

长豇豆农艺性状对产量和品质的 关联性研究*

谢文华 毛瑞昌

(园艺系)

提 要

用相关及通径分析研究了构成长豇豆产量各性状间及其与蛋白质间的关系,结果表明,单株结荚数对产量的贡献最大。其它与产量密切相关的性状(侧蔓数、第一侧蔓节位、采收期),均以较大的间接效应,通过单株结荚数而作用于产量的。因此,单株结荚数是决定产量至关重要的性状。

试验还表明,长豇豆主蔓结荚重量占全株产量的70~90%。荚肉重量是构成豆荚重量的主要组成部分,占荚重的80%以上。

蛋白质含量与豆荚长度呈显著正相关,与单荚重呈极显著正相关。荚长对蛋白质有较大的直接效应,而单荚重是通过荚长的间接效应较大而作用于蛋白质的。因此,荚长是决定蛋白质含量高低的主要性状。且荚长的广义遗传力达93.6%,选择效果好。

因此,在长豇豆选育工作中,注意选择单株结荚数目多,荚肉厚、荚长度长的单株或株系,有利于提高对产量和蛋白质性状的选择效果,可能育成高产量高蛋白的新品种。

关键词 长豇豆; 结荚数目; 结荚重量; 荚肉重量; 豆荚长度; 蛋白质

引 言

长豇豆(*Vigna sesquipedalis* Wight), 通称豆角, 全国广泛栽培, 是我国主要的高蛋白豆类蔬菜之一。目前在广东各地区栽培面积较大, 但产量不高, 对于高蛋白品种的选育更缺乏研究。有关长豇豆产量组成的遗传和通径分析已有报道^[1], 而对于蛋白质性状间关联性研究报道甚少。为此, 从1984年至1987年进行逐级分析构成单株产量、单荚重量, 主、侧蔓产量等因素的直接与间接效应, 以及与蛋白质的相关与通径等研究。为长豇豆高产高蛋白育种, 提高这些性状的选择效果和改进栽培技术措施, 提供理论依据。

* 本文承蒙李鹏飞、关佩聪两位教授全文审阅并提出宝贵意见; 邓向前高级实验师帮助测定蛋白质, 一并致谢。梁普兴和洪日新同学参加部份工作。

1989年1月5日收稿

材 料 和 方 法

1984~1987年以来,前后以浙江青、齐尾青、铁线青、富育青、猪肠豆、西宛白、珠燕、芦花白、金山豆、揭阳黑仁、浙江白、蛇豆、槎农、80公分、竹叶青等15个品种为材料,分春植和秋植两造,栽培于本校蔬菜试验场。田间试验采用随机区组设计,设3次重复,小区面积0.04亩,双行植,株行距40×15(cm),其它管理与普通栽培相同。

蛋白质测定:在各个品种的群体中,选择同一天开花的花朵进行挂牌标记,以后分别在开花后7天的幼荚期、荚果商品成熟期、生理成熟期三个时期,各个品种随机取样20条荚果进行测定。采鲜样后随即用105℃杀青15分钟,然后用80℃恒温条件烘干样品,恒重在60~70℃条件下15分钟称量一次,两次重量之差小于0.05克为标准。蛋白质测定用凯氏法自动定氮仪(日本,型号VS-KT.P)定氮,乘以6.25。

调查和统计方法:按各个品种每个重复随机取样10株,以单株或单荚为计值单位。调查性状:单株产量、结荚数、单荚重、采收期(第一次采收至末收的天数)、初花期(从播种至开花的天数)、叶面积(采用透明方格纸法)、第一侧蔓节位、侧蔓数、荚肉重、种子重、荚长,主、侧蔓结荚重量等。各性状以单株平均值为单位进行方差、协方差分析,计算性状间的表现型相关、遗传相关、环境相关,并估算广义遗传力。按Dewey和Lu所提出的方法进行通径分析^[8]。

结 果 和 分 析

(一) 产量组成因素间的关联性分析

1.主、侧蔓结荚重量比较:对12个常栽品种的主、侧蔓结荚重量进行调查(表1),结果表明:主蔓结荚重量平均占全株产量的80.1%,侧蔓占19.9%。但不同品种之间稍

表1

长豇豆主、侧蔓结荚重量比较表*

项 目	单 株 产 量 (g)	其 中 主 蔓 结 荚		其 中 侧 蔓 结 荚	
		重 量 (g)	占全株 (%)	重 量 (g)	占全株 (%)
$\bar{X}$	634.4	499.7	80.1	134.7	19.9
S	95.8	87.2	7.81	73.8	7.71
C·V%	15.10	17.45	12.30	54.79	29.11
最 高	814.6	680.2	95.0	271.8	33.4
最 低	506.2	375.3	66.6	44.5	5.0

* 表内数据为30株平均值,百分率换算为角度计算,春植

有差异,如浙江青、浙江白、竹叶青等品种,主蔓结荚重量占全株产量的90%以上,猪肠豆、槎衣、80公分等品种占70%左右。从变异系数来看,侧蔓(54.79%)比主蔓(17.45)大3倍多,说明侧蔓结荚重量易受环境和栽培条件的影响,变异范围较大。从相关与通径分析表明(图1),主蔓结荚重量与单株产量相关系数达到显著水准,对单株产量贡献较大。因此,长豇豆主蔓结荚重量是构成全株产量的主要组成部分。

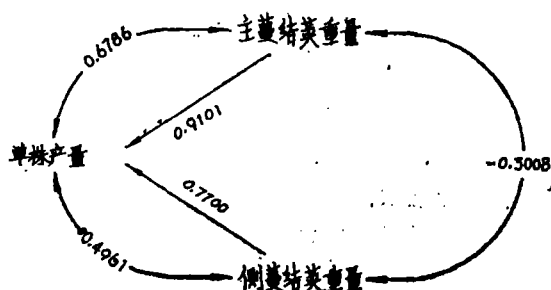


图1 主、侧蔓结荚对产量的相关与通径图

(单箭头表示因果关系,双箭头表示相关关系)

达到显著水准,对单株产量贡献较大。因此,长豇豆主蔓结荚重量是构成全株产量的主要组成部分。

2.主要农艺性状的相关与通径分析:了解性状间相互关系的密切程度,可以作为间接选择的依据。对6个常栽品种7个性状进行调查分析。从简单相关系数表明(表2):单株结荚条数(0.8850)、采收期(0.8269)、侧蔓数(0.6478)均与单株产量呈极显著正相关,第一侧蔓节位(-0.6248)与单株产量呈极显著负相关,其中以结荚数与产量相关系数最大。而结荚数又与采收期呈极显著正相关(0.7207),与第一侧蔓节位(-0.6356)和单荚重(-0.5762)呈显著负相关,采收期与叶面积呈显著正相关(0.5383)。用通径分析把简单相关系数剖分,以直接作用和性状间主要的相关关系表示(表3、图2)可见:(1)单株结荚数目对产量的直接作用最大(0.7358),是决定产量的主要性状。其它性状的间接作用较小。因此,增加单株结荚数目是提高产量的关键因素。

表2

产量组成因素相关系数表

性 状 相 关 系 数 r	单荚重	采收期	叶面积	第一侧蔓节位	开花期	侧蔓数	单株产量
单株结荚数	-0.5162 *	0.7207 **	0.1789	-0.6356 **	0.4041	0.4585	0.8850 **
单荚重		-0.3963	0.0065	0.3814	-0.0143	-0.2539	-0.3351
采收期			0.5383 *	-0.4096	-0.0007	0.4618	0.8269 **
叶面积				-0.0651	-0.4604	0.3406	0.3746
第一侧蔓节位					-0.2941	-0.3914	-0.6248 **
开花期						0.0491	0.2078
侧蔓数							0.6478 **

$$d = 16, r_{0.05} = 0.4683, r_{0.01} = 0.5897$$

表 8

单株产量通径分析表

性状 通径系数	单株 结荚数	单荚重	采收期	叶面积	第一侧 蔓节位	开花期	侧蔓数	与单株产量的 相关系数
单株结荚数	0.7358	-0.1158	0.1602	-0.0024	0.0752	-0.0550	0.0869	0.8850 **
单荚重	-0.3798	0.2242	-0.0881	-0.0001	-0.0451	0.0020	-0.0481	-0.3351
采收期	0.5303	-0.0888	0.2223	-0.0071	0.0484	0.0001	0.1217	0.8269 **
叶面积	0.1317	0.0015	0.1197	-0.0132	0.0077	0.0627	0.0646	0.3746
第一侧蔓节位	-0.4677	0.0855	-0.0903	0.0001	-0.1183	0.0401	-0.0742	-0.6248 **
开花期	0.2973	-0.0032	-0.0002	0.0061	0.0349	-0.1362	0.0090	0.2078
侧蔓数	0.3373	-0.0569	0.1427	0.0045	0.0373	-0.0067	0.1896	0.6478 **

(2) 采收期对产量有一定的直接效应 (0.223)，但主要是通过单株结荚数的间接效应较大 (0.5303) 而对产量起作用的。说明延长采收期是因结荚数目增多而提高产量。

(3) 侧蔓数对产量的直接效应 (0.1896) 不大，主要通过结荚数的间接效应 (0.3373) 较大和采收期的间接效应 (0.1427) 而共同作用于产量。说明分枝性强，侧蔓数多，采收期延长，使结荚数目多，产量则高。

(4) 第一侧蔓节位对产量的负向直接效应较小 (-0.1183)，主要通过结荚条数的负向间接效应较大 (-0.4677) 而影响产量。说明早分生侧蔓的品种，产量较高。

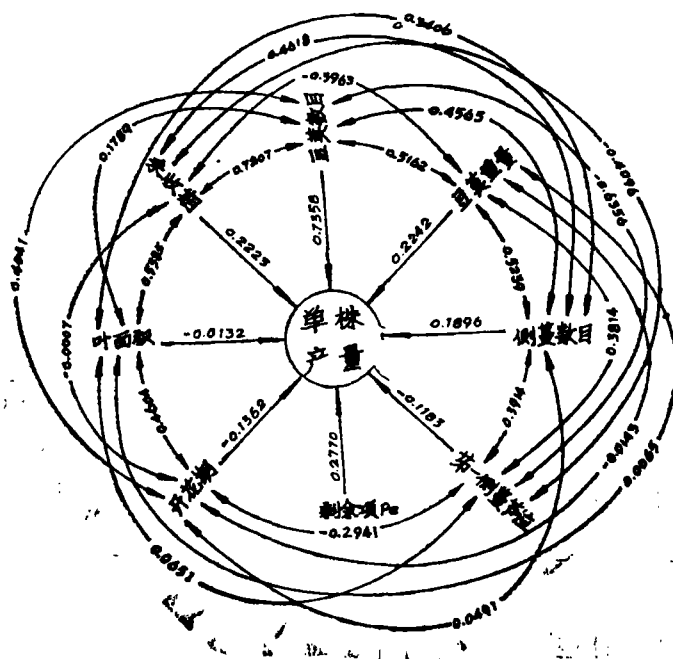


图 2 单株产量通径图示

(单箭头表示因果关系；双箭头表示相关关系)

从上述分析可认为：与产量最密切相关的因素是单株结荚数，其它与产量密切相关的性状，均是通过结荚数的间接效应较大而作用于产量。因此，单株结荚数目是决定产量至关重要的性状。

3、构成豆荚重量的主要性状分析：长豇豆豆荚的重量由荚肉和种子等因素组成，为了解这些性状间的关系，调查分析了12个品种9个性状。将相关分解为表现型相关，

表4 参试品种性状间的表现型相关，基因型相关，环境相关

性 状	种子鲜重	荚肉鲜重	种子数目	种子单粒重	豆荚条数	单荚长度	荚胚位数	成种率 (%)	广 义 力 传
豆荚鲜重	0.5222	0.9715**	0.3812	0.0720	0.5976*	.3863	0.5168	-0.3352	56.4
	0.4463	0.9753	0.1296	0.4192	0.5881	0.4515	-0.1388	-0.4092	
	0.6547	0.9707	0.7786	-0.4050	0.6676	0.3491	0.4001	-0.2042	
种子鲜重		0.3714	0.7975**	0.1660	0.7537**	-0.2809	-0.0719	0.2007	67.3
		0.2254	0.7786	0.2397	0.7523	-0.3723	-0.1566	0.2856	
		0.5965	0.8348	0.0399	0.7765	0.1012	0.1218	-0.0315	
荚肉鲜重			0.2614	0.0336	0.4810	0.4459	0.5941*	-0.4045	50.6
			-0.0884	0.4419	0.4514	0.5696	-0.1682	-0.5105	
			0.7545	-0.4647	0.5962	0.3043	0.4313	-0.2538	
种子数目				-0.4381	0.8008**	-0.0846	0.3512	0.2428	65.4
				-0.4170	0.7808	-0.1336	0.3396	0.3762	
				-0.4759	0.8789	0.1345	0.3795	-0.1071	
单粒种子重					-0.1917	-0.3531	-0.7255**	-0.0977	59.3
					-0.1053	-0.4439	-0.8392	-0.1846	
					-0.3989	-0.1382	-0.5284	0.1008	
豆荚条数						0.0146	0.1084	-0.2562	77.6
						0.0299	0.0806	-0.2839	
						-0.0913	0.1923	-0.1547	
单荚长度							0.6028*	-0.2859	93.6
							0.6529	-0.3623	
							0.5027	0.2355	
荚胚位数								0.0273	71.9
								0.1535	
								-0.3701	
成种率 (%)									79.6

注：表内各栏 γ 值由上至下依次为表现型相关、基因型相关、环境相关。只对表现型相关进行显著性检验。 $\gamma_{0.01(10)} = 0.7079$ ， $\gamma_{0.05(10)} = 0.5760$ ，百分率转换成角度 $\theta = \sin^{-1} \sqrt{x}$ 计算。

遗传型相关和环境相关，并估算广义遗传力。两个性状间的表现型相关，包含了遗传效应和环境效应，用公式表示即： $r_p = r_g \sqrt{h_1^2 h_2^2} + r_e \sqrt{(1-h_1^2)(1-h_2^2)}$ 。可见某一性状，若遗传力较大，则表现型相关主要由遗传效应所决定，反之，遗传力较小则环境作用就大。遗传相关反映了两个性状表现型相关中可遗传的部分，是对性状进行间接选择的可靠依据。环境相关反映对不同环境条件下引起性状间关系变化的影响。因此，三者必须同时考虑，并结合遗传力大小来分析。从表4可见：

(1) 荚肉重量与豆荚重量之间，三项相关系数都很大(0.9715, 0.9753, 0.9707)，其中以基因型相关值最大(0.9753)，广义遗传力50.6%。说明表现型相关达到极显著水准，主要受遗传效应的作用所决定，同时也受在同一方向的环境效应的影响。

(2) 豆荚条数与全株豆荚重量之间，表现型相关(0.5976)，达到显著水准，而且广义遗传力(77.6%)较大，说明表型相关在相当程度上能反映遗传相关。

(3) 单荚长度与荚胚位数之间，以基因型相关值(0.4515)较大，且广义遗传力最大(93.7%)。说明荚长主要受遗传效应控制，不易受环境及栽培条件的影响，在后代中容易固定，选择效果好。

(4) 种子重量仅与种子数和荚数相关甚密切。

上述分析表明：荚肉的重量是构成豆荚重量的主要组成部分。

4. 荚肉与种子对全株产量的作用比较：在商品成熟期调查了12个常栽品种的荚肉与种子重量比例(表5)。结果表明：荚肉的平均重量占全株豆荚产量的83.66%，种子占16.34%。从变异系数来看，荚肉重量的变异系数较小(4.21%)，种子重量变异较大(21.44%)。说明由于采收不及时，种子发育迅速而致。

因此，长豇豆产量组成性状除了考虑单株结荚数目多之外，还要选择荚肉厚的品种，这样不但产量高且品质好，不易露仁老化，耐贮运。

(二) 蛋白质含量性状间关联性分析

1. 蛋白质含量的变化动态：长豇豆的营养价值主要决定于它的蛋白质含量高低。测定4个品种的蛋白质积累过程(图3)，结果大致相同，都是花后7天的幼荚蛋白质绝对含量较低，至商品成熟期含量不断增加，从商品成熟期至生理成熟期，蛋白质含量基本趋于稳定，稍有提高。

2. 荚肉与种子蛋白质含量比较：豆科作物中的大豆、蚕豆等，其种子的蛋白质含量都较高^[2]，它们主要以鲜豆粒或干豆粒供人们食用。长豇豆以嫩荚作菜用。分别测定上述4个品种在商品成熟期的荚肉和种子的蛋白质含量。结果是：荚肉中平均为21.3%，

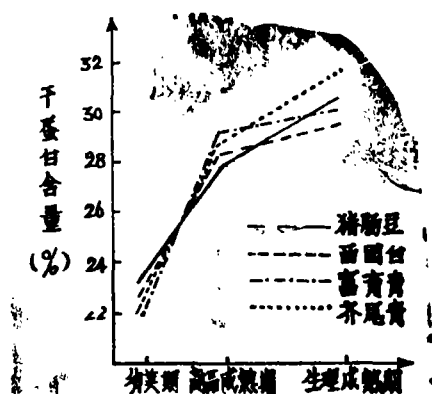


图3 豇豆不同品种各生育期蛋白质含量变化动态

种子为30.8%。且种子的蛋白质含量比较稳定,变异系数较小(1.2%),而荚肉则变异较大(8.4%)。这是由于品种不同,荚肉厚薄有异,另外采收标准也有影响而致。

3.蛋白质与若干性状的相关与通径分析:对6个品种的8个性状与蛋白质的关系进行分析研究。简单相关表明(表6):蛋白质含量与单荚重(0.6602)和荚长(0.4755)呈显著正相关;与单株结荚数(-0.6231)和单株产量(-0.5318)呈显著负相关。为进一步说明这些性状对蛋白质的作用大小以及相对重要性,进行通径分析,用直接作用的量和主要性状间的相关关系表示(表7、图4),可见:

(1) 荚长度对蛋白质有较大的直接作用(0.7395),其它性状间接作用很小。单荚重对蛋白质直接作用较小(0.1018),主要通过荚长的间接作用(0.3087)和单株荚数的间接作用(0.3188)较大,共同作用于蛋白质含量。因此,豆荚长度是影响蛋白质含量高低的主要因素。

(2) 播种至开花时间对蛋白质的直接作用较大(0.3564),但由于叶面积的负向间接作用较大(-0.4141),相互抵消而使两者相关不显著。从直接作用来分析,相对迟熟的品种比早熟种蛋白质含量高。

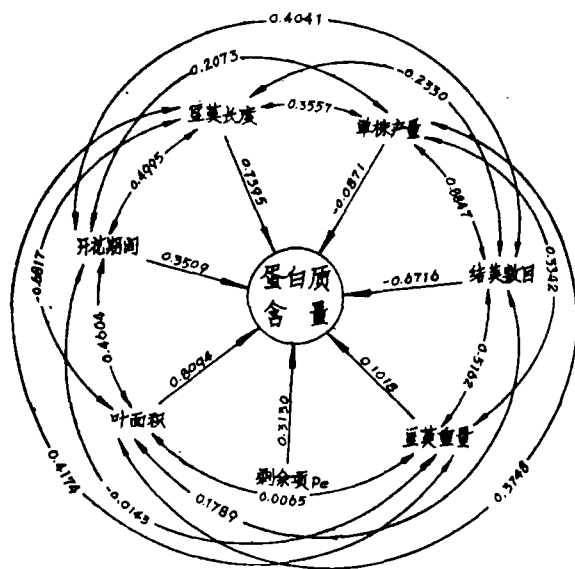


图4 蛋白质含量通径图

表5

长豇豆荚肉与种子重量比较表*

项 目	单株结荚重量 (g)	其中 荚 肉		其中 种 子	
		重 量 (g)	百分率 (%)	重 量 (g)	百分率 (%)
$\bar{X}$	211.53	176.98	83.66	34.56	16.34
S	31.85	28.71	2.737	8.06	2.741
C-V%	15.06	16.22	4.13	23.33	11.52
最 高	271.5	227.7	89.0	48.5	20.1
最 低	168.7	135.7	77.1	21.1	11.0

* 表内数据为30株平均值。百分率转换为角度计算。夏植。

(3) 叶面积对蛋白质有较大的直接作用,但因荚长等多个性状的负向间接作用而抵消,使两者相关不显著。从直接作用分析,相对叶面积大的品种,利于光合产物的制造和蛋白质的积累。因此,选择一定大小叶型的品种,注意合理密度与搭架方式,可提

高蛋白质含量。

(4) 结荚数对蛋白质负向直接作用较大, 其它性状的间接作用较小。单株产量对蛋白质直接作用较小, 主要通过结荚数的负向间接作用较大而作用于蛋白质含量。这主要由于单株结荚数目多, 养分较分散, 使蛋白质在每一荚中的含量相对降低而致。

表 6 蛋白质含量与若干性状的相关系数表

性状 相关系数	单株荚数	单荚重	叶面积	荚长	荚宽	开花时间	粒距	干蛋白 含量
单株产量	0.8847**	-0.3342	0.3748	-0.3557	-0.1633	0.2073	-0.1006	-0.5318*
单株荚数		-0.5162*	0.1789	-0.2330	-0.2552	0.4041	-0.1254	-0.6231**
单荚重			0.0065	0.4174	0.2777	-0.0143	-0.0999	0.6602**
叶面积				-0.6817**	0.1327	-0.4604	-0.2544	-0.0489
荚长					0.1913	0.4995*	-0.0142	0.4755*
荚宽						0.2161	0.0262	0.2126
开花时间							-0.0783	0.4181
粒距								-0.2665

$d_f = 16$

$\gamma_{0.05} = 0.4683$

$\gamma_{0.01} = 0.5897$

表 7 蛋白质含量通径分析表

性状 通径系数	单株产量	单株荚数	单荚重	叶面积	荚长	荚宽	开花期	粒距	与蛋白质 含量的相 关系数
单株产量	-0.0817	-0.5464	-0.0340	0.3371	-0.2630	0.0300	0.0728	-0.0465	-0.5318*
单株荚数	-0.0723	-0.6176	-0.0526	0.1609	-0.1723	0.0469	0.1418	-0.0580	-0.6231**
单荚重	0.0273	0.3188	0.1018	0.0058	0.3087	-0.0510	-0.0050	-0.0462	0.6602**
叶面积	-0.0306	-0.1105	0.0007	0.8994	-0.5041	-0.0244	-0.1616	-0.1177	-0.0489
荚长	0.0291	0.1439	0.0425	-0.6131	0.7395	-0.0352	0.1753	-0.0066	0.4755*
荚宽	0.0133	0.1576	0.0283	0.1193	0.1415	-0.1838	-0.0758	0.0121	0.2126
开花期	0.0169	0.0874	-0.0014	-0.4141	0.3694	0.0397	0.3564	-0.0362	0.4181
粒距	0.0082	0.0774	-0.0102	-0.2288	-0.0105	-0.0048	-0.0275	-0.0703	-0.2665

注: 对角线上的数据为直接作用值, 其它为间接作用值。

讨 论

本文在产量通径分析中,涉及7个性状,剩余通径系数 $P_e = 0.2770$,决定系数 $R^2 = 0.9233$,说明这些性状决定了单株产量变异的92.33%,在很大程度上可以影响产量高低。同样,在蛋白质通径分析中,涉及8个性状,剩余通径系数 $P_e = 0.3130$,决定系数 $R^2 = 0.9020$,说明这些性状决定蛋白质含量变异的90.20%,在较大程度上可以影响蛋白质含量水平。

但是,由于取样材料、时间、地点和统计估算方法等因子影响,还存在不同程度的误差,尤其品质还涉及到纤维、色泽、维生素含量等多方面的因素。因此,有关长豇豆产量和品质的数量性状方面的研究,还有待于进一步深入。

引 用 文 献

- 〔1〕王素等.中国蔬菜,1986: (8): 15—17
- 〔2〕吴冈梵等.陕西农业科学,1986: (2): 46
- 〔3〕Dewey, D.R. and K.H.Lu, Agron.J. 1959: (51): 511—518

RESEARCH ON THE CORRELATION OF AGRONOMIC CHARACTERS WITH
OUTPUT AND QUALITY OF THE YARDLONG BEAN

Xie Wenhua Mao Ruichang

(Department of Horticulture)

ABSTRACT

Experiments showed that the number of pods borne by the individual yardlong bean plant was an important agronomic character determining its output, and the weight of the pods borne on the main vine of the yardlong bean accounted for 70-90 per cent of the total output of the whole plant; the other 10-30 per cent coming from the lateral vines. Moreover, the weight of the pod flesh constituted over 80 per cent of the weight of the pod.

Analyses showed that the length of the pod decided determined its protein content level. The longer the pod, the higher the protein level. That the heritability of the pod length in the broad sense came up to as 93.6 per cent showed that it was not easily influenced by environmental conditions but easy to fix in progenies, easy to measure with the eye and favourable to seed selection.

Therefore, when yardlong bean seeds are to be selected for breeding, attention must be paid to select pods from individual plants or plant lines which are able to bear more and longer pods with thick flesh to provide seeds for propagating progenies, and so as to raise the output and protein content of the pod and to facilitate the breeding of new varieties with high yield and superior quality.

Key words: Yardlong bean; Number of pods; Pod weight; Length of pod; Protein