

用多元分析法进行山西省 大豆生态型研究

Ⅱ. 山西省大豆生态类型对气候生态环境的适应

许冬梅 程舜华

(山西农业大学)

摘 要

本文运用多元统计方法,将山西省种植大豆地区,划分为三大生态区八个亚区;同时研究了大豆生态类型在生态区中的分布。研究表明:山西省气候生态环境复杂,区划只能分块不能分带。大豆生态类型的分布具有明显的地域性,但一个区中可以种植若干个生态类型,且随着生态区由北向南的推移,各区所包括的类型渐趋复杂。分析表明:多元分析方法是大豆生态分类与分区的一种行之有效的办法,

也可运用于其他作物。

关键词: 大豆 生态区划 生态适应

引 言

“在各种生态条件下,都有一定的生态类型去适应,生态条件和生态类型之间,有着明显的关系”〔2〕。

山西省南北纵跨7个纬度,海拔相差1000余米,耕作制度极为复杂,造成大豆品种类型繁多,因此有必要对复杂的生态环境以及品种的适应性进行系统深入的研究。

关于生态区划,前人早有研究〔1,3,4,5〕,但对于某一气候生态区与该区品种生态类型的对比分析,报道甚少,有必要进一步研究。本文用综合多因子的主成分分析(PC A)与聚类分析法相结合,初步划分了山西省大豆气候生态区;并分析各生态类型品种对气候生态环境的适应性,为合理规划种植制度及大豆的引种、育种、栽培制定切实可行的措施提供依据。

本文于1986年8月18收到。

This paper was received in Aug. 18, 1986.

材 料 与 方 法

- 一、山西省大豆品种的生态分类 (见 I 报)。
- 二、根据山西省36个县(市)级代表台站1957—1980年24年的气象资料, 选择12个与大豆生长发育关系密切的聚类因子, 用 PCA 与聚类分析进行聚类与排序。选择因子包括:
- 1. 热量因子: $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 有效积温 (x_1)、持续日数 (x_2)、最热月 (7月) 平均气温 (x_3)、最冷月 (1月) 平均气温 (x_4), 大豆生育期间平均气温 (x_5)、无霜期 (x_6)。
 - 2. 水分因子: 年湿润系数 (x_7), 生长季降水量 (x_8)。
 - 3. 日照长度因子: 夏季可照时数 (x_9), 生长季实照时数 (x_{10})。
 - 4. 地理因子: 纬度 (x_{11}), 海拔 (x_{12})。
- 三、用排表法比较生态类型在生态区中的分布。
- 四、用回归法分析生态性状在生态区中的表现。 $Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2$

结 果 与 分 析

一、大豆气候生态区的划分

聚类结果将山西省36县分为三个大区八个亚区, 分别为晋北寒冷春大豆区, 晋中温和表 1 山西省36县气候分区 及特征指标

Table 1 Climatic regions and their traits in Shanxi

气候生态区 Ecological regions	亚区 Sub-regions	代表县 Representative counties	$\geq 10^{\circ}\text{C}$		无霜期 (天) Frost-free period	最冷月均温 ($^{\circ}\text{C}$) Average temperature of January	最热月均温 ($^{\circ}\text{C}$) Average temperature of July	5—9月均温 ($^{\circ}\text{C}$) Average temperature of May to Sep.	5—9月降水 (mm) Precipitation of May to Sep.
			日数 Days	积温 ($^{\circ}\text{C}$) Accumulated temperature					
I	I ₁	右玉、五寨	132—140 136.4	2224—2421 2322.9	122—125 123.7	<-13.2 -14.1	<20.0 19.7	15.74—16.6 16.16	384.1
	I ₂	天镇、大同、朔县、灵邱、浑源、静乐	151—160 154.6	2777—2910 2826	142—151 148	-9.6— -12.4 -10.9	21.1—21.9 21.6	17.78—18.4 18.2	343.7
	I ₃	河曲	171	3378.4	166.5	-9.5	23.9	20.42	365.3
II	II ₁	兴县、临县、原平	167—170 168.4	3197—3246 3223.2	172—195 176.4	-7.7— -9.5 -8.6	22.7—23.2 23.0	19.56—19.8 19.7	391.2
		忻县、离石、太原、太谷、介休	172—183 177.9	3300—3580 3437.3	167—192 176.7	-5.1— -8.9 -7.0	23.3—23.9 23.5	19.9—20.7 20.77	377.9
	I ₂	石楼、孟县、阳泉、乡宁、昔阳、榆社、襄垣、武乡、长治、	169—187 175.4	3165—3708 3312.7	150—212 176.8	-4.4—-8 -6.3	22.3—23.1 22.68	19.4—19.7 19.6	461.3
	I ₃	左权	161.7	2886.9	150.4	-8.9	18.1	21.3	446.7
	I ₄	晋城、阳城	191.1	3772.4	190.2	-3.5	24.3	21.2	472.8
III	III	临汾、侯马、闻喜、万荣、运城、永济、芮城	190—212 203.1	2956—4555 4278.9	188—215 202	-1.7— -4.0 -2.8	25.6—27.7 26.46	22.4—24 23.2	383.0

春、夏大豆区；晋南温暖夏大豆区。各区代表县及特点列于表 1。

各因子对分区的作用依次为热量因子、水分因子、日照因子（表 2），这与一般手

表 2 生态分区各因子负荷量

Table 2 The load quantity of different factors in region assignment

因 子 Factor	负 荷 量 Load quantity	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	总贡献率 Rate of contribution
		λ ₁ =296.2	λ ₂ =88.34	λ ₃ =51.87	λ ₄ =39.91	
≥10℃日 数 Days (10℃)		3.94	0.13	3.72	0.22	28.38
≥10℃积 温 Accumulated temp. (10℃)		4.67	-1.33	-5.67	-0.031	55.73
最 冷 月 均 温 Avarage Temp. of Janu.		5.40	0.40	-1.36	-0.083	31.21
最 热 月 均 温 Avarage Temp. of Jula		5.58	-1.66	1.76	0.83	37.67
5—9 月 均 温 Avarage Temp. of May to Sept.		6.13	-1.73	0.45	1.75	43.81
无 霜 期 Frost-free period		5.61	-0.66	0.071	1.81	35.14
湿 润 系 数 Moist coefficient		0.43	2.69	0.075	-2.39	13.16
5—9 月 降 水 Precipitation from May to Sept.		1.42	7.80	-0.57	2.96	71.93
夏至日照时数 Daylength of Summer Solstice		-5.08	-1.91	-0.22	0.87	30.33
5—9 月实照时数 Sunshine time from May to Sept.		-4.98	-1.78	-0.33	4.02	44.31
纬 度 Evelation		-6.21	-1.29	-0.24	1.12	41.56
海 拔 Latitude		-6.18	1.89	-0.42	-0.41	42.11
因 子 名 称 Factor name		地热因子	水分因子	热量因子	日照因子	

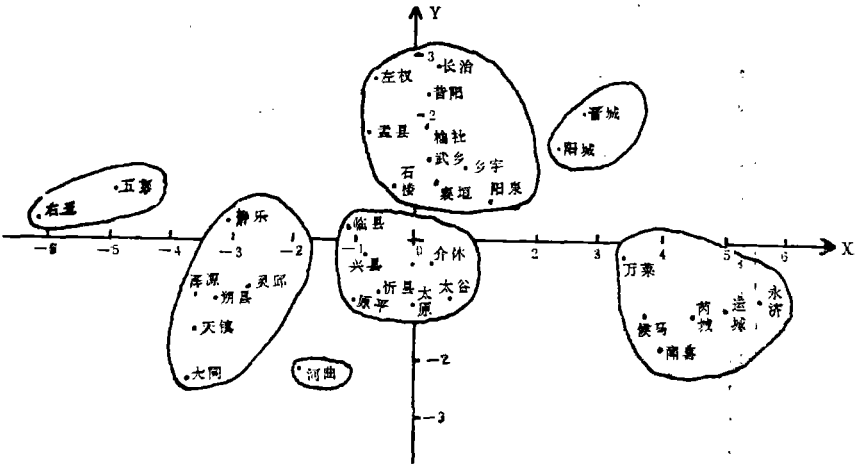


图 1 大豆气候生态区划二维排序图

Fig. 1 The ordination of climatic ecological region of soybean

排分类原则完全相符,可见,该分区有一定的合理性。

以第一、二主分量的二维排序图表明:气候生态区的分布有严格的地域性(图1)。若将排序图顺时针方向旋转约90°,恰与山西省地图上的位置相符,这说明山西省的地理气候主要受从南到北的纬度跨度与北高南低的大趋势所制约,使气候特点呈南北地理分布。

进一步分析可知:山西省大豆的气候分区只能分块不能划带。

二、生态类型在气候生态区中的分布

山西省复杂的气候生态条件造成大豆类型十分繁多,生态特点呈有规律的地域性分布(参见1报)。由北到南生育期从极早熟向晚熟过渡,以早、中熟品种居多;籽粒由小到大,从黑豆向黄豆过渡;结荚习性以无限为主,随着由北向南雨量的增加,有限结荚习性品种增多。现将各气候生态区的特点(表1)以及各类品种在生态区中的分布(表3)评述如下。

1. 晋北寒冷春大豆区

该区包括静乐、五寨以北的地区(38—40°50'N)。气候寒冷,海拔高(1000—1800米),土壤瘠薄,一年一熟制,大豆为春播单作。适于种植B₁—B₄类感温、感光性较弱的极早熟类型。在太谷种植表现为:植株矮小,营养体不繁茂,呈半直立状,单株产量较低。

I₁:以右玉、五寨为代表县的高寒种植亚区。适种的大豆品种全部为B₁类极早熟

表 3 不同生态类型在气候生态区中的分布

Table 3 The distribution of different ecological types on ecological regions

类 Type	区 Region										合 计
	品种数 Number of varieties	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	I ₆	I ₇	I ₈	I ₉	Total
	P ₁	2									2
	P ₂		2			1					3
	B ₃		3	1							4
	B ₄		5						1		7
	P ₅				1	3	1				5
	P ₆				1				1		2
	E ₇				2			1	2		5
	P ₈				3	3			3		9
	B ₉				5	1	1		3		10
	B ₁₀				2	4			1		7
	B ₁₁				1						1
	B ₁₂							2			2
	B ₁₃								4		4
	P ₁₄								3		3
合 计	Total	2	10	1	15	12	3	3	18		64

黑豆品种,分枝少,匍匐性强,产量较低。

I₂. 位于大同盆地并包括静乐等的寒冷种植亚区。气候较 I₁ 温和,除种植高寒作物外,部分地区种植玉米。适种的大豆品种为 B₂—B₄,早熟、极早熟类型,植株较 B₁ 为高,仍易倒伏籽粒较 B₁ 大,并有部分大粒品种,如大同大黑豆 (23.9 克),黑色种皮占 68%。

I₃. 以河曲为代表县的西北部黄河沿岸高纬低海拔种植亚区。该亚区海拔较低,气候温和,适于种植 B₃ 极早熟类型。品种籽粒较大,杂色种皮也占一定比例,如河曲绿光豆等。

II. 晋中温和春、夏大豆区该区包括山西中部的忻定、太原盆地及东山的西山地区,是春、夏大豆混种区,为山西省大豆主产区。适种品种为 B₅—B₁₁ 早、中早、中、晚熟类型,较为复杂。

由于该区地形、气候、耕作制度都很复杂,数量分类很自然地将其分成四个亚区,第一亚区分为两个小区。

II₁₁. 以吕梁山北部的兴县、临县与忻定盆地北缘的原平为代表县的地区,气候干旱,土壤瘠薄,仍为一年一熟制,是冬春小麦的交界处。作物主要以玉米、高粱、豆类为主。大豆仍为春播,适于种植对光温较敏感的中、晚熟类型品种。品种生育期长,开花期尤长;籽粒肾形,中小粒黄豆居多;植株高大,分枝发达,可充分利用大豆生长期间的降雨。这可能是长期适应西山干旱、土壤瘠薄条件的结果。

II₁₂. 包括忻定盆地的中南部以及太原盆地,主要为两年三熟和一年二熟制,大量种植冬小麦,春播大豆为主,平川水地复播大豆和粮豆间作也占一定面积。适种品种主要为 B₇、B₈、B₁₁ 对光温较敏感的中熟类型,植株中等,但主茎节数多、荚密、分枝中等,通过密度获得高产。多数为无限结荚习性,部分为有限结荚习性,花期较短,与水肥较高的条件相适应。

II₂. 包括西山南部的石楼至乡宁地区及孟县到长治的整个东山地区。气温比同纬度平川地区较低,生长季短;降雨量多且集中,正与春大豆旺盛生长期相吻合。所以本区春播大豆种植面积较大,产量较高。适种品种主要为 B₅、B₈、B₁₀ 类对光温较敏感的早、中熟类品种。三类品种各具特点, B₅ 类为生育期短、中秆、大粒品种,适于东山北部地区种植; B₈ 类为中熟大粒品种,适于东山中部地区种植; B₁₀ 类是适于西山南部气候温暖山区春播的典型类型。

II₃. 以左权为代表县的种植亚区。该亚区包括面积较少,气候条件特殊,比周围相邻县寒冷而多雨。主要品种类型也较特殊,适于种植 B₄、B₅ 类早熟品种,而相邻地区多为中熟品种。

II₄. 以晋城、阳城为代表县的地区。该亚区的气温、日照接近晋南夏播区,但雨量充沛 (472.8 毫米),春、夏播大豆均有种植,是混种区与复播区的过渡区域。B₁₂ 类花期短的中早熟品种是该区宜种的春播类型。

III. 晋南温暖夏大豆区

该区包括山西省临汾、运城盆地以及相邻的翼城、垣曲等县的旱垣地区。气候温暖,但降雨量较少,大豆主要是复播。宜种 B₇—B₁₄ 的中、晚、极晚熟类型 (当地种植 120

天左右)。B₁₃、B₁₄是该区复播的典型类型，在太谷地区种植表现为：植株高大，生育期最长（160天），分枝较多，节多，荚多，但籽粒较小。该区品种类型繁多，是本省夏大豆主产区。

由表3还可看出，各类品种在生态区中分布的大致规律为：（1）各类型品种均有其重点所在区。如B₁类在Ⅰ₁区，B₂—B₄类在Ⅱ₂区。说明生态类型与气候条件存在一定的对应关系。（2）晋北几区（Ⅰ₁—Ⅰ₃区）与其对应的生态类型较集中和单一（E₁—B₄），越向南变化越大。（3）在一个生态区中可能存在众多类型的品种，它们以不同的形式适应环境，发挥优势，获得高产。某一生态类型的品种只能适应有限的生态区域，而只有当其生长所需的环境条件适宜时，才能扩大适应区域。

三、植株、产量性状在生态区中的表现

回归与相关分析表明（表4）：茎粗、单株荚数、分枝数、分枝荚数、株重、株粒重等性状与纬度、海拔均呈显著的相关关系。可见，各植株产量性状的表现有明显的地域性，其分布规律见图2。

山西省各生态区品种在太谷地区种植时，产量性状均一致表现为：北部低于南部，

表4 植株产量性状与纬度、海拔相关、回归系数①

Table 4 The relationship between yield characteristics and latitude and elevation

因 子 Factors	回 归 系 数 Regrission coefficients			偏 相 关 系 数 Partial correlation coefficients		R
	b ₀	b ₁	b ₂	r _{1y.2}	r _{2y.1}	
株 高 Plant height				-0.5651	0.3862	
茎 粗 Stem thickness	5.092	-0.1283	0.00043	-0.8597*	0.7693*	0.8605
主 茎 节 数 Node on main stem				-0.7628	0.4756	
主 茎 荚 数 Pod on main stem				-0.2263	-0.3289	
单 株 荚 数 Pod per plant	944.037	26.6522	0.9439	-0.8454*	0.7696*	0.8455
分 枝 数 No of branch	64.818	-1.833	0.0076	-0.9046*	0.8845*	0.9070
分 枝 荚 数 Pod of branch	779.885	-22.951	0.1016	-0.8714	0.8306*	0.8792
株 重 Weight of plant	794.731	-23.2262	0.1001	-0.9863**	0.9616**	0.9680
株 粒 数 Seeds per plant	1555.580	-43.3701	0.1293	-0.8294*	0.6894	0.8548
株 粒 重 Seed weight per plant	235.451	-6.8831	0.0299	-0.9516**	0.9452**	0.9544
百 粒 重 100—seed weight				-0.2429	0.4109	
粒 茎 比 Ratio of seed and stem				0.0113	0.0794	
蛋 白 (%) Protein (%)	-27.042	1.8595		0.4939	-0.0479	
脂 肪 (%) Oil (%)				-0.0907	-0.0479	

① $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2$ y—各性状，x₁—纬度、x₂—海拔。

高海拔区低于低海拔区。产量性状与纬度呈显著负相关。

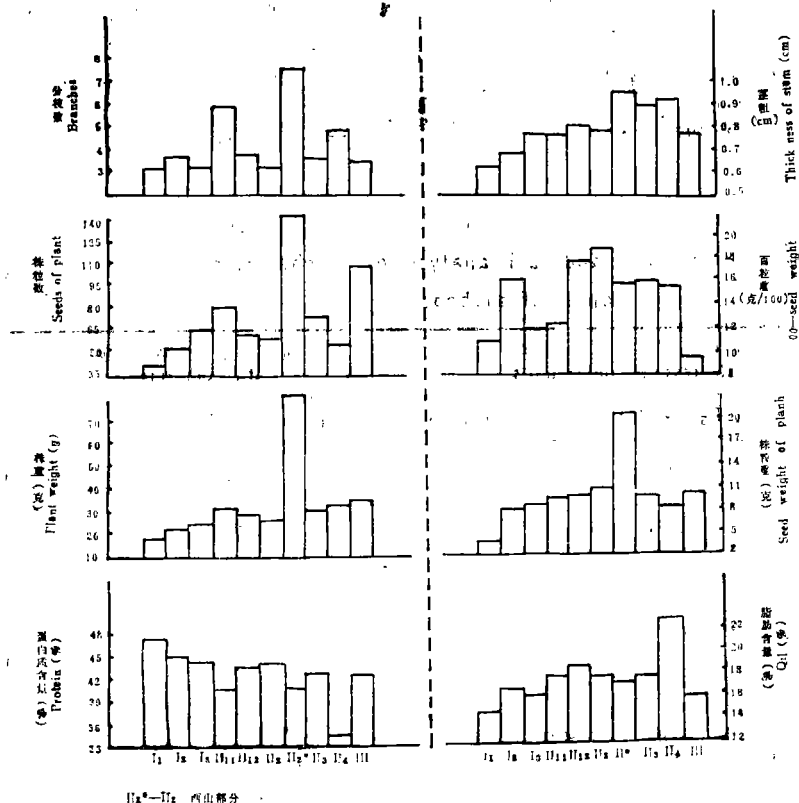


图2 植株产量性分布图

Fig. 2 Distribution of yield characters of soybean plant

著水平，呈现出蛋白质北高南低，脂肪南高北低的趋势。与吕世霖的研究相一致。北部品种多为小粒黑豆，进化程度较低，蛋白质含量较高；种皮色也影响蛋白质含量。同为晋北种植的品种， B_1 类小粒黑豆 $> B_2$ 类中小粒黄豆 $> B_3$ 类大粒杂色豆，蛋白质含量分别为47.34%、45.35%和44.44%。

讨 论

一、本文将山西省分为三大大豆生态区八亚区，与吕世霖“三主三副区”的结果基本相符^[1]，而且由于综合了多个气候生态因子，各区间的细微差别均可分辨。如北部春大豆区分为三个亚区，将河曲一带黄河沿岸单独列为一亚区，这就体现了该地区较前两亚区温和，作物布局也有不同的特点；同理，中部地区的左权也另划一亚区；晋城、阳城划为晋南区等等。为分区育种、区域试验、合理作物布局提供了依据。通过区划，进一步证实了在复杂的气候生态条件下，只能分区、块，而不能划带。

二、由产量性状对株粒重的回归与通径分析（表5），得出山西省各地育种的大致

分枝数和茎粗与海拔的正相关说明分枝发达、茎较粗是高海拔地区品种对干旱适应的遗传特性。高海拔山区的旱薄地，自然条件恶劣，只有靠强大的根系、繁茂的个体去抵御与适应才能高产。

茎粗与纬度呈负相关。除受异地种植的影响外，主要与育种水平和进化程度有关。北部农家品种野生性强，南部品种则进化程度较高。

籽粒蛋白、脂肪含量与纬度、海拔的相关未达到显

方向:

1. 适于晋北低温长日光温条件下种植的 B_1-B_4 类, 对光温反应较迟钝的特早、早熟类型。区域适应性较宽, 可在晋中春播, 甚至在晋南夏播。但他们多数为进化程度较低、匍匐严重的小粒黑豆品种, 增产潜力较低, 运用时需加以改造。回归分析表明: 株重与粒茎比增高有助于产量的提高, 故应培育进化程度较高, 营养体繁茂的直立型品种。

表 5 各类型品种12性状对粒重的逐步回归通径分析 ($P<0.05$)

Table 5 The gredual regression and path analysis of 12 charicters to seed weight of soybean

性 类 型 状 Type Character	回 归 系 数 Regression coefficients				通 径 系 数 Path coefficients			
	B_1-B_4	P_5, P_7, P_8	P_9	P_{13}, P_{14}	E_1-P_4	P_5, B_7, P_8	P_9	P_{13}, P_{14}
株 高 Plant height		0.0417	-0.0316			0.0346	0.1435	
主茎节数 Node on main stem		0.2257	-0.4616			0.1017	-0.2765	
单株荚数 Pod per plant							0.5537	
分 枝 数 No. of branches		-0.6069	0.0867			-0.2432		
株 重 Weight of plant	0.3505			0.2103	1.4156			0.4818
株 粒 数 Seeds per plant		0.2184	0.0792	0.0115		1.7387	1.1444	0.1410
百 粒 重 100 seed weight		0.3847	0.9196			1.3094	0.8437	
粒 茎 比 Ratio of seed and stem	9.8304			14.1297	0.7564			0.5588
b_0	-5.8772	-6.8458	-1.8246	-4.8877				
R	0.9758	0.9888	0.9989	0.9832				

2. E_5, B_7-B_{11} 类品种各具特点, 分别适应于中部地区复杂的自然条件和耕作制度。 B_5, B_7, B_8 早、中熟类型, 是宜于晋中盆地与东山北部种植的春播品种。由表 5 可知, 通过主茎提高株粒数, 适当提高百粒重是获得高产的途径。 B_{11} 类则与平川水地相适应, 是植株矮、分枝多、花期短的中熟类型。 B_9, E_{10} 类分别是西山北部干旱地区与南部地区的适种品种。 B_9 籽粒小, 粒为肾形, B_{10} 粒大而圆, 育种时前者要适当提高百粒重, 后者则应防止旺长、倒伏。大部早、中、晚熟品种均可引入中部平川地带春播与南部夏播。

3. B_{13}, B_{14} 类是晋南夏播区的典型类型。粒茎比是影响产量的因素, 故需培育营养体繁茂且粒茎比高的多粒品种, 由于该类品种感光性较强, 区域适应性较窄, 只有当地较早熟的品种引入晋中春播能成熟。

附表 山西省64个大豆品种及编号
Attached table. name and number of 64 soybean varieties in Shanxi

编号 No.	品 种 名 称 Name	编号 No.	品 种 名 称 Name	编号 No.	品 种 名 称 Name	编号 No.	品 种 名 称 Name
1	右玉小黑豆 *	17	临县绿黑豆	33	寿阳霸王鞭	49	襄汾大红豆
2	右玉黑豆	18	阳曲鸪鸽绿 *	34	昔阳绿豆	50	侯马豆小黑豆
3	天镇二白皮 *	19	太原大青豆	35	昔阳黑豆	51	侯马白豆
4	大同小黑豆 *	20	孟县偏黑豆 *	36	左权大青豆 *	52	新降小红豆
5	大同大黑豆	21	晋豆 1 号 *	37	左权小青豆	53	襄汾白豆
6	浑源长黄豆 *	22	晋豆 2 号 *	38	左权小黑豆	54	洪洞青皮豆
7	朔县黑豆	23	晋豆 3 号	39	襄垣水白豆 *	55	曲沃大黄豆
8	应县白豆	24	晋豆 4 号	40	武乡白黑	56	阳城白豆
9	灵邱二黄豆	25	晋豆 5 号	41	晋城有限红眉豆 *	57	闻喜小白豆 *
10	石楼大白豆 *	26	介休奎全豆 *	42	大宁半秋白豆 *	58	闻喜八月炸
11	神池黑豆	27	介休白景豆	43	大宁小青豆	59	稷山小黑豆 *
12	河曲绿光豆 *	28	方山白黑豆	44	大宁花豆	60	稷山白豆
13	静乐黑豆 *	29	汾阳白豆	45	浮山蚕丝豆	61	芮城牛毛黄
14	原平白豆	30	寿阳大青豆 *	46	临汾小黑豆	62	芮城小黑豆 *
15	临县白黑豆 *	31	寿阳大黄豆	47	临汾大黑豆	63	永济棕色豆 *
16	临县绿豆	32	寿阳青皮豆	48	临汾白豆	64	813

* 为1983年种植的品种。

参 考 文 献

- 〔1〕 吕世霖：1973，大豆研究资料汇编，山西农学院。
- 〔2〕 王金陵：1981，大豆品种资源的研究利用，中国油料，(1)：1—9。
- 〔3〕 吕世霖、程舜华：1981，我国大豆栽培区划的研讨，山西农业大学学报，(1)：19。
- 〔4〕 卜慕华、潘铁夫：1982，中国大豆栽培区域探讨，大豆科学，1(2)：105—121。
- 〔5〕 Abou-El-fillouh, H. A. and J. D. Rawlings et. al., 1969, Classification to environments to control genotype by environment interactions with an application to cotton, Crop Sci., 9: 133—140

STUDIES ON THE ECOLOGICAL-TYPES OF SOYBEAN VARETES WITH MULTIVA RATE ANALYSIS IN SHANXI PROVINCE II. THE ADAPTATION OF ECOLOGICAL-TYPE OF SOYBEAN TO CLIMATIC ECOLOGICAL ENVIRONMENT IN SHANXI

Xu Dongmei Cheng Shunhua

(Shanxi Agricultural University)

Abstract

Based upon the data of 12 climatic ecological factors of soybean, differentiated from meteorological record of 36 counties in Shanxi province during 1957—1980, three ecological regions and eight sub-regions of soybean can be classified by D^2 statistics in Shanxi province.

Analysing the ecological types referring to their ecological regions, it is found that the geographical distribution of ecological types of soybean is quite obvious. Each type grows within specified region. Each region may contain more than one type. The number of types included in a region increased as the regions moved from north to south.

There are close relationship between ecological factors and yield characters of soybean and their environment. Their geographical distribution is quite obvious.

As a result of this study, it is preferred that multivariate mwlti-variate analysis by PCA and D^2 statistics is the effective method of ecological classification of soybean and it is also useful to other crops.