

大豆结实荚数与水分、肥料和密度 等栽培因素间的数学模型的研究简报

郑秀梅 丁希泉

(吉林省农科院长白山生物资源所)

大豆结实荚数是产量构成的主要因素之一。增加每平方米结实荚数则是大豆获得高产的一个途径。但是,结实荚数是受多种因素影响,尤其是水分、肥料和密度等主要栽培因素的综合影响。为了探讨栽培措施对结实荚数的综合影响,我们从1980年开始研究水分、肥料和密度等主要栽培因素与结实荚数间的数学模型,初步取得一些结果,现总结如下:

一、试验设计

试验因素为灌水量,施氮量,施磷量和密度。各因素水平及编码如表1。采用“二次

表1 因子水平及编码

编 码	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
	灌 水 量 (毫米/次)	氮 量 (公斤/亩)	磷 量 (公斤/亩)	密 度 (株/亩)
+2	16	10.0	10.0	25000
+1	12	7.5	7.5	20000
0	8	5.0	5.0	15000
-1	4	2.5	2.5	10000
-2	0	0	0	5000
变化区间(Δ)	4	2.5	2.5	5000
备 注	分枝后3天滴灌一次		口肥1/2,复叶追肥1/2	作口肥一次施入
				吉林13号

注: 0 为标准处理

通用旋转组合设计”,其数学模型为:

$$\hat{y} = b_0 + \sum b_i x_i + \sum b_{ij} x_i x_j + \sum b_{ii} x_i^2 \quad (1)$$

试验设计结构矩阵如表2,供试品种为吉林13号,灌水方式为滴灌。试验地为黑钙土,平坦肥沃。试验结果见表2。

二、计算结果与检验

根据表2内的试验结果,按照下列公式分别计算出常数项、一次项、交互作用项、二次项的回归系数

$$b_0 = K \sum_{\alpha=1}^{31} y_{\alpha} + E \sum_{i=1}^4 \left(\sum_{\alpha=1}^{31} X_{i\alpha}^2 y_{\alpha} \right)$$

表 2

试验结构矩阵与大豆结实荚数 (个/㎡)

号	X ₀	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	y (个/㎡)	$\hat{y}$ (个/㎡)
1	1	1	1	1	1	790	771
2	1	1	1	1	-1	752	753
3	1	1	1	-1	1	841	826
4	1	1	1	-1	-1	765	763
5	1	1	-1	1	1	645	644
6	1	1	-1	1	-1	586	605
7	1	1	-1	-1	1	802	738
8	1	1	-1	-1	-1	634	647
9	1	-1	1	1	1	837	796
10	1	-1	1	1	-1	772	789
11	1	-1	1	-1	1	858	792
12	1	-1	1	-1	-1	759	733
13	1	-1	-1	1	1	713	633
14	1	-1	-1	1	-1	651	668
15	1	-1	-1	-1	1	740	703
16	1	-1	-1	-1	-1	649	621
17	1	2	0	0	0	722	713
18	1	-2	0	0	0	634	712
19	1	0	2	0	0	897	939
20	1	0	-2	0	0	654	699
21	1	0	0	2	0	720	713
22	1	0	0	-2	0	685	756
23	1	0	0	0	2	562	664
24	1	0	0	0	-2	599	566
25	1	0	0	0	0	771	711
26	1	0	0	0	0	715	711
27	1	0	0	0	0	736	711
28	1	0	0	0	0	763	711
29	1	0	0	0	0	749	711
30	1	0	0	0	0	647	711
31	1	0	0	0	0	600	711

$$b_i = e^{-1} \cdot \sum_{\alpha=1}^{31} X_{i\alpha} y_{\alpha}$$

$$b_{ij} = m_c^{-1} \cdot \sum_{\alpha=1}^{31} X_{i\alpha} X_{j\alpha} y_{\alpha}$$

$$b_{ii} = (F-G) \sum_{\alpha=1}^{31} X_{i\alpha}^2 y_{\alpha} + G \sum_{i=1}^4 \left(\sum_{\alpha=1}^{31} X_{i\alpha}^2 y_{\alpha} \right) + E \sum_{\alpha=1}^{31} y_{\alpha}$$

式中 $K=0.1428$, $E=-0.0357$, $e=24$, $m_c=16$, $F=0.035$, $G=0.0037$, 它们随试验

因素个数而变化。于是得出大豆每平方米结实荚数与各因素间的数学关系式为：

$$\begin{aligned}\hat{y} = & 711.286 + 0.292x_1 + 59.792x_2 - 9.458x_3 + 24.542x_4 + 0.813x_1x_2 - 15.063x_1x_3 \\ & + 1.188x_1x_4 + 9.563x_2x_3 - 6.688x_2x_4 - 12.813x_3x_4 + 0.274x_1^2 + 24.688x_2^2 \\ & + 6.409x_3^2 - 24.140x_4^2\end{aligned}\quad (2)$$

对该回归式进行显著性检验，F值为3.096，达5%显著水准，复相关系数为0.8546。可见，该方程式反映了大豆结实荚数与水分、施氮量、施磷量、密度间的综合关系。如将各因素的不同水平值代入(2)中，计算出各处理组合的计算值列于表2的最后一栏内。显而易见，计算值与实际值基本一致，其误差为±54.5，即为7.6%。

三、各因素最佳组合的确定

大豆结实荚数受水分、肥料、密度等因素的综合影响。对于大豆结实荚数最有利的栽培措施是以较少的投入，获得较大的效益。

对式(2)进行数学分析与计算，经整理得出下列联立方程组：

$$\begin{cases} 0.548x_1 + 0.813x_2 - 15.063x_3 + 1.188x_4 = -0.292 \\ 0.813x_1 + 49.376x_2 + 9.563x_3 - 6.688x_4 = -59.792 \\ -15.063x_1 + 9.563x_2 + 12.818x_3 - 12.813x_4 = 9.458 \\ 1.188x_1 - 6.688x_2 - 12.813x_3 - 48.280x_4 = -24.542 \end{cases}$$

解此方程组，则得：

$$x_1 = -1.906, x_2 = -1.083, x_3 = -0.058, x_4 = 0.627.$$

若将此 x_i 值代入(2)式中，则得 $\hat{y} = 687$ 。这就是各因素最有利的栽培措施的水平值及其每平方米结实荚数。换句话说，生育期间外界补充水分（包括自然降雨加人工灌溉）为500~550毫米，施纯氮量为2.3公斤/亩，施磷量为4.9公斤/亩，密度为1.5~1.8万株/亩。同时，对于每平方米结实荚数来说，其氮与磷之比以1:2为宜。它比一般生产田每平方米结实荚数602荚增加11.4%左右。可见，在水、肥较少投入量情况下，获得较高的产出，这是经济可行的方案。

从试验结果与方程式(2)还可以看出，结实荚数最多时的各因素组合水平为 $x_i = 0$ ，即各因素均为标准水平。也就是，生育期间外界补充水分（包括降雨与灌溉）550~600毫米，施氮量5公斤/亩，施磷量5公斤/亩，密度为1.5万株/亩。显而易见，再增加施氮量1倍以上，水量增加10%以上，结实荚数达711个，即每平方米增加23个荚。仅比上面组合方案增加3%左右，这种水肥高投入低产出的结果是不经济的。

四、小 结

(一)根据“四因素二次通用旋转组合设计”试验结果，计算得出大豆每平方米结实荚数与水分、施氮量、施磷量和密度间的数学模型为：

$$\begin{aligned}\hat{y} = & 711.286 + 0.292x_1 + 59.792x_2 - 9.458x_3 + 24.542x_4 + 0.813x_1x_2 - 15.063x_1x_3 \\ & + 1.188x_1x_4 + 9.563x_2x_3 - 6.688x_2x_4 - 12.813x_3x_4 + 0.274x_1^2 + 24.688x_2^2 \\ & + 6.409x_3^2 - 24.14x_4^2\end{aligned}$$

该回归方程式达5%显著水准,复相关系数为0.8546,方程式误差为54.5英/m²,即为7.6%。

(二)最佳因素组合为生育期间外界补充水分(包括降雨与灌溉)500~550毫米左右,施纯氮量2.3公斤/亩,施磷量4.85公斤/亩,密度为1.5~1.8万株/亩。其施用氮与磷的比例以1:2为宜。按照上述栽培指标,每平方米结实荚数可增加11.4%。

参 考 文 献

- (1) 丁希泉等:大豆滴灌技术研究——大豆高产栽培数学模型,《中国油料》,1983年,第3期。31~35页。
- (2) 丁希泉编著:《农业应用回归设计》,吉林科学技术出版社,1986年,123~151页。

玉米干燥方法探讨

我省近几年来玉米连年获得丰收,但给储存带来了很大困难。储存要求安全水分在14.5%以下(国际标准),而收购的玉米含水量多在20%以上,有的高达30%。因为玉米含水量过高容易产生黄曲霉菌,不仅人不能食用,而且也不能饲用。所以我们必须解决好储存问题。

1984年,我省玉米获得大丰收,由于储存困难,不得不采用“民代国储”的办法解决。但这种整棒储存办法,水分降的慢,且损失太大,不宜普遍采用。目前主要采取人工晾晒和粮库集中烘干的办法。至于塔内强制通风干燥办法实践证明是行不通的,因为耗电量太大,且冬春季气温低,不易降低水分。人工晾晒是传统办法。由于过去产粮少,所以晾晒量也少,矛盾并不突出。但1987年矛盾暴露了,为了晾晒玉米一项,全省曾动员10万人,占用了五六百个中小学操场,200多条公路,10个机场。公主岭市今春玉米降水任务70万吨,其中人工晾晒降水50余万吨。为完成这一任务,动用劳力15万个,全市机关停止办公、学校停课,由乡镇拿钱补贴。根据范家屯粮库核算,院内晾晒费用每吨大约6元,院外晾晒占地多,用工多,损耗大,每吨需要19元,也不宜采用。粮库集中烘干的办法是可行的。该方法是建造砖砌蒸汽排管加热室。蒸汽送入排管内,需要降水的玉米由上而下缓缓经过各室,这样,玉米连续经过五六次加热烘干后可达到安全水分要求,然后再经降温即可。这种加热装置整套设施需要250万元,每天可烘干玉米500吨。蒸汽烘干装置耗热量和玉米含水量关系很大。根据计算,玉米含水量25%比含水18%的耗热量相差近一倍。烘干含水量为20%的玉米,如果锅炉效率为60%,热量为23.84兆焦/千克标准煤,则每干燥100吨玉米,用煤量为2.5吨,而现在由于煤质和烧煤技术等因素,一般以每100吨玉米用煤4吨计,用煤量出入很大。如要烘干的玉米含水低,蒸汽烘干装置的处理能力可以增大,费用也基本成比例下降。根据上述调查情况,对我省玉米储存及干燥降水问题,建议采取以下措施:

第一、降低入库玉米水分。在可能条件下,尽量降低入库玉米水分。应采用经济杠杆调节手段,入库粮含水量以18%为准,每降2个百分点加价5厘,高水分粮应降等减量。

第二、减少需储存与降水玉米量。其办法是实行死一块、活一块的政策,由各地区承包订购量,并按分配数字,允许地区与外地进行商品流通,新收购的玉米能调出的尽早调出。实际上由于运力限制,出省量不会太多。

第三、采用蒸汽烘干办法,辅以晾晒。目前蒸汽烘干是较经济的办法,省已决定建一大批,建成后各粮食基地县干燥能力可达22.5亿公斤,基本上能满足需要。在烘干的同时,各粮库现有的水泥晒台要加以利用。

第四、建议拨款研究、建造新的烘干设备。当前采用的蒸汽烘干装置并未脱离原始形式,煤电消耗大,能量利用不合理,建议省有关部门应拨出一定经费,研究建造新的烘干设备。此外,蒸汽烘干装置利用率低,一年仅利用三四个月,如何进行综合利用,还是一个值得探讨的课题。

何 润 华 (吉林省政府调研室)