

# 大豆起源地的三个新论据\*

徐 豹 郑惠玉 路琴华 赵述文 邹淑华

(吉林省农科院大豆所)

胡 志 昂

(中国科学院植物研究所)

## 提 要

中国不同地区野生大豆 (*G. soja*) 和栽培大豆 (*G. max*)<sup>\*,†</sup>, 从生态学、品质化学与种子蛋白电泳生化分析三个方面研究了大豆的起源地问题, 都为大豆主要起源于华北, 特别是以35°N为中心黄河流域地区提供了新的论据。

中国是大豆 (*G. max*) 原始基因中心的所在地<sup>[13]</sup>。大豆起源于中国什么地区, 有多种假说: 如东北地区<sup>[9]</sup>、华北与华中<sup>[12]</sup>、华北东部<sup>[11]</sup>、长江流域以南<sup>[2]</sup>, 多起源说<sup>[3]</sup>等等。

近年来, 我国开展了全国性野生大豆 (*G. soja*) 考察, 东起135°E, 西到97°E, 南起24°N、北至52°N, 收集到野生大豆5,000余份, 发现了极为丰富的新类型, 为大豆起源地的研究提供了前所未有的可能性。1980年开始, 我们以我国不同产地的代表性野生大豆和栽培大豆为材料, 从生态学、品质化学和种子蛋白电泳分析等方面进行研究, 从上述三方面得出了大豆主要起源于我国以35°N为中心黄河流域的同一结论, 并曾先后发表<sup>[6, 7, 8]</sup>。

兹将这方面问题集中论述以便进一步加以探讨与认识。

## 一、生态学研究<sup>[6]</sup>

### (一) 实 验

1. 材料与方法: 原产25°N—51°N的代表性野生大豆8个和相应纬度的栽培大豆8个, 在SS—400A型植物生长箱内进行生态测定。昼温/夜温分别为30°/20°C、20°/20°C、30°/10°C、20°/10°C, 光周期为12小时, 光期光照强度14,000—20,000Lux, 盆栽, 每处理5盆, 出苗当日开始处理, 实验期102天。调查每株的开花日数(出苗到

\* 本研究课题部分工作接受中国科学院科学基金的资助。

† 材料除了由本所自行采集外, 由中国农科院资源所和各兄弟省所提供, 谨致谢意。

本文于1985年5月8日收到。

开第一朵花的日数)。同年,在公主岭(43°31'N124°48'E,203M)正常播种期自然条件下盆栽,光暗期各12小时(暗期移入暗室),实验期为108天,调查项目同上。

2. 结 果:

表 1 不同纬度野生大豆、栽培大豆对昼夜温度反映的比较 1981年 公主岭  
Table 1 Comparison of thermal effect on days to flowering between wild and cultivated soybean from various latitudes in China (Gongzhuling, 1981)

原产地纬度 (°N)	开 花 日 数 Days from emergence to flowering ie FD											
	30°/20℃			20°/20℃			30°/10℃			20°/10℃		
	W	C	C-W	W	C	C-W	W	C	C-W	W	C	C-W
25	71	33	-38	56	41	-15	×	×	—	×	86	—
26	52	33	-19	53	41	-12	×	×	—	×	78	—
30	39	32	-7	44	41	-3	×	×	—	×	75	—
35	33	32	-1	39	41	-2	×	99	—	94	72	-22
40	27	31	+4	37	41	+4	64	98	+34	56	63	+7
44	23	31	+8	34	33	-1	33	47	+14	42	47	+5
50	18	—	—	27	—	—	25	—	—	34	—	—
51	17	22	+5	27	29	+2	24	29	+5	34	41	+7

W: 野生大豆, wild soybean      C: 栽培大豆, cultivated soybean      X: 实验结束时未开花, not flowering

表1说明:(1)在比较适宜的温度(30°/20℃)下,相同纬度野生大豆与栽培大豆开花日数的差数(C-W),因纬度不同而呈规律性反应,35°N的材料差别最小(-1)。由此往南,野生大豆比栽培大豆延迟开花日数越来越多;而由此往北则相反,野生大豆比栽培大豆提前开花。在20°/20℃条件下,趋势基本一致。(2)在夜低温(10℃)条件下,35°-40°N的材料也表现出对温度反应的临界性。30°/10℃下,35°N

表 2 自然温度下野生大豆、栽培大豆开花日数比较 1981年 公主岭  
Table 2 Comparison of FD between wild and cultivated soybean from various latitudes in China under the natural temperature at Gongzhuling (Gonzhuling 1981)

原产地纬度(°N)	W	C	C-W
25	39	32	-7
30	35	31	-4
35	30	30	0
40	28	30	+2
44	25	29	+4
50	24	28	+4

W: wild soybean      C: cultivated soybean

的栽培大豆开了花，而野生大豆不开花。 $C-W$  为负数。而  $40^{\circ}\text{N}$  的野生大豆则比栽培大豆早开花， $C-W$  为正数。 $20^{\circ}/10^{\circ}\text{C}$  条件下也是  $35^{\circ}\text{N}$  为负数， $40^{\circ}\text{N}$  为正数。

在自然温度条件下，野生大豆和栽培大豆开花天数的差数，得到与上述趋势完全一致的结果（表 2），只是绝对值小些。

## （二）论 点

开花日数是一个极为重要的生态发育指标。 $35^{\circ}\text{N}$  的野生大豆和栽培大豆的开花日数在三种比较正常的温度条件下（ $30^{\circ}/20^{\circ}\text{C}$ ， $20^{\circ}/20^{\circ}\text{C}$ ，自然温度）均表现差异最小。特别是以  $35^{\circ}\text{N}$  为中心，向南野生大豆开花日数长于栽培大豆（ $C-W$  为负数），而向北则短于栽培大豆（ $C-W$  为正数），在五种温度条件下均表现一致。出现这种现象比较合理的解释是栽培大豆起源于  $35^{\circ}\text{N}-40^{\circ}\text{N}$  地区。我们设想最初的栽培大豆首先是由  $35^{\circ}\text{N}$  左右的野生大豆演化而来的，可称为“原生栽培大豆”。(Primary Domesticated Race, 简称 PDR)，发育期最为接近，通过人的生产活动 PDR 向不同方向迁移。向南迁移的由于日照短，气温高，生育期短，营养生长不足低产而遭淘汰，只有那些能够保持一定的生育期并获得较高产量的才存留下来，逐步形成南方的地方品种，在  $30^{\circ}/20^{\circ}\text{C}$  和  $20^{\circ}/20^{\circ}\text{C}$  条件下， $35^{\circ}\text{N}$  直到  $25^{\circ}\text{N}$  栽培大豆开花日数几乎没有什么变化的事实，说明它们在光温生态特性的基因型有相当大的一致性。而当 PDR 向北方移动时，特别是  $40^{\circ}\text{N}$  以北，由于日照长，气温低，日夜温差大，生育延迟，往往不能及时开花成熟。只有经过逐渐定向选择，积累细小变异的长期驯化过程，能够适应北方条件的材料才能存留下来，逐步形成北方的地方品种。来源  $50^{\circ}-51^{\circ}\text{N}$  的材料和来源于  $35^{\circ}-40^{\circ}\text{N}$  的材料相比较，对于低温和较大昼夜温差表现不敏感（表 1）。

上述分析说明，我国  $35^{\circ}\text{N}-40^{\circ}\text{N}$  地区，可能是栽培大豆的主要起源地。

## 二、品质化学分析<sup>(8)</sup>

### （一）实 验

1. 材料与方法：我国栽培大豆 1635 份，包括 20 个省区。南起  $24^{\circ}\text{N}$ ，北达  $50^{\circ}\text{N}$ ，东起  $135^{\circ}\text{E}$ ，西到  $97^{\circ}\text{E}$ ，其中 90% 以上为地方品种。我国野生大豆 1695 份，包括 22 个省区。南起  $24^{\circ}\text{N}$ ，北达  $46^{\circ}\text{N}$ ，东起  $135^{\circ}\text{E}$ ，西到  $97^{\circ}\text{E}$ 。

蛋白质的分析方法，栽培大豆用 GQA-31 型分析仪测定；野生大豆用 KS-2 型氮素分析仪测定。

### 2. 结 果

#### （1）栽培大豆：

全国 1635 份栽培大豆蛋白质的平均含量为  $42.15 \pm 3.19\%$ ，范围为  $34.70-50.73\%$ ，变异系数为  $7.632\%$ 。图 1 说明：不同纬度材料蛋白质含量之间有明显差别。总的趋势是南高北低。以每一纬度样本的平均值计算， $32^{\circ}\text{N}$  以南为高蛋白区； $33^{\circ}-39^{\circ}\text{N}$  为过渡地带； $40^{\circ}\text{N}$  以北为低区； $31^{\circ}-32^{\circ}\text{N}$  地带蛋白质含量达  $44.6\%$ ，为全国最高区。

## (2) 野生大豆

1695份野生大豆蛋白质的平均含量为  $46.80 \pm 3.18\%$ ，范围为  $33.91—55.37\%$ ；变异系数为  $6.795\%$ 。图1说明：不同纬度材料蛋白质含量之间也有明显差别，总的趋势是由低纬度至高纬度呈N型分布，即在  $30^{\circ}—32^{\circ}\text{N}$  和  $43^{\circ}\text{N}$  以北出现两个高峰区。低蛋白的转折点在  $34^{\circ}—35^{\circ}\text{N}$  地带。

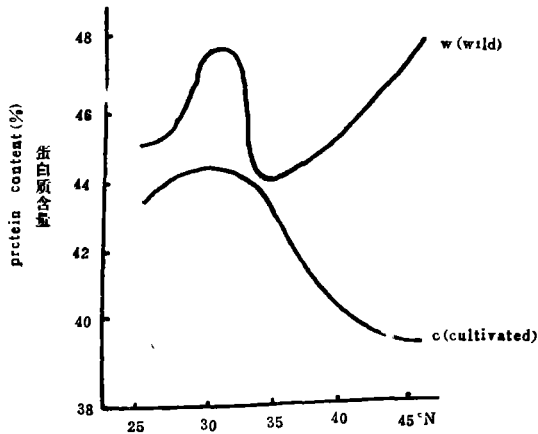


图1 中国不同纬度野生大豆〔W〕和栽培大豆〔C〕蛋白质含量分布示意图1984公主岭

Eig 1 Comparison of protein content between wild and cultivated soybean from various latitudes in China

## (二) 论 点

图1说明  $34^{\circ}\text{N}—35^{\circ}\text{N}$  地带野生大豆与栽培大豆的蛋白质含量最为接近，以  $34^{\circ}—35^{\circ}\text{N}$  为支点，向北野生大豆蛋白质含量上升，栽培大豆下降；而向南野生大豆上升多，栽培大豆上升少。出现这种图象，比较合理的解释是：栽培大豆起源于  $34^{\circ}—35^{\circ}\text{N}$  地带，由于最初的栽培大豆（PDR）是由  $34^{\circ}—35^{\circ}\text{N}$  地带的野生大豆演化而来的，因此，它们的蛋白质含量最为接近，PDR 向不同方向迁移，随着环境条件的变化和人工选择，由于基因突变产生的细小变异的积累，逐步形成蛋白质含量带有规律性的变异。

这里存在一个问题值得讨论，即从  $34^{\circ}—35^{\circ}\text{N}$  往北，栽培大豆蛋白质含量逐步下降，而野生大豆为什么逐步上升？我们1981—1983年对野生大豆和栽培大豆昼夜温度和光周期反应的比较研究结果<sup>[8]</sup>，为回答这个问题提供了线索。

(1) 原产  $35^{\circ}—38^{\circ}\text{N}$  的栽培大豆延长日照，降低夜温时，蛋白质含量下降；缩短日照时蛋白质含量上升；而提高昼温时蛋白质下降。(2) 野生大豆延长日照降低夜温时，蛋白质含量上升；缩短日照和提高昼温时蛋白质也上升。这个结果可以部分说明野生大豆由  $34^{\circ}—35^{\circ}\text{N}$  向北、向南蛋白质含量都上升，而栽培大豆向北蛋白质下降的原因。关于栽培大豆向南蛋白质有所上升的原因，可能是由于短日照效应高于昼高温的效应。

上述各地栽培大豆，野生大豆蛋白质含量的比较分析，为大豆主要起源于黄河流域 ( $34^{\circ}—35^{\circ}\text{N}$ ) 提供了新的依据。

### 三、种子蛋白的电泳分析<sup>[7]</sup>

#### (一) 实 验

##### 1. 材料与方法

339 份来源于中国 24 个省、自治区的野生大豆（百粒重 < 3 克）。南起 24°N，北抵 52°N，东自 135°E，西达 97°E，海拔由 0—2650 米。另外，来源于 22°—51°N 的 104 份栽培大豆品种也加入试验，以资比较。

测定了种子蛋白胰蛋白酶抑制剂 Ti 的  $Ti^a$ 、 $Ti^b$ 、 $Ti^c$ 、 $ti$  的各等位基因。种子蛋白的提取和测定方法基本按 Hymowitz 和 Hadley 方法进行<sup>[10]</sup>，略加修改<sup>[4]</sup>。

##### 2. 结 果

##### (1) 野生大豆 $Ti^a$ 频率的地理分布：

按省区做了地理分区，按每个区内  $Ti^a$  出现的频率，将全国分为 I—VIII 8 个区（图 2 表 3）。

V 区的  $Ti^a$  频率为 100%，以此为中心，一路向东北，由 IV—III—II—I， $Ti^a$  频率

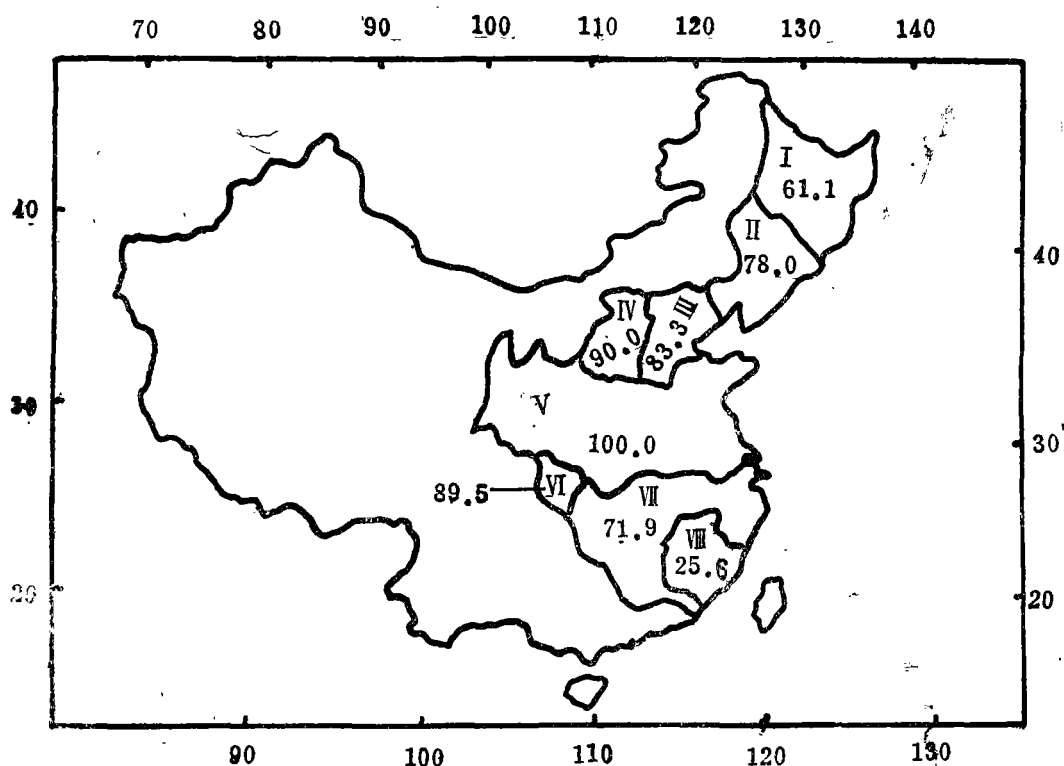


图 2 中国野生大豆  $Ti^a$  频率分区图 1984 公主岭  
Fig 2 Regionalization of wild soybean in China according to  $Ti^a$  frequency (Gongzhuling, 1984)

顺次递减；一路向东南，由Ⅵ—Ⅶ—Ⅷ，也顺次递减。

表 3 中国野生大豆按  $Ti^a$  出现的频率的区划 (公主岭1984)  
Table 3 Regionalization of wild soybean in China according to  $Ti^a$  frequency (Gongzhuling 1984)

区 号 Region no.	材 料 份 数 Sample, size	$Ti^a$ %	省 区 名 Name of province
I	18	61.1	黑龙江
II	60	78.0	吉林、辽宁、内蒙东部
III	18	83.3	河北
IV	10	90.0	山西北部、内蒙部分
V	125	100.0	甘肃南部、宁夏、陕西、河南、湖北、山东、江苏、山西南部、安徽北部
VI	16	89.5	四川东部
VII	42	71.9	浙江、湖南、安徽南部、广东北部、
VIII	40	25.6	江西、福建

除了上述 I—Ⅷ区以外，还测定了广西、贵州、云南、西藏自治区少数野生大豆材料。它们的  $Ti^a$  频率为 100%。

(2) 栽培大豆  $Ti^a$  的频率

供试 104 份栽培大豆品种， $Ti^a$  频率为 100%。

(二) 论 点：

根据我们测定，我国各地 104 份栽培大豆， $Ti^a$  频率为 100%。Hymowitz 也曾分析了 803 份中国栽培大豆， $Ti^a$  频率 98.9%<sup>[10]</sup>。而我国的野生大豆  $Ti^a$  频率各地区则有明显区别，低的为 25.6%，而只有 V 区与栽培大豆相同，也为 100%。出现这种现象比较合理的解释，很可能是由于栽培大豆起源于 V 区。可以设想，原始栽培大豆 (PDR) 是由 V 区的野生大豆演化而来的。PDR 继承了当地野生大豆祖先 100% 频率的  $Ti^a$  等位基因的遗传性。当 PDR 迁移时，仍保持其遗传性。因此，我国各地的栽培大豆的  $Ti^a$  频率表现为 100% 或接近 100%。

V 区位于南起 32°N，北到 37°N，东起 123°E，西到 104°E。包括长江流域以北广大的黄河流域地区。这样，我国野生大豆和栽培大豆种子蛋白的电泳分析为栽培大豆主要起源于我国黄河流域提供了又一个新的论据。

结 语

一、中国不同纬度野生大豆和栽培大豆温度生态的比较研究说明：35°N—40°N 的野生大豆的开花日数和栽培大豆最为接近。由此往南野生大豆的开花日数长于栽培大

豆，而由此往北则短于栽培大豆（图3），清楚的表现了以  $35^{\circ}$ — $40^{\circ}$ N 为中心的临界性。

二、中国不同地区 1695 份野生大豆和 1639 份栽培大豆种子蛋白质含量的比较分析研究说明： $34^{\circ}$ — $35^{\circ}$ N 地带两者的蛋白质含量最为接近，以此为中心，向南向北蛋白质含量略呈剪刀型图象（图2）。

三、中国不同地区 339 份野生大豆和 104 份栽培大豆种子蛋白电泳分析的比较研究说明：胰蛋白酶抑制剂  $Ti^a$  等位基因的频率分析，栽培大豆为 100%，而野生大豆因地而异，只有长江流域以北黄河流域地区（ $32^{\circ}$ — $37^{\circ}$ N）为 100%（图4）与栽培大豆相同。

四、中国野生大豆和栽培大豆在上述生态学，品质化学，种子蛋白电泳分析三个方面的比较研究，都为大豆主要起源于华北

的假说提供了新的依据，特别是以  $35^{\circ}$ N 为中心的黄河流域地区值得重视。黄河流域是人类古代农业和文化的重要发源地之一，是蕴育中华民族的摇篮。从考古、古籍记载、

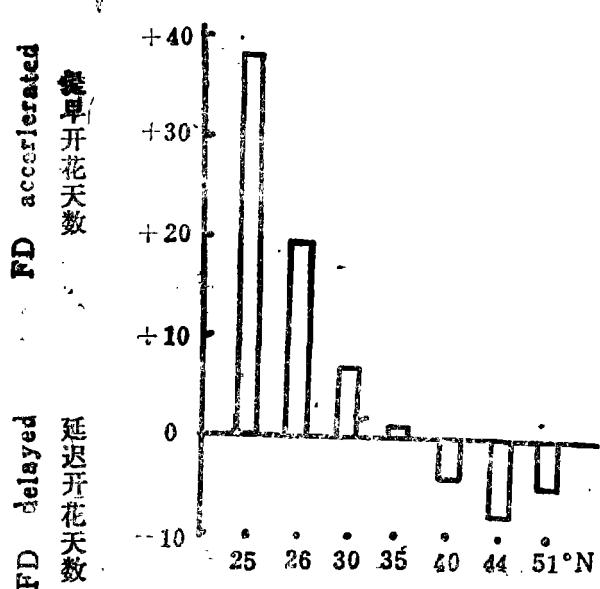


图3 不同相应纬度下载培大豆比野大豆提早和延迟开花的天数（ $30^{\circ}/20^{\circ}$ C温度下）1981公主岭  
Fig 3 Comparison of FD difference between cultivated and wild soybean at various latitudes in China (under  $30^{\circ}/20^{\circ}$ C, 12hr. day length) (Gongzhuling, 1981)

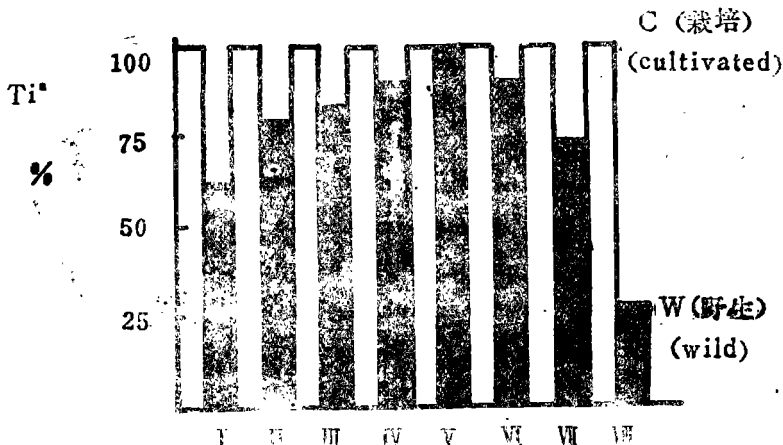


图4 中国不同地区野生大豆和栽培大豆  $Ti^a$  频率比较 1984 公主岭  
Fig 4  $Ti^a$  frequency of wild and cultivated soybean in various region in China according to  $Ti^a$  frequency (Gongzhuling, 1984)

语音学等方面都为大豆起源于这个地区提供了依据<sup>[1]</sup>。特别是全国野生大豆的考察,发现黄河流域的类型从形态到进化尤为丰富。我们的研究从生物学角度充实了大豆起源于黄河流域的论点,正在深入研究。

### 参 考 文 献

- [1] 王连铮, (1985), 大豆科学 4(1): 1—6.
- [2] 王金陵等, (1973), 遗传学通讯 3: 1—8.
- [3] 吕世霖 (1978), 中国农业科学 4: 90—94.
- [4] 胡志昂 (1983), 植物学报 25(6): 532—536.
- [5] 胡志昂 (1984), 植物学报 26(3): 328—332.
- [6] 徐 豹等 (1983), 大豆科学 2(3): 155—168.
- [7] 徐 豹等 (1985), 大豆科学 4(1): 7—13.
- [8] 徐 豹等 (1984), 大豆科学 3(4): 327—331.
- [9] Fukuda, Y. (1983), Jap. J. Bot. 6(4): 489—506.
- [10] Hymowitz, T. et. al. (1972), Crop Sci. 12: 197—198.
- [11] Hymowitz, T. et. al. (1977), Current thoughts on origins, present status and future of soybeans. Crop Resources, Academic press, New York.
- [12] Nagata, T. (1959), Proc. Crop. Sci. Jap. 28(1): 79—83.
- [13] Vavilov, N. I. (1973), The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. New York.

### THREE NEW EVIDENCES OF THE ORIGINAL AREA OF SOYBEAN\*

Xu Bao, Zhen Huiyu, Lu Qinhua, Zhao Shuwen Zhou Shuhua

(Soybean Institute, Gongzhuling, Jilin)

Hu Ziang

(Institute of Botany, Academia, Beijing)

### Abstract

Studies of both wild and cultivated soybeans from various regions in China on ecology of days from emergence to flowering, seed composition and seed protein electrophoresis all provided some rational basis for the hypothesis of a Northern China Origin of Soybean. The Yellow River valley (around 35°N) is supposed to be the right area of origination.

\* Projects partially supported by the Science Fund of the Chinese Academy of Sciences