

# 红小豆主要增产因素正交试验结果

车善积 何明华

(天津农学院 天津 300381)

**摘 要** 按 $L_{16}(4^5)$ 正交表设计,对影响红小豆产量的主要因素——密度、氮肥、磷肥、播期进行了研究。结果表明,播期、磷肥的增产效果达极显著水平,密度、氮肥达显著水平。最佳播期6月15~25日,最佳密度亩保苗7~8千株。在中等肥力土壤上磷素( $P_2O_5$ )亩用量不宜超过6.6kg,氮素不宜超过3kg。天津地区1988~1990年示范推广面积6万多亩,增产幅度30~50%。

**关键词** 红小豆 正交试验 密度 氮肥 磷肥 播期

为深入探讨红小豆高产栽培技术,通过氮、磷、钾单因子及复因子试验,初步确定了肥料三要素对红小豆的增产规律及合理施肥区间;通过密度试验,初步确定了在不同肥力土壤上的合理密度范围;根据播期试验,初步掌握了夏播红小豆播期与产量的关系。在上述研究的基础上于1986年进行了红小豆主要增产因素正交试验;本研究结果经1987年的示范试验,相继在1988~1990年累计推广6万多亩,增产增收显著。现将正交试验结果报道如下。

## 材料和方法

在红小豆主要增产因素——密度、氮肥、磷肥等单因子试验的基础上,采用正交试验的方法,研究确定诸因子在不同交互情况下对产量的影响,为确定最佳配套措施提供依据。

### 一、试验设计及处理

试验按 $L_{16}(4^5)$ 正交表设计。试验因素有密度、氮肥、磷肥、播期,分别安排在1、2、4、5列上,第三列为空列。根据单因子试验结果,每一因素都安排了包括最佳水平在内的四个水平,计16个处理。播期为6月15日、6月25日、7月5日、7月15日;密度:行距均为60cm,株距分别为10cm、13.3cm、16.7cm、20cm,亩株数分别为1111、8333、6667、5556株;磷肥: $P_2O_5$ 的用量分别为0、2.2、4.4、6.6( $kg \cdot \text{亩}^{-1}$ );合过磷酸钙( $P_2O_5$ 含量为14.45%)分别为0、15、30、45( $kg \cdot \text{亩}^{-1}$ );氮肥:氮素用量分别为0、1.5、3.0、4.5( $kg \cdot \text{亩}^{-1}$ );合尿素(含氮46%)0、3.25、6.5、9.8( $kg \cdot \text{亩}^{-1}$ )。

### 二、试验概况

试验在天津市武清农场天津农学院旧址进行,试验地位于东经 $117^{\circ}05.2'$ ,北纬 $39^{\circ}20'$ 。试验地为中度盐化潮土,质地中壤,耕层土壤容重1.40,总孔隙度46.2%,pH8.2,全盐含量0.21%,有机质含量1.12%(丘林法),全氮0.070%(重铬酸钾—硫酸消化法),碱解氮58.7ppm(碱解扩散法),速效磷(P)10ppm(用0.5M  $NaHCO_3$ 提取、钼锑抗混

合显色剂、磷钼兰比色法),速效钾126ppm(火焰光度计法)。地形平坦,灌、排水不统配套。前三年的茬口依次为西瓜→玉米→葵花,地力均匀。

田间设计按16个处理区,随机排列进行,小区长10m、宽3m,面积30m<sup>2</sup>。各小区间用双层塑料膜间隔,垂直埋入土中30cm。

供试品种为选优提纯天津红小豆P85-6。播期按方案处理要求准时播种。密度按方案处理要求等距点播。磷肥的施用方法:按播种行距播前一次开沟条施,深度10~15cm。氮肥的施用方法:在初花期距播行15cm处开沟施入,深度10cm左右,施肥后及时覆土。

主要田间管理措施:在两片真叶展平至第一复叶长出前按密度要求定苗,中耕三次。7月22日治蚜一次,8月18日治锈病、白粉病一次。6月26日、7月9日和7月29日大雨过后及时排涝。9月28日~10月14日陆续成熟收获。每小区收获中间三行(计18m<sup>2</sup>),计算产量。

## 结果与分析

不同处理产量结果见表1,计算分析结果见表2,方差分析结果见表3。由此看出:

表1 红小豆正交试验测产结果

(1986. 10. 28)

区 号	小区面积 (m <sup>2</sup> )	测产面积 (m <sup>2</sup> )	测产面积产量 (g)	折合亩产 (kg·亩 <sup>-1</sup> )
1	30	18	3390.0	125.62
2	30	18	4354.0	161.34
3	30	18	4610.0	170.83
4	30	18	4412.8	163.52
5	30	18	4075.0	151.00
6	30	18	4520.0	167.49
7	30	18	4188.3	155.20
8	30	18	4060.0	150.45
9	30	18	3484.2	129.11
10	30	18	3360.0	124.51
11	30	18	3311.2	122.70
12	30	18	2970.0	110.06
13	30	18	2250.0	83.38
14	30	18	1880.1	69.67
15	30	18	2445.0	90.60
16	30	18	2689.7	99.67

1. 播期和磷肥的增产效果达极显著水平,密度和氮肥的增产效果达显著水平。其中播期对产量的影响最大,磷肥对产量的影响较大,其次是氮肥,再次是密度(见图1)。

密度对产量的影响没有单因子试验表现得突出,这主要同本试验各因素设计的水平距离有关;播期的总间距长达30天;N、P肥用量以成倍的梯度增加,最高水平为最低水平的3

倍, 还设有无肥处理; 而密度水平间距最小, 最高水平密度仅为最低水平密度的 2 倍, 且未设每亩 2 万或 2 万株以上传统密度处理, 只取单因子密度试验的最佳密度区间。所以本试验诸因素对产量的影响的位次同单因子试验结果并不矛盾。实际上位次的先后与因素水平间距的大小、土壤 N、P 含量的多少都有直接关系。

表2 红小豆正交试验产量结果

试验号	播 期 列号 1	密 度 列号 2	列号 3	P 列号 4	N 列号 5	产 量 (kg·亩 <sup>-1</sup> )
1	1	1	1	1	1	125.62
2	1	2	2	2	2	161.34
3	1	3	3	3	3	170.83
4	1	4	4	4	4	163.52
5	2	1	2	3	4	151.00
6	2	2	1	4	3	167.49
7	2	3	4	1	2	155.20
8	2	4	3	2	1	150.45
9	3	1	3	4	2	129.11
10	3	2	4	3	1	124.51
11	3	3	1	2	4	122.70
12	3	4	2	1	3	110.06
13	4	1	4	2	3	83.38
14	4	2	3	1	4	69.67
15	4	3	2	4	1	90.60
16	4	4	1	3	2	99.67
T <sub>1</sub>	621.31	489.11	515.48	460.55	491.18	T=2075.15
T <sub>2</sub>	624.14	523.01	513.00	517.87	545.32	
T <sub>3</sub>	486.38	539.33	520.06	546.01	531.76	
T <sub>4</sub>	343.32	523.70	526.61	550.72	506.89	
x <sub>1</sub>	155.33	122.28	128.87	115.14	122.80	
x <sub>2</sub>	156.04	130.75	128.25	129.47	136.33	
x <sub>3</sub>	121.60	134.83	130.02	136.50	132.94	
x <sub>4</sub>	85.83	130.93	131.65	137.68	126.72	

表3 红小豆正交试验方差分析

变差来源	离差平方和	自由度	均 方	均方比	F <sub>a</sub>
播 期	13362.28	5	4454.09	498.22**	F <sub>0.05</sub> =9.28
密 度	336.18	3	112.06	12.53*	F <sub>0.01</sub> =29.46
N	444.00	3	148.00	16.55*	
P	1288.30	3	429.43	48.03**	
剩 余	26.81	3	8.94		
总 和	15457.86	15			

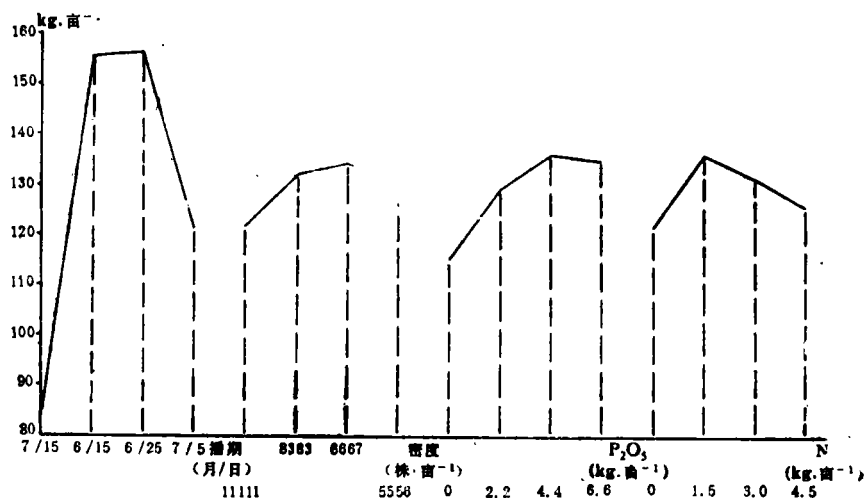


图 播期、密度、磷肥和氮肥不同水平与产量的关系

2. 从播期产量结果看, 第一播期和第二播期产量较高, 且差异较小, 但第三播期与一、二播期相比减产20%以上; 第四播期与一、二播期相比减产45%以上。最佳播期应为6月15日~6月25日。

3. 从密度产量结果看, 每亩6 667株产量最高; 每亩8 333株和每亩5 556株产量稍低; 每亩11 111株产量最低。本试验以6 667~8 333株为好。

4. 从磷肥产量结果看, 每亩施用过磷酸钙30kg (含P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 4.4kg) 和45kg (含P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 6.6kg) 产量最高, 而且差异不大; 每亩用量15kg (含P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 2.2kg) 产量稍次, 不施磷肥产量最低。从增产效果和经济效益考虑, 当土壤有效磷含量在10ppm左右时, 亩施磷肥折合磷素4.4kg左右为宜。

5. 从氮肥产量结果看, 每亩施N素1.5kg产量最高, 施N素3kg产量次之, 施N素4.5kg和不施N的产量相仿, 而且最低。从增产效果和经济效益考虑, 在土壤碱解氮含量中等时, 亩施N素1.5~3.0kg为宜。

6. 在全部处理中, 试验号3, 即6月15日播种、每亩6 667株、亩施过磷酸钙30kg (含P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 4.4kg)、尿素6.5kg (含N素3kg), 亩产最高, 为170kg。试验号6, 即6月25日播种, 每亩8 333株、亩施过磷酸钙45kg (含P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 6.6kg)、尿素6.5kg (含N素3kg), 产量稍次, 亩产为167kg。这两组配套处理应作为大田生产的重要依据。

## 讨 论

1. 在研究了红小豆主要增产因素单因子试验的基础上, 为合理确定每一因素的区间及水平间距提供了科学依据。为进一步研究多个因素对红小豆产量的影响, 在各因素的水平均已确定的条件下, 若采取全面试验的方案, 需4<sup>5</sup>次, 即1024个处理。不论从试验地的安排

上, 还是试验工作量上都是很难完成的。但采取L16 ( $4^5$ ) 正交设计, 只需挑选有代表性的16个处理, 便可达到  $4^5$  个处理所能得到的试验结果。同时, 通过正交试验, 能从多个因素中找出影响红小豆产量的各因素的主次顺序, 判断因素间交互作用的大小, 并能找出最优水平组合, 为制定红小豆高产栽培措施提供科学依据。

2. 以本试验结果为主要依据制定的“夏播天津红小豆亩产100~150kg栽培技术规范”, 1988~1990年累计示范、推广6万多亩, 平均增产30~50%, 取得了较高的经济效益。

3. 通过红小豆综合增产技术的研究和实践, 我们认为试验设计方法的选择很重要。设计方法准确, 不仅省地、省工、省费用, 而且能较好地揭示客观规律, 解决生产中的问题。

### 参 考 文 献

- 1 南京农学院主编. 田间试验和统计方法. 北京: 农业出版社, 1979, 182~190
- 2 北京林学院主编. 数理统计. 北京: 中国林业出版社, 1980, 295~304
- 3 牟善积等. 磷肥对红小豆的增产作用. 土壤, 1985, 17 (4): 205~207
- 4 牟善积等. 红小豆高产栽培技术. 作物杂志, 1986, (4): 15~16
- 5 何明华等. 红小豆密度与产量关系的研究. 天津农林科技, 1991, (4): 7~10
- 6 牟善积等著. 红小豆栽培. 天津: 天津科技出版社, 1992, 50~79; 140~153

## The Results of Orthogonal Experiment on Main Yield-increasing Factors for Red Bean

Mu Shanji                      He Minghua

(Tianjin Agriculture College, Tianjin, 300381)

**Abstract** The main yield-influencing factors for red bean, such as density, N fertilizer, P fertilizer, and sowing time, were studied on the L16 ( $4^5$ ) orthogonal table design. Results showed that the yield-increasing effects of sowing time and P fertilizer application were highly significant, while those of density and N fertilizer application were significant. The optimum sowing time ranged from the 15th to 25th of June and the optimum density was 7 000—8 000 seedlings per *mu*. The amount of P fertilizer application should not exceed 6.6 kg per *mu* while the N application should not exceed 3 kg per *mu*. In Tianjin suburbs, from 1988 to 1990, demonstration and extension of the above results benefited a total of 60 000 *mu* of land and yield was increased by 30—50%.

**Key words:** Red bean; L16 ( $4^5$ ) orthogonal table; Density; N fertilizer; P fertilizer; Sowing time