed yield of single fruit/g
1	1.1~1.49	20	1.3	27.71 b
2	1.5~1.99	17	1.7	32.01 b
3	2.0~2.49	23	2.2	39.45 ab
4	2.5~2.99	25	2.7	40.29 a
5	3.0~3.49	21	3.2	42.55 a
6	3.5 以上	19	3.7	33.04 b

注:同列相同字母表示差异不显著($P > 0.05$),不同字母表示差异显著($P < 0.05$)。

Note: Data with same letters means no significant differences between groups at $P > 0.05$, different letters means significant differences between groups at $P < 0.05$.

由图 3 可知,随着果形指数的升高,单瓜种子产量逐渐增加,当果形指数为 3.2 时达到最大值;方差分析表

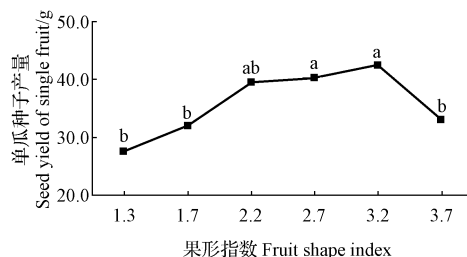


图 3 籽用美洲南瓜果形指数与单瓜种子产量的关系

Fig. 3 Relationship between fruit shape index and seed yield of single fruit of seed-used pumpkin(*Cucurbita pepo* L.)

明,平均果形指数在 2.2~3.2 之间(果形指数为 2.0~3.5 之间)时,单瓜种子产量之间差异没有达到显著水平。因此,籽用南瓜单瓜种子产量达到最大时的最佳果形指数为 2.2~3.2 之间。

3 结论与讨论

籽用南瓜产量构成因子之间的相关分析表明,单瓜种子产量与多个产量因子之间存在着密切的相关关系,而通径分析表明,只有单瓜种子数和百粒重对单瓜种子产量具有直接作用,其它产量因子主要通过这 2 个因子对单瓜种子产量构成影响,瓜纵径和种子长在一定的范围内会增加单瓜种子数目间接提高单瓜种子产量,瓜横径和种子宽会通过提高百粒重而间接增加单瓜种子产量。这与陈源闽等^[10]对西葫芦产量性状之间的相关关系研究中,将群体材料分成大粒型和多籽型 2 个研究方向是一致的。

通径分析和回归分析表明,在其它产量因子保持在平均水平的条件下,提高单瓜种子产量的有效途径是增加单瓜种子数目、百粒重和单瓜重,但由于百粒重在直接提高单瓜种子产量的同时,对单瓜种子数目具有逆向牵制作用,降低单瓜种子数目,而单瓜种子数量对百粒重的影响不大。因此,建议在品系选择过程中要优先选择单瓜种子数量较多的材料,然后考虑适宜的百粒重,以减少百粒重对单瓜种子数目的牵制作用。赵福宽等^[11]通过对籽用南瓜主要产量因子之间遗传力的研究表明,单瓜种子数的遗传力大于籽粒重,在早期世代选择中可以优先选择单瓜种子数量较多的材料,这与本试

验研究结果一致。

单瓜种子产量随着果形指数的变化而变化,从 1.3~2.2 呈上升趋势,在 2.2~3.2 时为较高值,在 3.2 时达最高值,超过 3.2 以上又开始下降,同时方差分析也表明,在果形指数为 2.2~3.2 时,单瓜种子产量较高,故该研究确定籽用美洲南瓜种子产量的最佳果形指数是 2.2~3.2。

参考文献

- [1] 林德佩. 南瓜植物的起源和分类[J]. 中国西瓜甜瓜, 2000(1): 36-38.
- [2] 邱仲华, 周锁奎, 李广学, 等. 我国白瓜籽生产现状及前景初探[J]. 中国蔬菜, 1993(5): 43-44.
- [3] 周锁奎, 邱仲华, 李广学, 等. 籽用南瓜种质资源研究与利用[J]. 作物品种资源, 1995(2): 13-15.
- [4] 王鸣. 南瓜属—多样性(Diversity)之最[J]. 中国西瓜甜瓜, 2002(3): 42-45.
- [5] 陈振宇, 梁志华. 南瓜籽油的气相色谱-质谱分析[J]. 分析测试学报, 2003(6): 77-79.
- [6] 王萍, 赵清岩, 王若菁, 等. 籽用南瓜种子成熟过程中主要营养成分的变化[J]. 园艺学报, 2001, 28(1): 47-51.
- [7] 任传军, 郝茂钢, 马威. 籽用南瓜高产栽培技术[J]. 现代化农业, 2011(8): 24-25.
- [8] 佟玉欣, 李玉影. 黑龙江省白瓜籽施肥效果研究[J]. 黑龙江农业科学, 2011(10): 88.
- [9] 李锡香. 南瓜种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京: 中国农业出版社, 2007.
- [10] 陈源闽, 崔世茂. 西葫芦主要性状的相关分析[J]. 内蒙古农业科技, 1997(5): 16-17.
- [11] 赵福宽, 高退虹, 程继鸿, 等. 籽用南瓜主要产量性状的遗传力分析[J]. 北京农学院学报, 2000, 15(1): 1-3.

Correlation and Path Analysis About Yield Component Factors of Seed-used Pumpkin (*Cucurbita pepo* L.)

WANG Ping¹, ZHANG Yan¹, BAI Li-hua², LIU Jie-cai¹, YANG Wen-xiu¹

(1. College of Agronomy, Inner Mongolia Agricultural University, Key Laboratory of Wild Peculiar Vegetable Germplasm Resource and Germplasm Enhancement of Inner Mongolia Autonomous Region, Huihot, Inner Mongolia 010019; 2. Inner Mongolia Bayannaoer Academy of Agricultural Science, Bayannaoer, Inner Mongolia 015400)

Abstract: 125 seed-used pumpkin cultivated species (*Cucurbita pepo* L.) were used as the materials, the correlation, path and regression analysis were made between seed yield of single fruit and eight yield factors including length of fruit, width of fruit, weight of single fruit, seeds of single fruit, seed length, seed width, seed thickness and 100-seed weight. The results showed that most of yield factors was very closely related each other, but through further path analysis, it found that only seeds of single fruit and 100-seed weight played the directly influence on seed yield of single fruit, other factors just existed the indirect effect on seed yield singler fruit through the above two major factors. When other yield factors remained the average level, it was effective to increase the seed yield of single fruit by adding seeds of single fruit, 100-seed weight and weight of single fruit; the relationship between the fruit shape index and seed yield of single fruit was that seed yield of single fruit showed firstly increased and then decreased with increasing fruit shape index, and when the fruit shape index was 3.2, seed yield of single fruit reached the most.

Key words: seed-used pumpkin; seed yield; correlation; path analysis