

亚有限型大豆品种单株生产潜力的比较研究

谢甫绋¹,李 斐¹,张惠君¹,王海英¹,Steven K. St. Martin²

(1. 沈阳农业大学农学院,沈阳 110161;2. Ohio State University,OH43210,USA)

摘要 为了探讨亚有限型大豆品种的单株生产潜力,在不同栽培条件下对辽宁和俄亥俄的 16 个品种进行了植株形态、产量构成因素的比较。结果表明,俄亥俄品种的平均分枝数、单株荚数、单株粒数和单株粒重都高于辽宁品种;而辽宁品种的平均株高、节间长度和百粒重都大于俄亥俄品种。俄亥俄品种和辽宁品种各性状与单株产量的关联序不同,单株荚数、单株粒数是限制辽宁省亚有限型大豆品种单株产量的主要因素。

关键词 大豆;产量潜力;农艺性状

中图分类号 S565.1 **文献标识码** A **文章编号** 1000-9841(2007)05-0675-05

COMPARISON ON YIELD POTENTIAL OF INDIVIDUAL PLANT BETWEEN SEMI-DETERMINATE SOYBEANS

XIE Fu-ti¹,LI Jie¹,ZHANG Hui-jun¹,WANG Hai-ying¹,Steven K. St. Martin²

(1. College of Agriculture,Shenyang Agricultural University,Shenyang 110161;2. Ohio State University,OH43210,USA)

Abstract To discuss yield potential of individual plant between semi-determinate soybeans,the comparison on morphological traits and yield components were conducted under different cultivation environments with 16 cultivars from Liaoning Province and Ohio, USA. The results showed that branches, pods per plant, seeds per plant and seed weight per plant of cultivars from Ohio were higher than those from Liaoning Province;while plant height, internode length and 100-seed weight of cultivars from Ohio were less than those from Liaoning Province. The correlation between agronomic traits and yield per plant was different, among cultivars from Liaoning Province and Ohio. The main factors limiting yield potential of individual plant were pods per plant and seeds per plant in Liaoning Province.

Key words Soybean;Yield potential;Agronomic traits

作物产量潜力的发挥,受品种、环境以及栽培措施三个方面的影响,优良的品种是关键,但如果没有好的环境条件和栽培措施,品种的产量潜力不能完全表达。欲提高作物产量水平,一方面可以通过遗传改良提高品种的产量潜力;另一方面,

可以合理的利用光、温、水、土等自然资源,及时发现阻碍作物产量提高的限制因子,改善作物生长的农田环境,充分挖掘品种的遗传潜力。Fehr^[1]指出美国由于育种使大豆产量的增加值为 15.1 kg ha⁻¹ yr⁻¹,每年递增 0.6%。我国大豆由于育种增

产速度较快,每年递增 0.87%,胡国华^[2]指出我国大豆高产基因的拓展仍有很大的潜力。美国的 Cooper^[3]提出了半矮秆大豆育种及密植高产理论,而我国大豆学者^[4,5]通过对高产大豆育种材料的研究,提出了大豆高产理想型模式及高产特异株型的具体量化指标。丁雪丽等^[6],王海英等^[7]对地理纬度相近的中美大豆品种进行了比较研究,结果表明,中美大豆株型育种还存在一定距离,美国俄亥俄大豆品种产量潜力较高,适应性较好。董钻、苗以农等^[8,9]通过大豆高产潜力表达条件及限制因素分析表明,大豆有很高的生产潜力,选育突破性高产品种是可能的。本研究采用地理纬度相近的中国辽宁省和美国俄亥俄州育成的 16 个有代表性的亚有限型大豆品种,在常规处理和非常规处理(低密度、高肥)下,对影响单株产量的形态性状和产量性状进行了比较,旨在探讨大豆品种的单株潜力,为我国大豆高产栽培和品种改良提供一定的理论依据。

1 材料和方法

选用中国辽宁省有代表性的 8 个亚有限型大豆品种为沈农 7 号(S7),沈农 10 号(S10),辽豆 11(L11),辽豆 12(L12),辽豆 13(L13),辽豆 14(L14),铁丰 31(T31)和铁丰 33(T33);引自美国俄亥俄州有代表性的 8 个亚有限型大豆品种为 Apollo, Darby, General, Kottman, OhioFG1, Tiffin, Hs93-4118, Hs96-3844)。试验于 2006 年在沈阳农业大学试验田进行。设两个处理,即常规处理(A1)(15 万株/hm² + 磷酸二铵 150 kg/hm²)和非常规处理(A2)(4.5 万株/hm² + 磷酸二铵 450 kg/hm²),3 次重复。2 行小区,行长 5 m,垄距 0.6 m。5 月 1 日播种,正常田间管理。成熟时,常规处理取样 10 株,供考种分析;非常规处理进行全区取样,全部进行单株考种。

借助 DPS 统计软件分析试验数据,其中关联度分析采用邓聚龙提出的灰色系统理论^[10],数据转化方式为标准化,分辨系数取 0.5,参数 $\Delta \min$ 的取值从各个数据序列各个时刻的绝对差值的比较来确定。

2 结果与分析

2.1 不同品种形态性状的比较

根据成熟时考种结果可以看出(表 1),在两种处理下,辽宁品种的平均株高($P_{A1} = 0.0001 < 0.01$, $P_{A2} = 0.0001 < 0.01$)和平均节间长度($P_{A1} = 0.0001 < 0.01$, $P_{A2} = 0.0004 < 0.01$)均显著大于俄亥俄品种,但辽宁品种的平均分枝数都显著小于俄亥俄品种($P_{A1} = 0.0001 < 0.01$, $P_{A2} = 0.0008 < 0.01$);辽宁品种和俄亥俄品种的平均主茎节数在两种处理下,差异都未达到显著水平($P_{A1} = 0.6843 > 0.05$, $P_{A2} = 0.8358 > 0.05$);但在常规处理下,辽宁品种的平均主茎节数略大于俄亥俄品种,在非常规处理下,俄亥俄品种的平均主茎节数略大于辽宁品种。品种间的新复极差测验进一步表明:在两处理下,辽宁品种沈农 10 号,株高最高,分别为 125.3 cm(A1)和 123.4 cm(A2),节间长度最长,分别为 5.2 cm(A1)和 4.7 cm(A2),分枝数最少,分别为 1.1(A1)和 3.7(A2),而株高最矮和节间长度最短的都是俄亥俄品种。但主茎节数和分枝数最多的都是俄亥俄品种,在常规处理下 Apollo 的分枝数(4.2)最多,在非常规处理下 General 的分枝数(8.3)最多,General 的主茎节数最多分别为 24.7(A1)和 26.7(A2)。

在非常规处理下,中美株高和节间长度与常规处理下相比,有减小的趋势,表明在低密度的环境下,植株之间的争夺养分和光照的竞争减小。主茎节数和分枝数有增大的趋势,表明在低密度高肥的环境下,有利于植株分枝的生长和节数的增加,充分发挥其生产潜力。

综上所述,辽宁省育成的亚有限型品种,植株较高大,节间长度较长,这种形态性状容易造成植株倒伏,因此,选育过程中为了防止倒伏,注重了少分枝数的选育,减弱了植株的分枝能力;而俄亥俄州选育的品种抗倒伏能力较强,分枝数的自我调节能力也较强,在美国本土进行高密度种植($4.5 \sim 5.0 \times 10^5$ plants ha⁻¹)时分枝较少,适应机械化收获,而当密度降低时,植株表现出很强的分枝能力,从而保证了品种的产量稳定性和较广的适应性。

2.2 不同品种产量性状的比较

根据考种结果,进行了品种产量性状的比较(表 2),从表 2 可以看出,在两种处理下,俄亥俄品

种的平均单株荚数 ($P_{A1} = 0.0001 < 0.01$, $P_{A2} = 0.0004 < 0.01$) 和平均单株粒数 ($P_{A1} = 0.0008 < 0.01$, $P_{A2} = 0.0011 < 0.01$) 都显著大于辽宁品种;但辽宁品种的平均百粒重显著大于俄亥俄品种 ($P_{A1} = 0.0001 < 0.01$, $P_{A2} = 0.028 < 0.05$); 俄亥俄品种平均单株粒重在两处理下都大于辽宁品种,在常规处

理下,其差异没有达到显著水平 ($P = 0.8344 > 0.05$),而在非常规处理下差异显著 ($P = 0.0212 < 0.05$);俄亥俄品种的平均每荚粒数都小于辽宁品种,但差异不显著 ($P_{A1} = 0.3094 > 0.05$, $P_{A2} = 0.3225 > 0.05$);辽宁品种和俄亥俄品种的粒茎比差异不显著 ($P = 0.7916 > 0.05$, $P = 0.1860 > 0.05$)。

表 1 不同处理下中美品种形态性状的比较

Table 1 Comparison on morphological characters of soybean cultivars from different region under different treatments

品种 Cultivar		株高		主茎节数		分枝数		节间长度	
		Plant height/cm		Nodes		Branches		Internode length/cm	
		A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2
俄亥俄品种 Ohio cultivar	Apollo	91.6	88.3	19.3	20.3	4.2	5.1	4.7	4.3
	Darby	97.1	88.7	24.2	24.9	3.4	5.8	4.0	3.6
	General	103.3	100.1	24.7	26.7	4.0	8.3	4.2	3.7
	Kottman	96.0	92.7	22.5	24.7	2.7	4.9	4.3	3.8
	OhioFG	193.4	88.9	19.2	22.1	3.9	6.4	4.9	4.0
	Tiffin	95.5	97.1	22.1	25.8	4.0	6.1	4.3	3.8
	Hs93-4118	96.4	94.0	22.9	25.6	3.9	5.0	4.2	3.7
	Hs96-3844	86.6	89.5	18.6	21.2	2.6	4.7	4.7	4.2
	平均值 Mean	95.0A	92.4A	21.7a	23.9a	3.6A	5.8A	4.4A	3.9A
	S7	104.7	102.1	22.0	26.2	1.2	4.6	4.8	3.9
辽宁品种 Liaoning cultivar	S10	125.3	123.4	23.9	26.3	1.1	3.7	5.2	4.7
	L11	105.7	105.5	22.3	24.4	2.6	5.0	4.7	4.3
	L12	93.5	92.6	20.6	22.0	1.4	5.6	4.5	4.2
	L13	99.9	97.8	21.6	24.1	1.4	6.2	4.6	4.1
	L14	100.9	100.7	23.6	24.9	3.5	5.7	4.3	4.0
	T31	94.0	84.6	20.9	22.6	2.8	4.5	4.5	3.7
	T33	96.3	85.9	19.9	20.1	2.3	4.8	4.8	4.3
	平均值 Mean	102.5B	99.1B	21.8a	23.8a	2.0B	5.0B	4.7B	4.2B

表 2 不同处理下中美品种产量性状的比较

Table 2 Comparison on yield components of soybean cultivars from different region under different treatments

品种 Cultivar		单株荚数		单株粒数		每荚粒数		单株粒重		百粒重		粒茎比	
		Pods		Seeds		Seeds		Seeds weight		100-seed		Seed-stem	
		per plant		per plant		per pod		per plant/g		weight/g		ratio	
		A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2
俄亥俄品种 Ohio cultivar	Apollo	76.4	194.4	152.3	365.0	2.0	1.9	23.6	58.6	16.6	17.7	1.0	1.0
	Darby	76.3	222.5	170.3	538.3	2.2	2.4	21.5	74.3	13.6	15.6	0.8	1.0
	General	77.7	296.7	177.3	714.9	2.3	2.4	21.7	113.4	14.4	16.1	0.7	1.0
	Kottman	50.3	158.4	119.2	384.0	2.4	2.4	16.4	55.1	14.6	15.5	0.7	0.9
	OhioFG	154.7	193.9	104.7	381.2	1.9	2.0	19.0	74.9	20.4	22.6	0.8	0.8
	Tiffin	68.1	257.8	131.3	511.4	1.9	2.0	21.6	93.8	16.1	18.7	0.9	1.0
	Hs93-4118	64.7	222.5	139.1	469.6	2.2	2.1	21.6	71.4	16.7	16.3	0.9	0.9
	Hs96-3844	41.1	144.9	89.0	329.2	2.2	2.3	14.2	60.8	19.5	18.7	0.8	0.8
	平均值 Mean	63.7A	211.4A	135.4A	461.7A	2.1a	2.2a	20.0a	75.3a	16.5A	17.7a	0.8a	0.9a
	S7	42.5	156.7	96.4	367.7	2.3	2.3	18.7	70.0	20.2	20.6	0.8	0.8
辽宁品种 Liaoning cultivar	S10	54.9	155.6	119.2	351.3	2.2	2.3	22.3	60.5	20.1	19.8	0.7	0.8
	L11	41.5	147.0	92.6	324.4	2.2	2.2	17.4	62.2	20.5	19.3	0.6	0.8
	L12	35.0	132.5	73.7	286.7	2.1	2.2	15.9	58.3	23.8	22.0	0.9	0.9
	L13	30.7	146.0	64.7	316.5	2.1	2.2	13.2	70.1	22.3	22.3	0.6	0.7
	L14	63.2	222.5	139.5	546.9	2.2	2.5	20.8	62.4	15.0	14.3	1.1	0.7
	T31	54.6	214.5B	121.0	498.2	2.2	2.3	19.0	78.4	17.1	16.6	1.0	1.0
	T33	59.9	160.1	140.1	379.9	2.3	2.4	29.9	68.3	23.2	22.9	0.9	0.8
	平均值 Mean	47.8B	166.9B	105.9B	383.9B	2.2a	2.3a	19.6a	66.3b	20.3B	19.7b	0.8a	0.8a

从表2可以看出,辽宁品种和俄亥俄品种在不同处理下各品种之间产量性状值是有差异的,在常规处理下,辽宁品种间单株荚数、单株粒数、单株粒重、粒茎比、百粒重和每荚粒数的变异系数分别是30%、32%、32%、21%、16%和5%,俄亥俄品种间分别是27%、28%、27%、27%、15%和8%。在常规处理下,辽宁品种间单株荚数、单株粒数、单株粒重的变异系数大于俄亥俄品种,说明辽宁省育成的亚有限型品种间性状表达存在较大的差异,生产上应因地制宜地选用品种,而俄亥俄育成的品种品种间性状差异较小,生产上品种选用余地较大。俄亥俄品种 General 在两处理下的单株荚数和单株粒数最多分别为 77.7 (A1), 296.7 (A2) 和 177.3 (A1), 714.9 (A2); 在常规处理下铁丰 33 的单株粒重 (29.9 g)最大,辽豆 12 号百粒重 (23.8 g)最大;在非常规处理下俄亥俄品种 General 的单株粒重 (113.4 g)最大,百粒重最大是铁丰 33 为 22.9 g。

表3 常规处理下农艺性状与单株粒重的关联系数、关联度及关联序

Table 3 Correlation analysis between agronomic traits and seed weight per plant under normal treatment											
	农艺性状 Agronomic traits	品种 Cultivar								关联序 Correlation Sequence	位次 Order
		Apollo	Darby	General	Kottman	OhioFG1	Tiffin	Hs93-4118	Hs96-3844		
俄亥俄品种 Ohio cultivar	X1	1.861	0.044	1.198	1.319	0.047	0.420	0.207	0.063	0.786	3
	X2	3.041	0.550	0.909	0.855	0.199	0.286	0.227	3.387	0.681	6
	X3	2.171	0.573	0.733	1.472	0.752	0.366	0.021	0.491	0.719	5
	X4	0.184	0.734	0.154	0.286	0.822	0.033	0.017	0.178	0.874	1
	X5	0.226	0.441	0.490	0.143	0.370	0.201	0.435	0.156	0.858	2
	X6	0.610	0.652	0.822	0.595	0.709	0.663	0.388	0.302	0.752	4
	X7	1.100	1.682	1.413	0.343	1.895	0.686	0.415	3.058	0.610	7
	农艺性状 Agronomic traits	品种 Cultivar								关联序 Correlation Sequence	位次 Order
		S7	S10	L11	L12	L13	L14	T31	T33		
辽宁品种 Liaoning cultivar	X1	0.395	1.688	0.770	0.128	1.022	0.392	0.701	2.654	0.694	4
	X2	1.841	0.109	1.274	0.212	0.680	0.124	0.476	3.515	0.714	3
	X3	0.286	0.925	0.806	0.152	1.110	0.995	0.517	3.453	0.689	5
	X4	0.793	1.542	1.079	0.018	0.544	1.397	1.018	1.721	0.665	6
	X5	0.256	0.061	0.069	0.310	0.145	1.057	0.701	1.037	0.823	2
	X6	0.145	0.065	0.010	0.373	0.161	0.947	0.655	0.849	0.839	1
	X7	0.163	0.595	0.538	1.918	1.963	1.989	0.930	1.067	0.644	7

在非常规处理下,俄亥俄品种和辽宁品种各性状与单株产量的关联序与常规处理下不同(表4),俄亥俄品种各农艺性状与单株产量的关联序依次是单株荚数>分枝数>单株粒数>株高>主茎节数>结荚高度>百粒重。辽宁品种各农艺性状与单株产量的关联序依次是单株粒数>单株荚数>百粒重>主茎节数>结荚高度>株高>分枝数。

进一步表明俄亥俄品种的单株产量潜力大于辽宁品种。

2.3 不同品种农艺性状与单株粒重的关联序分析

为了进一步了解影响中美品种单株产量的因素,分别对辽宁品种和俄亥俄品种在两处理下的单株产量与农艺性状进行关联度分析(表3)。

从表3中看出,在常规处理下,俄亥俄品种和辽宁品种各性状与单株产量的关联序不同,俄亥俄品种各农艺性状与单株产量的关联序依次是分枝数>单株荚数>株高>单株粒数>主茎节数>结荚高度>百粒重;辽宁品种各农艺性状与单株产量的关联序依次是单株粒数>单株荚数>结荚高度>株高>主茎节数>分枝数>百粒重。在常规处理下,与美国亚有限品种单株产量密切相关的主要因素是分枝数、单株荚数、株高、单株粒数,而辽宁亚有限品种单株产量密切相关的主要因素是单株粒数、单株荚数、结荚高度以及株高。

在两种处理下,中美大豆品种的农艺性状与单株产量的关联度不同,无论是在哪种处理下单株粒数和单株荚数对辽宁品种单株产量的影响很大,即在改良辽宁品种单株产量方面,单株荚数、单株粒数是极为重要的因素。这和孙贵荒等^[11]的结果是一致的。

表4 非常规处理下农艺性状与单株粒重的关联系数、关联度及关联序
Table 4 Correlation analysis between agronomic traits and seed weight per plant under abnormal treatment

	农艺性状 Agronomic traits	品种 Cultivar								关联序 Correlation Sequence	位次 Order
		Apollo	Darby	General	Kottman	OhioFG1	Tiffin	Hs93-4118	Hs96-3844		
俄亥俄品种 Ohio cultivar	X1	0.089	0.788	0.182	1.095	0.775	0.124	0.545	0.072	0.799	4
	X2	0.367	0.212	3.011	2.146	0.055	0.112	0.569	2.069	0.689	6
	X3	0.661	0.471	0.756	1.350	0.762	0.144	0.902	0.402	0.711	5
	X4	0.259	0.045	0.186	0.271	0.523	0.657	0.486	0.141	0.841	2
	X5	0.509	0.273	0.231	0.033	0.332	0.012	0.417	0.591	0.851	1
	X6	0.085	0.657	0.065	0.412	0.619	0.548	0.258	0.310	0.821	3
	X7	0.869	0.826	2.580	0.132	2.093	0.502	0.371	1.184	0.642	7
	农艺性状 Agronomic traits	品种 Cultivar								关联序 Correlation Sequence	位次 Order
		S7	S10	L11	L12	L13	L14	T31	T33		
辽宁品种 Liaoning cultivar	X1	0.326	2.835	1.137	0.680	0.677	0.712	2.994	1.366	0.587	6
	X2	0.622	2.467	0.543	0.664	0.785	0.540	2.139	1.912	0.601	5
	X3	0.524	2.016	0.898	0.364	0.436	1.089	2.389	2.065	0.601	4
	X4	1.114	0.788	0.642	1.961	0.881	1.470	2.426	0.626	0.579	7
	X5	0.877	0.528	0.017	0.167	1.206	2.262	0.383	0.508	0.727	2
	X6	0.746	0.512	0.034	0.142	1.314	2.361	0.574	0.347	0.728	1
	X7	0.281	0.882	0.491	1.982	0.279	1.251	2.866	0.763	0.638	3

X1,X2,X3,X4,X5,X6,X7 分别表示株高,结荚高度,主茎节数,分枝数,单株荚数,单株粒数,百粒重。
X1,X2,X3,X4,X5,X6,X7 stands for plant height,nodes,branches,pods per plant,seeds per plant,100-seed weight,respectively.

3 讨论

在常规和非常规处理下,俄亥俄品种的平均株高、平均节间长度^[6,7]都比辽宁品种小,这与俄亥俄品种抗倒伏性强、适应于机械化作业的实际状况是紧密联系的;俄亥俄品种的平均百粒重相对比较小,而俄亥俄品种的平均分枝数、单株荚数、单株粒数和单株粒重却都高于辽宁品种^[6,7]。大豆产量的构成因素是多方面的,且各个方面是相互制约和相互联系的。

辽宁品种和俄亥俄品种在不同处理下的表现不完全一致,这表明品种遗传性状的表现不但受环境和栽培措施的影响^[12],而且品种也通过自身性状表现的不同来适应环境的变化,在高密度低肥的情况下,品种就通过增加株高来获得更多的养分和光照,而在低密度高肥的情况下,品种又通过增加分枝数和节数来获得更高的产量,从而充分发挥其产量潜力^[13]。

大豆栽培种的产量可以通过育种对性状进行改良来提高^[13],通过引进国外优良种质资源^[14],来改良辽宁品种的某些性状是非常重要的,从试验数据看出俄亥俄品种的一些形态性状和产量性状优于中国辽宁省的大豆品种,因此用俄亥俄品种作为亲本,来改良辽宁品种的某些性状,将是提高辽宁省大豆品种潜力的又一条途径。

参 考 文 献

[1] Febr W R. Breeding methods for cultivar development[A]. In:

Wlicox J R (ed). Soybean: Improvement, Production and Uses [M]. 2nd edn. Madison, Wisconsin. 1987;249 – 293.
[2] 胡国华. 大豆高产基因的拓宽与改良的途径与方法[J]. 大豆科学,1994,11(4):364 – 370.
[3] Cooper R L,Mendiola T,SK St-Martin,et al. Registration of‘ Apex’ soybean[J]. Crop Science,2003,43:1563.
[4] 盖钧镒,游明安,邱家驯,等. 大豆育种应用基础和技术研究进展[M]. 南京:江苏科学技术出版社,1999;3 – 12.
[5] 董钻,张仁双. 大豆特异高产株型材料创新的思路和实践[J]. 大豆通报,1993,1:11 – 12.
[6] 丁雪丽,谢甫绶,王海英,等. 中美不同年代大豆品种农艺性状的比较[J]. 沈阳农业大学学报,2006,37(4):565 – 568.
[7] 王海英,谢甫绶,张惠君,等. 中国与美国近地理纬度地区新育成大豆品种的比较研究[J]. 大豆科学,2005,24(4):286 – 290.
[8] 董钻,谢甫绶,王晓光,等. 大豆高产潜力表达条件的研究[J]. 国外农学 – 油料作物,1996,1:32 – 35.
[9] 苗以农. 大豆高产潜力限制因素分析及高产类型设想[J]. 大豆通报,1994,1:23 – 24.
[10] 邓聚龙. 灰色系统基本方法[M]. 武汉:华中理工大学出版社. 1987.
[11] 孙贵荒,宋书宏,刘小丽,等. 辽宁省大豆更替品种主要农艺性状的改变与更替[J]. 大豆科学,2001,20(1):30 – 34.
[12] 董钻,沈秀瑛. 作物栽培学总论[M]. 北京:中国农业出版社,2000;1 – 2.
[13] Evans L T,Fischer R A. Yield potential:Its definition,measurement, and significance[J]. Crop Science,1999,39:1545 – 1551.
[14] Ali Ustun,Fred L Allen,Burton C English. Genetic Progress in Soybean of the U. S. Midsouth[J]. Crop Science,2001,41:993 – 998.