

# 白浆土井灌种稻亩产超千斤 插秧规格的探讨

梁 嘉 陵

(黑龙江省农科院牡丹江农科所)

近年来,随着寒地水稻旱育苗稀植栽培技术的推广,我省水稻生产进入了高产稳产的新阶段。各地水稻面积不断扩大,特别是三江平原低洼易涝的白浆土地区井灌种稻面积猛增。仅举虎林县为例,1985年井灌种稻面积增到四万亩,占全县水稻面积的1/3左右,但在井灌条件下,采用旱育苗稀植栽培技术,水稻亩产只停留在350~400公斤的水平上。为了提高在井灌条件下水稻的单产水平,研究提出井灌种稻亩产超千斤综合农艺措施的数学模型,进行了小区试验和大面

积高产示范。

## 一、研究设计与方法

为了建立白浆土井灌种稻亩产超千斤综合农艺措施数学模型,试验研究了四项农艺措施:插秧行距( $x_1$ ),穴距( $x_2$ ),施肥量( $x_3$ ),施肥时期( $x_4$ )等因素对产量的综合影响。

试验点设在虎林县伟光乡幸福村潜育白浆土上。

小区试验采用了二次正交旋转回归组合设计,按 $L_{16}(2)^{15}$ 正交表实施。

表1 自变量水平编码表

自 变 量		变化间距 $\Delta$	变量设计水平( $r=2$ )				
			- 2	- 1	0	1	2
插秧行距 $x_1$		2	4	6	8	10	12
插秧穴距 $x_2$		1	1	2	3	4	5
施 肥 量 $x_3$		5	10	15	20	25	30
施 肥 时 期 $x_4$	基 肥	1	2	3	4	5	6
	蘖 肥	1	1	2	3	4	5
	穗 肥	2	0	2	4	6	8

## 二、试验结果与分析

我们将全部小区试验结果输入电子计算机,测算得到描述产量结果的多元回归方程。

$$y = 527.03 - 41.93x_1 - 18.59x_2 - 9.43x_1x_2 + 7.97x_2x_3 + 16.59x_1^2$$

(此方程是将不显著项剔除后的方程)

根据上述方程,我们做了如下分析:

### (一) 井灌种稻超千斤综合农艺措施寻优

在 $1.9 > x_i > -2.0$ 的区间中,取步长1

注:此试验是在高呈祥副研究员、崔顺吉助研的指导下完成的,在成文过程中得到郎秀明助研,张友权、杜翠贤助研的帮助,在此表示感谢。

表2

结构矩阵亩产量结果表

项 目 小 区 编 号	行 距 $x_1$ 〈寸〉	穴 距 $x_2$ 〈寸〉	施 肥 量 $x_3$ 〈公斤/亩〉	施 肥 各 期 比 例 $x_4$			产 量 〈公斤/亩〉
				基 肥	粪 肥	稀 肥	
1	10	4	25	5	4	6	462.5
2	10	4	25	3	2	2	407.73
3	10	4	15	5	4	6	461.12
4	10	4	15	3	2	2	461.12
5	10	2	25	5	4	6	502.44
6	10	2	25	3	2	2	513.49
7	10	2	15	5	4	6	528.37
8	10	2	15	3	2	2	518.76
9	6	4	25	5	4	6	555.59
10	6	4	25	3	2	2	574.14
11	6	4	15	5	4	6	537.07
12	6	4	15	3	2	2	537.07
13	6	2	25	5	4	6	551.31
14	6	2	25	3	2	2	564.13
15	6	2	15	5	4	6	598.32
16	6	2	15	3	2	2	546.33
17	12	3	20	4	3	4	495.39
18	4	3	20	4	3	4	726.78
19	8	5	20	4	3	4	500.03
20	8	1	20	4	3	4	591.69
21	8	3	30	4	3	4	516.69
22	8	3	10	4	3	4	533.36
23	8	3	20	6	5	8	541.69
24	8	3	20	2	1	0	520.86
25	8	3	20	4	3	4	516.69
26	8	3	20	4	3	4	578.74
27	8	3	20	4	3	4	583.23
28	8	3	20	4	3	4	555.59
29	8	3	20	4	3	4	500.03
30	8	3	20	4	3	4	483.36
31	8	3	20	4	3	4	458.36
32	8	3	20	4	3	4	500.03
33	8	3	20	4	3	4	537.53

续表

项 小 区 编 号	行 距 $x_1$ 〈寸〉	穴 距 $x_2$ 〈寸〉	施 肥 量 $x_3$ 〈公斤/亩〉	施 肥 各 期 比 例 $x_4$			产 量 〈公斤/亩〉
				基 肥	粪 肥	穗 肥	
34	8	3	20	4	3	4	533.36
35	8	3	20	4	3	4	516.93
36	8	3	20	4	3	4	537.53
37	8	3	20	4	3	4	525.53
38	8	3	20	4	3	4	516.69
39	8	3	20	4	3	4	458.36

的稀网格点上机计算, 在 1024 个农艺措施  $>500$  公斤/亩产量的组合有 431 个。  
中组合,  $>450$  公斤/亩产量的有 562 个;

表 3 高产农艺措施方案中  $x_i$  取值的频率分布表

产 量 公斤/亩	$x_i$ 水平 编码值	$x_1$		$x_2$		$x_3$		$x_4$	
		次 数	频 率	次 数	频 率	次 数	频 率	次 数	频 率
$>450$	-2	125	0.222	125	0.222	103	0.183	112	0.199
	-1	125	0.222	125	0.222	113	0.201	117	0.208
	0	118	0.209	122	0.217	115	0.205	115	0.205
	1	98	0.174	110	0.196	118	0.209	112	0.199
	2	96	0.171	80	0.142	113	0.201	106	0.189
	总 计	562	1.001	562	0.999	562	0.999	562	0.991
$>500$	-2	125	0.290	119	0.276	84	0.195	82	0.190
	-1	123	0.285	112	0.259	91	0.211	91	0.211
	0	80	0.186	87	0.202	92	0.213	92	0.213
	1	45	0.104	58	0.135	91	0.211	86	0.199
	2	58	0.134	55	0.128	73	0.169	80	0.186
	总 计	431	0.999	431	1.000	431	0.999	431	0.999

表 4 高产农艺方案中自变量水平取值统计表

产 量 公斤/亩	统 计 值	$x_1$ 行 距	$x_2$ 穴 距	$x_3$ 施 肥 量	$x_4$ 施 肥 期 比 例
$>450$	水平平均值	-0.15	-0.19	0.044	-0.03
	标准误	0.059	0.057	0.058	0.059
	99%置信区间	-0.21~0.09	-0.24~0.129	-0.0143~0.103	-0.089~0.028
	农艺措施	7.7 寸	2.81 寸	20.22 公斤/亩	3.97:2.97:3.97
$>500$	水平平均值	-0.49	-0.422	-0.051	-0.021
	标准误	0.065	0.065	0.066	0.067
	99%置信区间	-0.056~0.43	-0.49~0.36	-0.12~0.045	-0.088~0.046
	农艺措施	7.02 寸	2.58 寸	19.74 公斤/亩	3.97:2.79:3.97

从表3中看到:水稻亩产>450公斤的562个农艺措施组合中,当 $x_i$ 编码值在0~-2区间时, $x_1$ 、 $x_2$ 的频率分别达到0.653、0.661。水稻亩产>500公斤的431个农艺措施组合中,当 $x_i$ 取0~-2区间时, $x_1$ 、 $x_2$ 的频率分别达到0.761、0.737。

从表4中看到:水稻亩产>450公斤的562个组合中, $x_i$ 取值的集中区域插秧行距7.7寸,穴距:2.81寸。水稻亩产>500公斤的431个组合中, $x_i$ 取值的集中区域为插秧行距7.02寸,穴距2.58寸。

## (二) 主效应分析

在保留的方程各项中,只有 $x_1$ 、 $x_2$ 两个主因子对产量影响最大,因此,只需要对这两个因子进行分析就可以了。

当分析 $x_1$ 时,把 $x_2$ 固定在零水平上,其偏回归解析式为:

$$y = 527.03 - 41.99x_1 + 16.59x_1^2$$

(如果把 $x_2$ 固定取1时,则

$$y = 527.03 - 41.99x_1 + 16.59x_1^2)$$

用一元二次函数求极值的方法,可以求出函数曲线的驻点。

$$\text{对 } y = 527.03 - 41.99x_1 + 16.59x_1^2$$

$$\text{求导: } y = \frac{\delta y}{\delta x_1} = 41.99 + 33.18x_1$$

$$\text{令 } \frac{\delta y}{\delta x_1} = 0 \quad x_1 = 12.6 \approx 11 \text{寸}$$

上述表明,当穴距3寸,每亩施肥量20公斤,施肥时期比例4:3:4,即基肥36.3%,穗肥27.4%,穗肥36.3%时,其它条件与本试验相近条件下,行距应是11寸,其最高产量是: $y = 527.03 - (41.99 \times 12.6 + 16.59 \times 12.6^2) = 447.8$ 公斤/亩,利用模型导出的解析子模式,用数学方法来解析问题是很方便的。

如 $x_2$ 、 $x_3$ 、 $x_4$ 三个自变量固定在零水平时,欲得水稻亩产500公斤,行距( $x_1$ )应取多大?依题意可得如下经验方程:

$$527.03 - 41.99x_1 + 16.59x_1^2 = 500$$

$$\text{移项可得, } 16.59x_1^2 + 41.99x_1 - 27.03 = 0$$

解上述一元二次方程可得 $x_1 = 0.53$ ,

$x_1 = -3.06$ 。当约束条件 $2 > x_i > -2$ 时,应取 $x_1 = 0.53$ ,即行距在9寸左右。

同理欲得井灌种稻亩产525公斤时, $x_1 = 0.05$ , $x_1 = -2.57$ ,行距最大不应大于8寸,最小不应小于4寸。

## (三) 交互效应分析

在多因子试验中,只有对因子间的联应效果的分析,才能揭示事物内在规律的联系性,为制定综合农艺措施方案提供可靠的依据。

从本试验行距与穴距交互分析中可以看到:

1. 水稻单产由高到低顺次是行距4寸×不同穴距(1~5寸) > 行距6寸×不同穴距(1~5寸) > 行距8寸×不同穴距(1~5寸) > 行距12寸不同穴距(1~5寸) > 距行10寸×不同穴距(1~5寸)。

2. 从边界产量对水稻产量影响大小看,边界产量较高,产量变幅不大(S),变异系数最小的是:行距8寸,其次是行距10寸。

3. 另外根据当前农村人机力量,插秧的工效和生产成本等综合考虑,白浆土井灌种稻超千斤插秧行穴距为7~8寸×2~4寸。

## (四) 大面积示范田的调查

为了进一步验证小区试验的可靠性,在小区试验的同时,我们在幸福村示范插秧三千亩,秋天在亩产超千斤的一千亩地块上选择有代表性的10户做了调查。

从表5中可以看到:插秧行株距在8×3寸的都明显的好于9×3寸,这个结果与小区试验结果是相吻合的,尽管品种不同,但总的趋势是8×3寸好于9×3寸。在虎林这样的潜育白浆土类型上,利用井灌种稻。栽培合江20品种,采用8×3寸的插秧规格,每亩穴数在2万左右,收获穗数在373.818万穗,千粒重平均在24.9克,可达到亩产520.67公斤。如栽培松前品种,采用8×3寸的规格,亩穴数保证在2.2万穴左右,收获穗数在45.98万穗,千粒重在27克左右,亩产可达668.92公斤。

表 5

亩产超千斤产量调查结果

户数	品 种 名 称	(穗 数) (m <sup>2</sup> )	穴 数 (m <sup>2</sup> )	插 秧 规格(寸)	插秧日期 (月、日)	千 粒 重 (克)	测产面积 (亩)	产 量 公斤/亩
5 点 平均	合江20	560.7	29	8×3		24.9	140	520.67
4 点 平均	松前	562.0	29	8×3		27.2	92.5	555.38
1 点	姬穗波	789	36	9×3	5.26	25.9	120	513.25

### (五) 结果分析

经过小区试验和大面积调查结果初步看出,在虎林这样的白浆土井灌种稻地区,欲想水稻亩产超千斤,应大力推广早育插秧合理密植。那么,在井灌种稻条件下,影响水稻增产的主要因素是什么呢?是井水温度。在水稻正常生长发育季节,特别在分蘖的高峰期和幼穗分化期,白天的气温是较高的,从1985年的气象资料统计看,6、7、8三个月的日平均气温分别在17.7℃、21.7℃、22.0℃。在这温度条件下,将刚从地下抽出的只有6℃左右的冷水直接灌入田内(或经晒水后只提高1℃),就会使田间水温急骤下降。如此时正处在分蘖的高峰期。就会影响水稻的分蘖,如处在水稻幼穗分化期,就会影响水稻的幼穗分化,造成空秕率增加,影响产量。

为了验证井水温度对水稻生育的影响,我们调查了不同井距的产量结果表明,距井越近,井水温度对产量的影响越大。

### 四、结 论

1. 采用二次正交旋转回归组合设计方法,初步建立了一个反映多指标试验结果的多元回归数学模型,经微机测算,在1024个农艺措施组合中,寻优了井灌种稻亩产超千斤的综合方案,即 $x_i$ 取值的集中区域的插秧行距为7.02寸,穴距为2.58寸,每亩施肥量19.74公斤,基肥、蘖肥、穗肥比例百分数分别为36.3%、27.4%和36.3%。

2. 从不同行距,与穴距的交互作用和边界产量作用以及当前农村人、机力量,插秧的工效和生产成本等综合考虑,白浆土井灌种稻亩产超千斤插秧行、穴距为7~8寸×2~4寸。

3. 针对寒地且又井灌种稻的特点,应增设晒水池,长渠道灌水,合理灌溉是提高水温,促进早熟,减少空、秕粒率,提高单产的重要措施。

(上接31页)旬,密度,每平方米保苗20—24株为适宜。不宜过密,以便充分发挥其增产潜力。

### 二、高油大豆品种黑农31(哈77—7578)

增产效果:1983—1986四年区域试验结果,平均公顷产量2049.67公斤,比标准品种牡丰5号、黑农26增产5%;1986年生产试验结果平均公顷产量1848.69公斤,比黑农26增产6.54%。

主要特征特性:株高80厘米左右,分枝1个左右,花白色,茸毛灰白色,亚有限结荚习性,子粒椭圆形,种皮鲜黄色,有强光泽、脐极淡褐色,百粒重18克,子粒品质优良,三年平均油分含量为23.14%,蛋白质含量

为41.42%,总含量为64.56%生育日数119天左右,较耐病,褐斑病粒率极轻,完全粒率高。较耐旱,耐肥力中等。

适应地区:适于牡丹江地区的密山、虎林、林口、牡丹江市、鸡西、鸡东等地推广。

栽培要点:适于中等土壤肥力的地区种植,适宜密度每平方米为20~25株,播种期以4月下旬至5月上旬为适宜。

### 三、化学成分总含量高的嫩丰13号(嫩76569—17)

增产效果:1984—1986三年12个点次平均公顷产量为2086.6公斤,比标准嫩丰九号增产12.71%。1986年5点生产(下转42页)