

吉林辽宁两省不同大豆品种 自然固氮能力调查*

徐玲玫 樊 蕙 崔 阵 葛 诚

(中国农科院土肥所)

孙淑荣 张桂芝 关勤智 刘光安

(吉林农科院土肥所)

宋玉清

(辽宁农科院土肥所)

摘 要

对吉林黑土和辽宁棕壤上的18个大豆品种分别作了自然固氮能力调查,结果说明在同样条件下不同种质大豆的固氮能力有很大差异。两年结果表明,吉林21、吉林23、长8210-4、吉林27等有较高的固氮能力。吉林23无论植株干重还是固氮量均为最高。辽宁以辽86-5453、辽85-8538、83-5020表现较好,其中辽86-5453最好。同时还讨论了同一大豆品种与不同菌株共生时对共生体系固氮能力的影响。

关键词 自然固氮能力;共生体系;土著根瘤菌株;大豆

前 言

豆科作物和根瘤菌共生固氮是植物和根瘤菌双边诸多基因参与的复杂过程^[4],这种复杂关系显然是受两个共生体基因互补作用所致^[11]。国外对含有 R_{j_2} 、 R_{j_3} 和 R_{j_1} 显性基因的大豆品系有不少报导^[5,6,9]。Caldwell(1966)研究了有 R_{j_2} 显性基因的大豆品种限制US-

* 国家自然科学基金资助项目
本文于1993年5月4日收到。
This paper was received on May 4, 1993.

DA7, USDA14 和 USDA122 菌株的结瘤^[4], Devine 等(1991)在一项关于慢生大豆根瘤菌亚洲种群(主要来自中国东北地区)的调查中发现有一半菌系不能在有 R_{j_2} 的植株上形成正常的根瘤^[7], 但 R_{j_2} 基因型在亚洲大豆品系上出现的频率很低(1.8%), 在野生大豆上较高(12.1%)^[7], 然而 R_{j_1} 在亚洲栽培大豆品系和野生大豆上出现的频率都很高, 分别为 28% 和 63.3%^[6,7], 这可能对与 R_{j_1} 不相容菌株的结瘤固氮极为不利^[5,8,9]。我国大豆产区哪些品种带有这些能抑制某些菌株结瘤的基因未见报导。实践证明提高大豆产量应该是大豆育种家、栽培学家和根瘤菌专家共同的奋斗目标。本研究对吉林、辽宁两省部分主栽品种或换代品种进行自然固氮能力调查, 比较出固氮能力高的品种, 同时从其根瘤分离土著根瘤菌株与不同固氮能力的品种组合, 并分析比较不同菌株对固氮能力的影响, 为进一步生产应用提供依据。

材 料 和 方 法

供试大豆品种, 吉林省 8 个, 辽宁省 10 个, 分别引自吉林农科院大豆所, 长春市农科所、辽宁农科院原子能所等单位。

供试菌株从吉林省分离的土著大豆根瘤菌株, 参照菌株为美国高效生产菌株 USDA110(见表 1)。

一、自然固氮能力调查

1. 吉林省盆栽试验: 试验于 1991 年、1992 年进行, 土壤为黑土(取自吉林农科院试验农场), 每盆底部装有大小石子 0.3 斤、砂子 0.2 斤、土 2 斤, 在盆一侧装有一玻璃管, 管口塞上棉花, 每盆浇水 250ml, 用两层聚丙烯塑料薄膜(耐高温)包好盆口, 作为不灭菌处理, 但每个大豆品种都设一个灭菌土作不结瘤对照。每盆播 6 粒种子(3 穴), 出苗后, 每盆定苗 2 株, 3 次重复, 随机排列, 在后期全部取样做各种测定。

2. 辽宁省盆栽试验, 土壤为棕壤(取自辽宁省农科院后山), 每盆装土 14 斤、不灭菌、设 6 个重复做品种间比较, 每盆播 6 粒种子, 出苗后每盆定苗 2 株, 苗期取样做结瘤情况调查, 成熟后收获, 测植株干重, 全氮、荚数、百粒重和单株产量。

二、大豆品种—不同土著菌株共生体系固氮能力的比较

供试大豆品种, 从 1991 年自然固氮能力调查中选出固氮能力高, 较高和较低的四个大豆品种: 吉林 23、吉林 27、长 8210—4 和长农 5 号(表 1)。

供试菌株, 慢生大豆根瘤菌株, 2412、2426、2442、2428、2424、2421、2427 和快生大豆根瘤菌株 2411, 参照菌株为 USDA 110(见表 1)。

土壤为吉林省黑土, 装盆同前, 按常规方法灭菌, 每个大豆品种都设不接种对照, 3 次重复, 盛花期全部取样测定酶活性, 植株干重, 全氮, 瘤重和株高等。

表 1 供试的大豆品种和菌株

Table 1 Soybean cultivars and bacterial strains, examined

大豆品种 Soybean cultivar	来源 Source	大豆品种 Soybean cultivar	来源 Source
吉林 21 Jilin 21	吉林农科院大豆所	辽豆-3号 Liao DC-3	辽宁农科院原子能所
吉林 23 Jilin 23	吉林农科院大豆所	辽豆-4号 Liao DO-4	辽宁农科院原子能所
吉林 25 Jilin 25	吉林农科院大豆所	83-5020	辽宁农科院原子能所
吉林 27 Jilin 27	吉林农科院大豆所	辽 86-5453 Liao 86-5453	辽宁农科院原子能所
长 8214-1 Chang-8214-1	吉林长春市农科所	辽 85-8538 Liao 85-8538	辽宁农科院原子能所
长 8210-4 Chang-8210-4	吉林长春市农科所	开育 9号 Kai yu 9	辽宁开原县农科所
长 8402-10-1 Chang-8402-10-1	吉林长春市农科所	开育 10号 Kai yu 10	辽宁开原县农科所
长农 5号 Changnong-5	吉林长春市农所	铁丰 24 Tie fen24	辽宁铁岭农科所
丹豆-5号 Dandou-5	辽宁丹东市农科所	铁丰 18 Tie fen 18	辽宁铁岭农科所
菌 株			
大豆根瘤菌株 Strains	来源 Source	大豆根瘤菌株 Strains	来源 Source
2412 <i>B. japonicum</i>	吉林农科院土肥所	2424 <i>B. japonicum</i>	吉林农科院土肥所
2426 <i>B. japonicum</i>	吉林农科院土肥所	2421 <i>B. japonicum</i>	吉林农科院土肥所
2442 <i>B. japonicum</i>	吉林农科院土肥所	2427 <i>B. japonicum</i>	吉林农科院土肥所
2411 <i>S. fredii</i>	吉林农科院土肥所	USDA 110 <i>B. japonicum</i>	USDA
2428 <i>B. japonicum</i> -	吉林农科院土肥所		

试 验 结 果

一、自然固氮能力调查

(一)吉林黑土,吉林省 8 个栽培大豆品种在土培条件下,花后期测定其固氮量观察到自然固氮能力在品种间表现出明显的差别。吉林 23 固氮量最高,与其他 7 个品种相比在 5%水平表现出极显著差异(见表 2),其次是吉林 21、长 8210-4, 2 个品种的固氮量在同一水平(5%)上显著高于长农 5 号,同时吉林 27、吉林 25 与长农 5 号,长 8402-10-1、长 8214-1 也在 5%水平上表现出显著差异,8 个品种中长农 5 固氮量最低(表 2)。

以各品种不灭菌减去灭菌(对照)的植株干重,其趋势与固氮量基本一致,吉林 23 最高,吉林 21 次之,长农 5 号最低,长 8214-1 干重居第三位但固氮量却不高,说明固氮效率低。

表2 吉林省不同大豆品种自然固氮能力调查

Table 2 Investigation of nitrogen fixation ability for different soybean cultivar in Jilin province (1991)

品 种 Cultivar	项 目 处 理 Treatment	株 高	根 瘤 数	鲜 瘤 重	固 氮 酶 活 性	植 株 干 重	植 株 全 N	固 氮 量 ⁽¹⁾	LSD 5%
		Plant height (cm/plant)	(个/株) No. of nodule (No./plant)	(g/株) Fresh weight (g/plant)	Nase activity (nmC ₂ H ₄ / plant. h)	(g/株) Dry weight (g/plant)	(g/株) TN (g/plant)	(g/株) N ₂ fixed (g/plant)	
吉林 23 Jilin 23	灭 菌 Sterilized	26.08	0	0	0	1.867	1.446		
	不 灭 菌 Unsterilized	34.08	69.33	1.33	1133.30	3.297	2.932	1.486	a
长 8210 —4Chang 8210—4	灭 菌 Sterilized	31.30	0	0	0	1.877	1.459		
	不 灭 菌 Unsterilized	35.83	143.67	2.02	2083.30	2.623	2.131	0.672	bc
长农 5号 Chang- nong 5	灭 菌 Sterilized	33.58	0	0	0	1.99	1.753		
	不 灭 菌 Unsterilized	37.67	89.00	1.60	2425.00	2.31	1.923	0.188	f
吉林 27 Jilin 27	灭 菌 Sterilized	33.67	0	0	0	1.963	1.543		
	不 灭 菌 Unsterilized	33.17	75.33	1.60	5383.30	2.600	2.124	0.581	bcd
吉林 21 Jilin 21	灭 菌 Sterilized	27.00	0	0	0	1.856	1.492		
	不 灭 菌 Unsterilized	32.58	89.00	2.13	5850.00	2.890	2.301	0.809	b
吉林 25 Jilin 25	灭 菌 Sterilized	35.58	0	0	0	2.333	1.805		
	不 灭 菌 Unsterilized	34.67	86.00	2.03	4216.70	2.710	2.370	0.475	cde
长 8401— 10—1Ch ang8401 —10—1	灭 菌 Sterilized	35.33	0	0	0	1.860	1.543		
	不 灭 菌 Unsterilized	39.25	94.00	2.13	3983.30	2.240	1.858	0.315	ef
长 8214 —1Chang 8214—1	灭 菌 Sterilized	26.83	0	0	0	1.540	1.640		
	不 灭 菌 Unsterilized	33.92	161.33	1.73	1983.30	2.160	1.993	0.353	def

(1)不灭菌处理的全氮量—灭菌处理的全氮量(平均值)

根瘤数量和固氮酶活性,固氮量最高的品种吉林 23、吉林 21 主侧根瘤数都不高,尤其是吉林 23 根瘤总数及鲜瘤重都较低,植株干重和固氮量却很高,而瘤数最多,鲜瘤重最高和较高的品种长 8214—1、长 8402—10—1 等固氮量并不高(表 2)。本测定表明在自然土壤条件下,根瘤总数、重量与固氮效率并不总是相关的,这取决于品种和菌株之间的亲和性,根瘤数量和重量方面在品种间都表现出遗传学上的变化幅度,这种共生之间的复杂关系显然受 2 个共生体众多基因的调控和制约^[3,10,11]。固氮酶活性测定结果吉林 21、吉林 27 最高,吉林 23 最低,根瘤最多的长 8214—1 固氮酶活性也较低,尤其是吉林 23 最低的

固氮酶活性与最高的植株干重和固氮量相矛盾,这是由于固氮酶活性只是一个瞬间值与测定时所处的阶段有关,1992年的重复测定结果却是:吉林 23 酶活最高就证明了这一点(表 3)。至于长 8214-1 瘤多酶活性低,可能由于品种和结瘤菌株的亲合性有关^[3]。

大豆植株的株高除吉林 27 与灭菌对照相同,吉林 25 略低外,其它 6 个品种株高都有不同程度的增加,1991、1992 年两年结果一致(表 3)。

表 3 吉林省不同大豆品种自然固氮能力调查

Table 3 Investigations of nitrogen fixation ability for different soybean cultivar in Jilin province (1992)

品 种 Cultivar	项 目 Item 处 理 Treatment	株 高	根 瘤 数	鲜 瘤 重	固 氮 酶 活 性	植 株 干 重	植 株 全 N	固 氮 量	LSD 5%
		Plant height (cm/plant)	(个/株) No. of nodule (No. /plant)	(g/株) Fresh weight (g/plant)	Nase activity (nm C ₂ H ₄ /plant. h)	(g/株) Dry weight (g/plant)	(g/株) TN (g/plant)	(g/株) N ₂ fixed (g/plant)	
吉林 23 Jilin 23	灭 菌 Sterilized	31.40	0	0	0	4.37	3.06		a
	不 灭 菌 Unsterilized	34.40	20.5	1.07	15000	6.55	5.07	2.015	
长 8210 —4 Chang 8210—4	灭 菌 Sterilized	31.42	0	0	0	3.37	2.39		a
	不 灭 菌 Unsterilized	35.40	31.83	0.67	15000	6.45	4.37	1.971	
长农 5 号 Chang- nong 5	灭 菌 Sterilized	34.20	0	0	0	3.41	2.12		b
	不 灭 菌 Unsterilized	37.70	17.00	0.85	10000	5.5	3.21	1.089	
吉林 27 Jilin 27	灭 菌 Sterilized	30.62	0	0	0	4.73	3.13		b
	不 灭 菌 Unsterilized	33.60	21.84	1.08	8666.67	6.07	4.35	1.220	

在上述调查基础上选出固氮能力高、较高和较低四个品种:吉林 23、长 8210-4、吉林 27 和长农 5 号,在相同条件下做了重复试验,结果与 1991 年趋势基本一致,吉林 23 的植株干重、固氮量仍然最高,长 8210-4 次之,在根瘤数量、鲜重上吉林 23 仍然较低,但酶活最高,表明吉林 23 与当地某些土著菌株有较好的亲合性。长农 5 号无论固氮量、干重或瘤数都最低(表 3),两年结果证明吉林 23、长 8210-4 是在黑土种植条件下固氮能力较高的品种。

两年调查结果还指出:固氮能力高的品种吉林 23、长 8210-4、吉林 27、吉林 21 等与其不结瘤对照相比在全氮量上都有显著(5%)或极显著(1%)的差异(表略)。

(二)辽宁棕壤,对辽宁 10 个主要栽培品种进行品种间自然固氮能力的比较调查,初步结果表明无论从根瘤数与鲜重以及单株产量、荚数、百粒重或是植株干重和全氮量以辽

86—5453、辽 85—8538 表现最好或较好,其次是 83—5020、开育 9 号,根瘤、干重都不低,全氮最高但产量却很低(表 4)。

表 4 辽宁省不同大豆品种自然固氮能力调查 (1991 年)

Table 4 Investigation of nitrogen fixation ability for different soybean cultivar in Liaoning province

项 目 Item	苗 期 调 查		收 获 期 调 查 (\bar{X})					
	Seeding		Harvest time(\bar{X})					
	根瘤数(个/株) Nodules (No. /plant)	鲜瘤重(g/株) Fresh weight (g/plant)	植株干重 (g/株) Dry weight (g/plant)	植株全氮 (g/株) TN (g/plant)	荚 数 (个/株) Pod (No. /plant)	粒 数 (个/株) Seed (No. /plant)	百粒重 (g) 100 seed (g)	单株产量 (g) Seed yield (g/plant)
铁丰 18 Tiefen 18	21.00	1.00	22.0	0.367	72.00	111.00	18.00	19.99
铁丰 24 Tiefen 24	33.70	2.25	29.75	0.336	74.00	115.00	23.00	24.45
开育 9 号 Kaiyu 9	47.90	3.75	32.50	0.572	56.00	118.00	21.00	24.74
辽豆 3 号 Liaodou 3	19.30	1.00	24.75	0.473	85.00	122.00	17.00	20.74
开育 10 Kaiyu 10	36.60	2.5	33.00	0.472	111.00	167.00	16.00	26.7
83—5020	38.50	3.50	26.00	0.481	87.00	175.00	19.00	33.25
辽豆 4 号 Liaodou 4	32.70	2.00	23.50	0.371	93.00	135.00	20.00	27.00
辽 85—8538 Liao85—8538	47.10	3.50	26.25	0.515	121.00	219.00	20.00	43.80
辽 86—5453 Liao86—5453	39.90	2.50	34.50	0.514	104.00	250.00	21.50	53.70
丹豆 5 号 Dandou 5	30.50	2.50	29.50	0.402	89.00	162.00	16.00	25.90

二、不同固氮能力的大豆品种—土著大豆根瘤菌株共生体系固氮水平的评价

从自然固氮能力调查中选出吉林 23、长 8210—4、吉林 27 和长农 5 号四个品种与 8 个土著大豆根瘤菌株进行组台试验,从表 5 可以看出吉林 23—2421、吉林 23—2428,吉林 23—2426,3 个共生体系组合与吉林 23—USDA 110 组合在干重和全氮上无统计学差异,其中吉林 23—2421 组合的全氮还略高于与 USDA 110 的组合,大豆品种“长 8210—4”—2421、“长 8210—4”—2427、“长 8210—4”—2421、“长 8210—4”—2428、“长 8210—4”—2426、吉林 27 与 2428、2427、2424、2442、2412、2411 等菌株共生体系组合与对照菌株 USDA 110 的相应组合比较,在干重和全氮方面均无显著差异。长农 5 号在温室条件下,除长农 5 号—2411 共生体系组合与不接种对照有显著差异外,其余包括对照菌株 USDA 110 在内与不接种对照相比都无显著差异(表 5),同时除不接种对照外其它菌株间也无统计学上差异,与之共生最好的大豆根瘤菌株 2411,是从长农 5 根瘤中分离得到的一株快生大豆根瘤菌株,说明长农 5 号能与某些快生大豆根瘤菌株形成良好的共生体系,这与张景岚等报导的结果一致^[1]。本试验反映出品种自然固氮能力高低与当地土著大豆根瘤菌株

主亲和性有密切关系,或者说是大豆品种基因型与当地土著菌株之间的关系。

表 5 品种-菌株共生体系固氮能力比较

Table 5 Comparison of nitrogen fixation ability of cultivar-strain symbiotic system

品 种 Cultivar	吉 林 23 Jilin 23					
	项 目 Item	根瘤数 (个/株)	鲜瘤重 (g/株)	固氮酶活性 Nase activity	植株干重 (g/株)	植株全氮 (g/株)
菌 株 Strains	No. of nodule (No./plant)	Fresh weight (g/plant)	(nmC ₂ H ₄ / plant. h)	Dry weight (g/plant)	T N (g/plant)	
2412	11	0.2	5149.77	5.50	3.946	bc
2411	80	0.2	2083.00	5.27	3.327	cd
2426	34	1.3	5850.00	6.10	4.584	ab
2442	15.33	0.13	2425.00	5.40	3.825	cd
2428	71.33	0.27	2083.00	6.60	4.699	a
2424	17.67	1.01	2797.20	5.53	3.665	cd
2421	58.67	2.47	5538.87	6.33	4.860	a
2427	27	1.4	2163.77	5.13	3.662	cd
USDA110	28.67	0.37	4216.00	5.8	4.713	a
不接种 CK	0	0	0	4.53	3.174	d
长农 5 号 Changnong 5						
2412	46.00	1.06	4216.00	6.00	4.735	ab
2411	73.00	3.26	5538.87	6.40	5.107	a
2426	10.00	0.40	1416.63	4.60	3.873	ab
2442	75.33	3.26	4060.87	5.59	4.380	ab
2428	71.00	0.21	4086.10	6.00	4.755	ab
2424	54.00	2.00	3744.43	6.06	4.624	ab
2421	60.00	1.80	5538.87	5.85	4.814	ab
2427	50.00	2.13	2683.30	5.37	4.078	ab
USDA110	4.00	0.40	5383.30	5.80	4.500	ab
不接种 CK	0	0	0	5.80	3.495	b

长 8210-4 Chang 8210-4

根瘤数 (个/株) No. of nodule (No./plant)	鲜瘤重(g/株) Fresh weight (g/plant)	固氮酶活性 Nase activity (nmC ₂ H ₄ /plant. h)	植株干重 (g/株) Dry weight (g/plant)	植株全氮 (g/株) T N (g/plant)	LSD 5%
50.6	2.27	5538.87	6.30	4.593	abc
85.00	2.30	5383.30	5.00	3.746	cd
155.33	1.77	3930.53	5.60	4.149	abcd
43.33	1.67	6305.53	5.20	3.811	cd
36.00	2.70	3541.43	5.60	4.226	abcd
77.67	1.00	2797.20	5.23	3.884	bcd
60.00	2.26	7072.20	6.7	4.865	abc
90.60	1.50	5538.87	6.4	4.648	abc
63.97	2.40	6461.10	6.07	5.057	a
0	0	0	5.36	3.451	d

吉林 27 Jilin 27

72.67	1.77	4194.20	6.27	4.475	ab
82.00	2.90	4138.43	6.23	4.470	ab
117.67	2.30	4060.87	5.77	4.223	bc
23.99	2.13	5305.33	6.06	4.522	ab
90.66	2.53	3419.43	6.80	5.199	a
75.33	3.40	4594.33	6.67	4.827	ab
50.67	2.60	5538.87	5.57	3.809	c
67.33	1.60	5916.43	7.13	5.146	ab
72.00	2.00	4397.00	6.43	4.604	ab
0	0	0	5.00	3.526	c

小结和讨论

1、吉林 23、长 8210-4、吉林 27、吉林 21 和辽 86-5453、辽 85-8538、83-5020 分别是吉林省和辽宁省固氮能力高或较高的大豆品种。

2、长农 5 号是吉林省比较好的大豆品种,但在两年自然固氮能力调查试验中发现在

公主岭地区的黑土上自然固氮能力低,但在品种-菌株组合试验中与土著的快生大豆根瘤菌株 2411 表现了良好的共生,这可能是所调查的土壤生境中与其亲和性不好的根瘤菌种群占优势或者长农 5 号本身的基因型所致^[5,9]。

3、大豆品种的基因型直接影响共生体系的固氮水平,大豆品种和大豆根瘤菌的共生关系可分为四类:不结瘤、结瘤无效、结瘤有效而效率低、结瘤高效^[2]。不同基因型的大豆品种对菌株的亲合性不同,表明寄主和根瘤菌之间的相互作用甚为重要。

4、大豆育种应把大豆的共生体-大豆根瘤菌考虑在内,因为碳和氮同时限制大豆营养生长和产量,提高大豆光合作用和固氮能力是当前大豆高产的重要途径,因此也是大豆育种主要目标之一^[2]。

参 考 文 献

- [1] 张景岚等,1988,大豆科学,17(1),45-51
- [2] 苗以农等,1992,大豆科学,11(2),106-111
- [3] 盖钧镒,1984,大豆科学,3(1),70-80
- [4] 赤尾胜一郎,1991,化学と生物,29(3),144-145
- [5] Devine T. E. ,et al . 1987. *Crop Science*. 27,635-629
- [6] Devine T. E. ,et al. 1991. *Crop Science*. 31(3),665-668
- [7] Devine T. E. ,et al 1991. *Crop Science*. 31(5),1129-1131
- [8] Devine T. E. ,et al. 1990. *Theor Appl Genet*. 80,33-37
- [9] Garner E. R. ,1985. *Soybean Genetics Newsletter*. 12,71-74
- [10] Garner E. R. ,et al. 1988. *J Agronomy and Crop Science*. 611,123-128
- [11] Михайлов. В. Т. 1987《Повышение симбиотической Азотфиксация сои》,9-15.

NATURAL N₂—FIXING ABILITY OF DIFFERENT SOYBEAN
CULTIVARS IN JILIN AND LIAONING PROVINCES

Xu Lingmei Fan Hui Cui Zhen Ge Cheng

*(Soils and Fertilizers Institute ,Chinese
Academy of Agricultural Sciences ,Beijing)*

Sun Shurong Zhang Guizhi Guan Qinzhi Liu Guangan

*(Soils and Fertilizers Institute ,Jilin
Academy of Agricultural Sciences ,Gongzhuling)*

Song Yuqing

*(Soils and Fertilizers Institute ,Liaoning
Academy of Agricultural Sciences ,Shenyang)*

Abstract

Natural N₂—fixing ability of 18 soybean cultivars were investigated on black soil of Jilin and brown soil of Liaoning. Results indicated that under the same condition the N₂—fixing ability among different cultivars varied significantly. Results of two years showed that Jilin 23, Jilin 21, Chang 8210—4, and Jilin 27 etc. had high N₂—fixing ability, while Jilin 23 had the highest dry weight and the amount of nitrogen fixed. Liao 86—5453, Liao 85—8538, and 83—5020 were relatively good cultivars in this respect in Liaoning province. The differences in N₂—fixing ability of symbiotic associations between the same cultivar and different strains were discussed.

Key words Natural N₂—fixing ability; Symbiotic system; Indigenous strain; Soybean cultivar