

大豆生育期的气象生态模式*

叶修祺 荆淑民 蒋惠兰

(山东省农业科学院作物研究所)

摘 要

根据1980—1982年全国各类型大豆共88个品种,在济南进行2—4期播种的生态试验结果,明确了大豆生育期长短与如下六个因素有关:①纬度:品种原产地纬度高的引入后生育期短,纬度增高1°生育期缩短2—4天。②生态型:同纬度不同生态型的品种,生育期最多可相差80天。各类型品种生育单位比值变动在0.63—1.08之间。③早晚熟:品种早、中、晚熟之间的生育单位比值变动在0.8—1.4之间。④播期:各品种引入后的生育期多随播期的延迟而缩短,每晚播一天总积温可减少0.4—24.6。⑤降水:降水量在±100mm之间,对生育期无明显影响,降水量偏差值与生育期差值呈指数曲线关系: $\Delta D = 1.142 \times 10^{-0.008809} \Delta p$ 。⑥温度:把逐日气温T换算为大豆的温度效率单位T、R、U,可纠正温度变动对生育单位的影响:则 $T、R、U = -165.9 + 15.218T - 0.335T^2$ 。经统计分析,对于全国各类品种在山东的生育期可用如下模式表达:

$$\Sigma T、R、U = -1381 - 41.4L + 3400E + 2361EL - 18.635D - 1721\Delta P$$

$R=0.95$,复相关系数在0.01水平上显著。该模式可为大豆引种时预测成熟期提供定量依据,预测标准误差 $\leq 5\%$ 。

一、研究目的

大豆品种的异地种植其生育期将有显著变化。某一品种自外地引入后能否成熟?何时成熟?这是引种者十分关心的问题。本文目的是明确济南的气象生态条件对全国各类大豆品种的内涵性,提出向山东省引种时,全国各类品种生育期的气象生态模式。

D. J Major等曾进行过“大豆开花和成熟期的预测”⁽³⁾,他认为“以大豆生长日度(积温)表达生育期是不能令人满意的,因为大豆生育期受日照长度的严格控制。所以可用生育期的差值来表达。用来预测不同播期对开花、成熟期影响的成功的规律是:播期晚10天,开花延迟8天,成熟期延迟5天。”我们的试验证明这一规律并无普遍意义。因为某一品种生育期的长短决定于该品种的遗传特性与栽培地区的光、温、水条件。在实际引种栽培中影响生育期的主要因素有:1. 品种原产地纬度;2. 品种生态类型;3. 品种的早晚熟性;4. 引入后的播期早晚;5. 土壤水份状况;6. 温度高低。了解以上六种因素影响生育期的数量关系以后,通过统计分析,可提出适用于各类品种,不同播种期的大豆生育期长短的气象生态模式。

* 本文承蒙王金陵教授、赵经荣、孙惠生两位高级农艺师,李永孝副所长、高学曾同志的审改,谨表谢意。
本文于1985年1月9日收到。

二、资料来源与处理方法

本文资料取自本所1980年至1982年全国大豆品种生态型研究中的88个品种，其中在济南能成熟的有77个品种，2个播期共154个组合样本。此外不同播种期对大豆生育期的影响是从各类型中选出10个代表性品种分4期播种的辅助试验中取得；不同温度对大豆生育期的影响是根据1981、1982年济南与海阳的对比试验中得到的资料。

研究思路与方法：首先分析各因素和生育单位的相关系数大小与回归性状，从而对各个自变量影响生育期的意义有明确的概念，并对某些因素进行数量变换，例如把生态类型、早晚熟等换算成与标准品种的生育单位的比值；对于偏多100毫米以上的降水量则换算成延长生育单位的百分率；而对不同温度的影响则把气温换算为效率温度的方法得到解决。通过以上单因素解析变换后，整理出18个因素154个样本组合的信息输入电子计算机进行逐步回归统计，以便剔除非关键因子。然后再从中选择生物意义明确，相关较显著的因子重新进行多元回归统计而得到大豆生育期的气象生态模式。

三、影响大豆生育期的主要因素分析

1. 各类型大豆原产地纬度的生育期效应

大豆生育期随纬度的变化，实质上是光周期效应的明显例证。大豆对短光照反应十分敏感，而在每年4—9月份，北半球各地日长均随纬度的增高而加长。如6月21日北纬20度日长为13.3小时，北纬50度为16.3小时。因此各类型大豆在济南均表现为该品种

表 1 大豆原产地纬度与生育期的回归统计

Table 1 The linear regression interrelation between latitudes and growth periods of soybean

播 期 Sowing time	类 型 type	北 方 春 夏 型 North spring and summer type			南 方 冬 春 型 South winter and spring type		
		b	r	n/△*	b	r	n/△*
春 播 Spring Sowing	1980. 5. 17	-3.80	—	—	-2.57	-0.61*	12
	1981. 5. 5	-3.77	-0.94**	61	-5.95	-0.91**	13
	1982. 5. 5	-4.22	-0.90**	58	-3.99	-0.73**	13
	平均 mean	-3.83	-0.92	60	-4.17	-0.75**	13
夏 播 Summer Sowing	1980. 6. 21	-2.52	—	—	-1.98	-0.61*	11
	1981. 6. 20	-1.54	-0.86**	60	-3.88	-0.93**	13
	1982. 6. 20	-2.14	-0.90**	57	-2.58	-0.71**	13
	平均 mean	-2.07	-0.88	59	-2.81	-0.75**	13

注：n/△*为样本数量，*为F0.05显著，**为F0.01显著。Note, n/△*: entrance number "*" —significant at 0.05level, "***" —Significant at 0.01level.

原产地纬度愈高，引入后生育期愈短的趋势。大约纬度每增1度，生育期缩短2—4天，纬度与生育期天数负相关达0.01的极显著平准。见表1。从表1可见虽然总趋势一致表现不论来自北方的品种和南方的品种，原产地纬度和引入后的生育天数是都极显著的负相关。但是不同的品种类型、不同播期、不同年度之间的回归斜率存在很大差别。一般来说，不同品种与播季之间可以显示出感光性的差别，而不同年度之间则主要显示出感温性的作用。

2. 不同生态型间的生育单位比值

三年试验一致表现来自同纬度的大豆，由于生态类型不同，同期播种的生育期可相差80天，全生育期总积温可相差1800°。全国大豆品种如按播种季节分，则有春、夏、秋、冬播四大类型。因为各地不同季节播种的大豆，全生育期所经历的日长变化曲线不同，在长期生产栽培中形成特定的光周期生态类型。如北方春播型大豆的原产地日长始终都比较长（见图1）引入本地后由于日长比较短，所以生育期也相应缩短。而南方秋播型大豆原产地日长比较短引入济南后由于日长较长所以生育期延长，甚至不能成熟。唯南方冬播型大豆原产地日长更短，引入济南后生育期未延长而且可以成熟。我们认为这是由于这类大豆原产地冬季平均气温在15—18℃，不适宜大豆生长发育，而引入济南后5—9月份温度较为适宜，可能弥补了日长的影响。加纳（1933年）也认为：通过温度这一因子可以减轻日长度的反应^[2]。亦即光温互补作用。

为了便于实际使用以黄淮夏播型的总积温为标准，其比值为1.0，其它各类型的总积温除以标准型的总积温即是。结果表明以北纬45度以北的春大豆比值最低为0.64—0.85，以南方秋播型的比值最高为1.08以上。见表—2

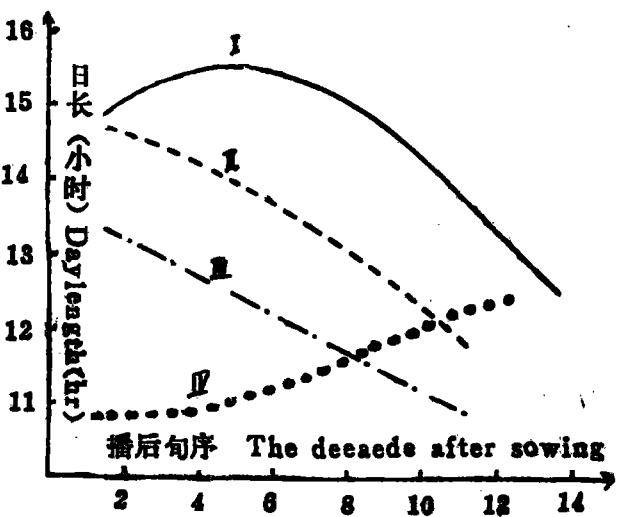


图 1 各类大豆原产地生育期间日长

Fig—1 Daylength of different type Soybean in their original places

注：I—44°N春播型大豆5/11—9/21间日长。

Note. I. spring sowing type, 44°N, 5/11—9/21.

II—36°N夏播型大豆6/21—10/1间日长。

II'—summer sowing type, 36°N, 6/21—10/1

III—28°N秋播型大豆8/1—11/21间日长。

III'—autumn sowing type, 28°N, 8/1—11/21

IV—21°N冬播大豆12/16—4/6间日长。

IV'—winter sowing type, 21°N, 12/16—4/6.

表2 各生态型大豆的发育单位比值

Table 2 The ratio of development unit between summer sowing type and others of soybean

生态型 ecological types 播期 Sowing time 比值ratio	北方春播型 North spring sowing type			夏播型 Summer sowing type	南方冬春型 South winter sowing type	南方早熟秋播型 South early autumn sowing type
	50—44°N	44—40°N	40—32°N			
春播5/9 Spring sowing	0.63	0.79	0.90	1.0	0.92	1.08
夏播6/20 Summer sowing	0.85	0.90	0.97	1.0	0.99	1.08

从表2看出：品种原产地纬度与引入地差距越大，生态型之间的生育单位比值之差也增大。从播种期上看，早播的比值差距大，晚播的差距小。实际使用时可以采取插比法求得生态型之间的比值。

3. 品种熟性间的生育单位比值

在纬度相近似而播期，生态型均相同的条件下，由于品种熟性不同，早、晚熟间的总积温可相差300—400。在生育期模式的统计中，系以4个纬度左右一组，以该组典型中熟种为生育单位为标准，其比值为1.0，后以各同类品种的生育单位除以中熟种的生育单位即得早晚熟的比值，故早熟种的比值小于1，而晚熟种的比值大于1。本试验中早晚熟为比值出现范围在0.8—1.3之间。在实际应用时只要掌握某品种在原产地比中熟种早或晚熟几天，即可算出熟性的比值。即：某品种的熟性比值=该种生育期（天）÷中熟种生育期（天）。

4. 不同播期的生育单位效应

各类品种引入济南后，一致表现出随播种期推迟而加快生育期并相应减少总积温的

表3 各品种不同播期的积温比较

Tabl 3 Comparison of accumulated temperature of different soybean varieties planted in different date

品种 varities	播期 planting date	5/5	5/20	6/5	6/20	天数与积温回归值 regression data D: Σt	
	积温accumulated temperature	5	20	36	51	b	r
黑农26 Heinong 26		2473	2499	2434	2232	-5.1	-0.84
吉林3号 Jilin .3		2628	2499	2434	2232	-8.1	-0.98**
群英豆 Qun Ying Dou		2782	2775	2603	2489	-6.8	-0.96**
冀豆1号 Ji Dou .1		3192	2965	2689	2457	-16.1	-0.999**
丰收黄 Feng Shau Huang		3482	3255	2861	2489	-21.9	-0.993**
跃进4号 Yao Jin.4		3696	3363	2937	2666	-24.8	-0.999**
徐豆2号 Xu Dou .2		3383	3363	2937	2525	-19.5	-0.950**
猴毛 Hou Zi Mao		3755	3461	3113	2780	-21.3	-0.9996**
宜山六月黄 Yishan Lue Yue Huang		3520	3255	3017	2741	-16.7	-0.999**
白花豆 Bai Hua Dou		3447	3224	3017	2645	-16.9	-0.989**

趋势。但品种间有很大差异，北方春播型品种的播期效应小而夏播型品种的播期效应大，秋播型品种效应最大。根据1981—1982年各品种的4个播期的试验证明晚播天数与总积温之间呈极显著的直线相关，见表3。

从表3可见，除原产北纬45度以北的品种晚播天数与总积温的直线回归不显著外，其余各类品种的晚播天数与总积温之间均呈极显著直线相关。据此我们可以把三年各品种春夏播的试验结果计算出每晚播一天的减少总积温（度、日）的效果如表4。

这就是晚播天数对生育期的促进效果。也就是高亮之等（1974年）称之为感光系数的实质。

表 4 各类大豆晚播对减少积温的效果

Table 4 The effect of late planting different ecological types of soybean an accumulated temperature decreasing

项 目 item 品种 类型 varieties type	原产地纬度 latitude	品 种 数 No. of varieties	总 积 温 Total accumulated temperature		差 值 difference 积温/天数 Σt/days	促进效果 effect ℃/天(day)
			5/9播 planted	6/20播 planted		
北春Ⅰ型 North spring type I	50—45°	12	2218	2200	-18/41	-0.44
北春Ⅱ型 North spring tyde I	44—40°	18	2745	2319	-426/41	-10.4
北春Ⅲ型 North spring type II	39—37°	11	3145	2489	-656/41	-16.0
夏播型 Summer sowing type	37—30°	19	3493	2575	-918/41	-22.4
南冬春型 South winter spring type	30—21°	13	3207	2548	-659/41	-16.1
南秋播型 South autumn sowing type	28—21°	2	3778	2769	-1009/41	-24.6

表3、4一致表明，秋播型大豆对于因晚播缩短光照而缩短生育期的效果最为明显，其次是夏播型品种。但夏秋型之间对光长的反应并无绝对的界限，而是连续的变化过程；晚熟的夏播型品种如猴子毛、南农493—1等对光照长度的反应与秋播型早熟种阳春青豆的反应是很相似的。这与日本三分一敬的观点一致⁽¹⁾。北纬45度以北的品种引入济南后，播期效应趋于消失。这是因为本地日长为14.6小时这对于北春Ⅰ型品种来说已属于短光照的临界日长之内因此播期早晚不会引起短光照效应。为了使不同播期的资料便于统计，本文把各播期都订正到4月30日为标准播期。如5月9日播的晚播日数为9，6月5日播的则为36等。这样处理，在使用模式时直接输入离标准日的日数即可。

5. 大豆的气温效率单位

前人研究证明：温度低于7℃或高于40℃时大豆停止发育⁽³⁾，23—25℃时为最适宜温度⁽⁴⁾。在温光适宜的条件下大豆生长发育最快。1960年布朗曾提出大豆发育单位 S 。 $D, U=4.95x-0.0829x^2-40.91$ 。式中 x 为人工气候室内日平均温度(℃)⁽⁵⁾。但室温与气温变幅不同，因此 $\sum SDU$ 比 $\sum T$ 虽有所改进，但仍不够理想。我们在1981—1982年利用纬度相同，即光周期条件相似而温度相差较大的济南与海阳两地进行同品种同播期的

试验证明 14°C 以下的日平均气温(日最低气温 $<9^{\circ}\text{C}$)对大豆发育接近无效, $15\text{--}19^{\circ}\text{C}$ 低效, 24°C 效率最高, $26\text{--}33^{\circ}\text{C}$ 逐渐减效, 34°C 以上的高温(日最高 $>38^{\circ}\text{C}$)也无效。经统计检验提出了一种稳定性更好的大豆温度效率单位 $T. R. U = -165.9 + 16.218T - 0.335T^2 \dots \dots$ ① 式中 T 为日平均气温。经1978—1982年试验资料验证, 以 $T. R. U$ 法作为大豆的生育单位比生育天数法、积温法、有效积温法、布朗 $S. D. U$ 法等为单位的变异系数小2—13%。所以本模式采用 $T. R. U$ 为大豆的生育单位。

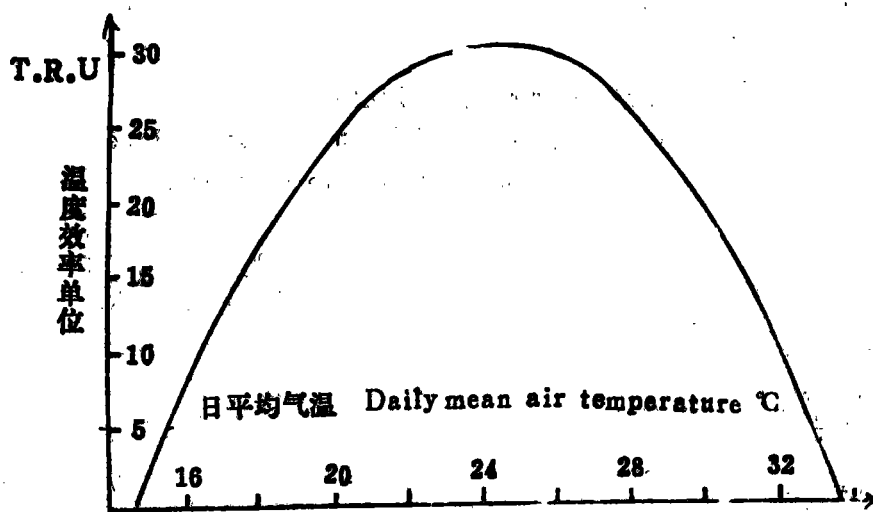


图 2 气温与大豆温度效率单位关系

Fig 2 The relationship between air tmeperature and T. R. U of soybean

6. 水份过多对生育单位的影响

全生育期总降水量多则生育天数长, 以三年平均生育天数 Σd 与全生育期总降水量 Σp 进行线性回归结果:

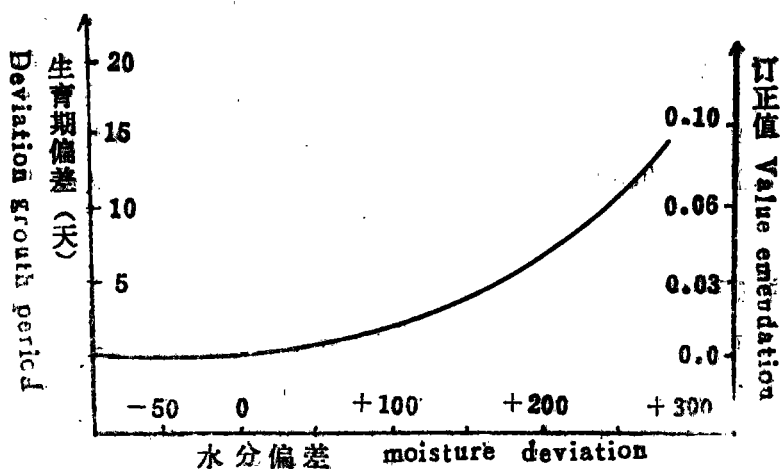


图 3 大豆花后水分与生育期指数回归

Fig 3 The exponential regression of moisture after flowering stage of soybean between grow.h period

$\Sigma d = -18.1 + 0.375 \Sigma p$ ，相关系数 $r = 0.788$ 为超过 0.01 的显著性平准。但此二数间并非直接的因果关系，因为其中还包含生育天数长、降水机率大致使降水量多的因素。

通过逐步回归的统计得知，大豆开花至成熟的降水量与生育单位相关显著。今以开花后同品种同播期不同年度间的降水量差（经过灌水量订正）与生育期差进行回归统计，结果如图—3 所示。可见不同年度间降水量相差 $\pm 100\text{mm}$ 以内对生育期无显著影响。根据生育期差 $\Delta D = 1.142e^{0.0088 \Delta p}$ 这一关系式，可由降水量距平值求出生育单位订正值。

四、外地品种向山东引种的大豆生育期模式

1. 模式的建立与检验

根据上述大豆生育期诸影响因素的分析和各生育阶段（播种—出苗—开花—成熟）的光、热、水气象资料，共有 17 个自变量 154 个组合，输入计算机进行逐步回归，结果机选 12 个元素，其中有 8 个元素达到 0.01 显著性平准（方程中带 * 者），方程式为：

$$\Sigma T, R, U = -867 - 29.4 SD^* + 92.3 \overline{T_1}^* + 62.8 \overline{T_2}^* - 44.8 \overline{S_2} + 225.7 \overline{SL_2}^* - 48.6 \overline{P_3} - 252.3 \overline{SL_1}^* - 53.3 \overline{L_1} + 1.99 \overline{P_0}^* + 1533.8 E^* + 988.5 EL^* + 427 \Delta P_3$$
（省计算中心统算）……②

式中 \overline{T} 、 \overline{S} 、 \overline{SL} 、 \overline{P} 依次分别为阶段平均气温、日照、日长、降水量；右下角标 1、2、3 为第 1、2、3 生育阶段；0 为全生育期； SD —播期离 4 月 30 日的天数； E —生态类型； EL —早晚熟性； ΔP_3 第三阶段降水差订正。该 12 元方程标准差为 92.9 $\Sigma T, R, U$ ，变异系数为 0.032，复相关系数超过 0.01 显著性平准。说明精度尚好，但是元数太多，使用不便，而且有些元素的生物意义不够明确。因此在逐步回归的基础

表 5 各类大豆生育单位 ($\Sigma T, R, U$) 模式
Table 5 Models of development unit ($\Sigma T, R, U$) of different types of soybean

引种类型 Introduce variety type	元 element	各 元 素 的 回 归 值 regression data of different element						方 程 检 验 equation inspection				模式号 NO. of model
		b ₀	L	E	EL	SD	ΔP	R	σ	CU%	n	
全 国 National	5	-1881	-41.4	3400	2361.9	-18.83	-1721	0.96**	141.5	5.0	154	3
北 春 I North spring I	2	125	0	0	2073.6	1.09	0	0.89**	50.4	2.3	28	4
北 春 II North spring II	3	-693	7.3	0	3234.0	-7.47	0	0.981**	34.9	1.3	34	5
夏 播 型 Summer sowing type	4	2629	-35.8	0	2010.4	-16.5	2466	0.973**	118.1	3.8	39	6
其 它 Other types	5	-5706	6.8	6436	3145.0	-25.9	958.5	0.994**	45.0	1.5	48	7

注：L—纬度；E—生态型；EL—早晚熟；SD—播期离 4/30 的天数； ΔP —降水量订正；R—全相关；
note, L—latitude, E—ecological type, EL—maternity, SD—days from planting date to 4/30,
R—complete correlation,

上又挑选出 5 个对 $\Sigma T.R.U$ 有直接影响的元素进行多元回归统计, 结果如表 5。

从表 5 可见全国各类大豆生育单位的气象生态 5 元回归模式的变异系数比 12 元回归方程的精度有所下降。而经过分类型统计的模式更为简明方便而且精度也有提高, 可供引种时使用。

2. 模式的使用方法与实测检验

为了本模式的使用方便, 必须制作一张累年逐日效率温度累积表或累加座标图, 如图 4。

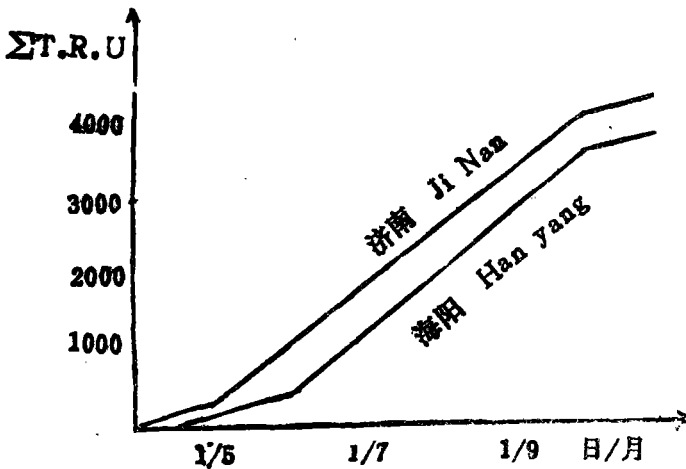


图 4 山东省大豆累积温度效率单位列线
Fig.4 Accumulated temperature of development unit of soybean in shandong province

在引种时只要掌握该品种原产地纬度 L 、生态类型 E 、早晚熟性 EL 、并确定引入后的播期 SD , 即可代入模式, 计算出该模式所需要的 $\Sigma T.R.U$ 。例如我院要引入上于坎山白大豆, 已知该品种原产于 $30^{\circ}N$ 为南冬春型 $E=0.99$ (见表 2) 为偏早熟 $EL=0.95$ 较中熟种早熟 5%, 计划在 6 月 20 日播种 $SD=51$ 。成熟期预测如下:

该品种所需的 $\Sigma T.R.U = -5706 + 6.8L + 6435E + 3145EL - 25.9SD$ (见表 5 南冬春型模式一 7) 把已知条件代入相应位置即为:

$\Sigma T.R.U = -5706 + 6.8 \times 30 + 6435 \times 0.99 + 3145 \times 0.95 - 25.9 \times 51 = 2536$, 因成

表 6 1984 年本所大豆引种观察成熟实测与预测比较
Table 6 Comparison between observed and prediction mature date of soybean varieties introduced in 1984

品 种 Variety	原产地 纬度 Latitude	早晚熟比 Ratio of early and late maturity	生态型比 Ratio of ecology type	实测成熟期 日/月 Observed date	模式成熟期 Expected date		预测误差 error (days)
					$\Sigma T.R.U$	日/月	
兰脐 Lan di	45.7°N	1.06	0.80	10/9	2368	8/9	-2
东农 36 Dong Nang 36	45.7°N	0.90	0.80	26/8	2035	26/8	0
黑农 27 Hei Nong 27	45.7°N	1.06	0.80	10/9	2368	8/9	-2
铁美四粒黄 Tie Jia Si Li Huang	43.5°N	1.06	0.87	22/9	2714	22/9	0
吉林 1 号 Ji Lin 1	43.5°N	1.0	0.87	13/9	2552	15/9	+2
哈 82-577 Ha 82-577	42.3°N	0.98	0.87	9/9	2414	9/9	0
丹豆 5 号 Dan Dau 5	40.5°N	1.08	0.87	30/9	2789	30/9	0
郑 46 长叶 Zhang 46 length leaf	34.7°N	1.09	1.0	4/10	2902	4/10	-3

注: 播种期均为 6 月 10 日该日 $\Sigma T.R.U=1231$

熟日的 $\sum T.R.U =$ 播种日的 $\sum T.R.U +$ 该品种所需的 $\sum T.R.U$, 查图 4 得 6 月 20 日的 $\sum T.R.U$ 为 1485, 故成熟日的 $\sum T.R.U = 1485 + 2536 = 4021$, 再查图 4 常年 9 月 25 日可达 4021 TR.U, 即预测上于坎山白大豆在济南于 6 月 20 日播种, 9 月 25 日可成熟, 预测结果准确。

为了检验模式的实际使用效果, 利用 1984 年本所大豆引种观察的资料进行模式预测的检验, 结果如表 6 所示。说明预测与实测结果误差不超过三天, 可以使用。

为了使本模式能够在山东省范围内得到推广使用, 我们计算了山东各地区的大豆累积温度效率单位的分布情况。通过这一资料的整理明确了, 虽然大豆全年总的累积温度效率单位内陆比胶东沿海多但对于夏播大豆来说, 6—9 月的 $\sum T.R.U$ 则是胶东沿海优于内陆。

结 束 语

综上所述, 当掌握了关键影响因素之后, 大豆的生育期是可以采取某种模式给以定量的预测。本文对内涵性模式用 3—6 个因素进行拟合, 经检验结果理论值与实测值的变异系数可控制在 1—4%。这种模式可供本省引种时参考使用, 这对引种试验中加强预测性, 减少盲目性等都有实用意义。在当前电子计算机迅速发展、普及的年代, 把模式转为软件库存后, 将为今后的引种工作提供科学依据。

参 考 文 献

- [1] 三分一敬著, 赵贵彬译, 李森林校, 大豆品种的生态与分布 1931. 4 期《国外农学—大豆》
- [2] F. 达莫塔著, 刘树泽译, 刘汉中校, 《大豆与天气》1981 年气象出版社。
- [3] 东北师大生物系, 《大豆生理》1981 科学出版社。
- [4] A. J. 帕斯卡著, 刘树泽编译, 世界大豆农业气候区划原则和方法 1981 年《农业气候资源译丛》
- [5] D. M. Brown, Soybean Ecology (1) Development Temperature Relationship from Controlled Environment Studies, AGRONOMY JOURNAL, Vol. 52 No. 9, 493—496 (1960)
- [6] 叶修祺、荆淑民, 大豆的温度效率单位 1983 年 2 期《农业气象》
- [7] 叶修祺等, 大豆的精确成熟期与最佳收获期, 1982 年 2 期《山东农业科学》

METEOROLOGICAL ECOLOGY MODEL OF GROWTH PERIOD OF SOYBEAN

Yie Xiouqi Jing Shumin Jiang Huilan

(Shan Dong Academy of Agricultural Sciences)

Abstract

An ecological test with different types of 88 soybean varieties sown at 2—4 different time had been conducted at Jinan of Shandong prov-

ince during 1980—1982, As a result the growth period of soybean was influenced by six factors as follows:

1. Latitude-The growth period becomes shorter as soybean varieties more from higher latitudes to Jinan. The increase of 1°N of latitude causes the growth period of shorter 2—4 days.

2. Ecological type-The maximum range of growth period of soybean is 80 days among different ecological types in the same latitude. Ratios of the growth period unites of different ecological types range from 0.63 to 1.08.

3. Maturity-Ratios of growth period unite among the early medium and late varieties fluctuate with in the range from 0.8 to 1.4.

4. Sowing time-after the soybean varieties had been introduced to Jinan the later the sowing time. The shorter the growing period. when sowed one day late, the total accumulated temperature decrease 0.4—24.6.

5. Precipitation-When the rainfall deviation is within $\pm 100\text{mm}$. It is not enough to affect on the growing period significant. The relationship between the precipitation deviation(Δp) and the growing period deviation(ΔD) is exponential curvilinear as:

$$\Delta D = 1.142e^{0.0088\Delta p}$$

6. Temperature-The influence of growing unit caused by the change of temperature can be corrected by converting the daily air temperature to temperature efficient unit of soybean, as:

$$T. R. U = -165.9 + 16.218T - 0.3352T^2$$

Based on analysis the whole experimental data 154 groups during 3 years we postulate that of under environment of Shandong province the model of soybean growth period of all types of soybean varieties from different parts of the Country can be formulate as follows:

$$\sum T. R. U = -1881 - 41.4L + 3400E + 2361EL - 18.635D - 1721\Delta P$$

$R=0.96$. $CV=0.05$. It is significant at 0.01 level. This model could possibly be used for predicting the maturity period of soybean introduced to Shandong; the error of prediction is $\leq 5\%$.