

一种简便的统计分析方法

——处理平方和平衡分解法

朱振新

(省农科院育种所)

在农业科学试验的过程中,随机区组的田间排列方法是常被大家所采用的。这种设计的试验结果分析,通常采用变量分析法,对处理间和区组间的差异是否显著进行检验,从而得到试验结果的正确结论。

目前我们常用的随机区组变量分析方法和步骤:

1. 计算出一系列的平方和。

2. 用 $\text{变量} = \frac{\text{平方和}}{\text{自由度}}$ 的公式计算出各项的变量。

3. 用 $\text{处理间 } F \text{ 值} = \frac{\text{处理间变量}}{\text{机误变量}}$ 的公式,计算 F 值,并进行显著性测定。

4. 在 F 值显著的前提下,进行处理内的显著性测定,即多重比较(又称均数差异比较),多重比较的方法很多,常用的有以下三种方法:

(1) t 测验法: 又称 LSD 法或最小显著差数法。目前在统计上多采用此法,其计算方法在所有多重比较方法中是较简单的一种方法,但 t 测验法只能在两个试验处理情况下,进行显著性测定时才可靠,而在试验处理数多于二个以上时(实际上多数的试验,其处理数都超过两个),再用此法进行差异显著性测定时,可靠性减小,并容易犯第 I 类错误,所以说,试验处理数超过 2 时,就不适宜用 t 测验法。

(2) 新复极差测验法: 又称 LSR 法或最小显著极差法,是根据两平均数之间所包含有平均数的个数多少,计算出不同的 LSR 用不同的 LSR 来衡量不同平均数间的极差。在

试验处理数超过 2 个时,采用此法较为适宜,但此法计算较为繁杂,且易发生错差,目前采用此法尚不普遍。

(3) Q 测验法: 与新复极差法相似,只是在计算中不是查 SSR 表而是查 Q 表。此法也计算繁杂,容易发生错差。

上述三种多重比较的方法,各有其优缺点,而用处理平方和平衡分解法,可省略了多重比较,并可取得正确的结论。现以一随机区组设计的高粱机械平播(15 株/ M^2)品种试验结果为例,用处理平方和平衡分解法进行统计分析。

试验结果的产量数据如下表:

| 重 复 | CK | 矮 | 矮 | 矮 | 区 组 总 和 |
|------|------|------|-------|-------|------------|
| | (高杆) | (普通) | (粘 A) | (粘 B) | |
| I | 35 | 50 | 42 | 41 | 168 |
| II | 31 | 54 | 38 | 41 | 164 |
| III | 34 | 50 | 41 | 37 | 162 |
| IV | 34 | 49 | 37 | 38 | 158 |
| 处理总和 | 134 | 203 | 158 | 157 | 652 |

处理平方和的平衡分解法的要点是根据试验目的,分别回答这些问题,把处理间平方和分解开,彼此独立,使每个问题回答不受其他问题的干扰。

1. 列出试验目的:

本例的试验目的可归纳如下:

①矮杆品种的增产效应。

②在矮杆品种中,粘的和普通的增产效应是否一致?

③矮杆粘 A 与 B 的增产效应是否相同?

2. 根据试验目的列出系数表如下:

| | 对 照 | 矮秆普通 | 矮秆粘 A | 矮秆粘 B |
|------|------|-------|-------|-------|
| 比较 1 | +3 | -1 | -1 | -1 |
| 比较 2 | 0 | -2 | +1 | +1 |
| 比较 3 | 0 | 0 | -1 | +1 |
| 总 数 | 134 | 203 | 158 | 157 |
| 平均数 | 33.5 | 50.75 | 39.5 | 39.25 |

将目的 1 作为比较 1, 因为处理数是 4 个, 其自由度为 3, 所以对照的系数为 3, 其余 3 个处理的系数各为 1, 符号每对照相反。

比较 2 (即目的 2) 是矮秆品种中普通的与粘的进行比较, 和对照没有关系, 所以对照的系数为 0, 矮秆品种数为 3 个, 所以其自由度为 2。这样, 矮秆品种中的各系数, 与上同理, 如表中所列。

比较 3 (即目的 3) 的各系数来源与上同理, 与目的无关的系数均为 0。

3. 计算总平方和, 机误平方和、自由度:

$$\textcircled{1} \text{ 矫正数 } C = \frac{(\sum X)^2}{N} = \frac{652^2}{16} = 26569$$

$$\textcircled{2} \text{ 总平方和 } = \sum X^2 - C = 35^2 + 31^2 + 34^2 + \dots + 38^2 - 26569 = 679$$

$$\text{总自由度} = N - 1 = 16 - 1 = 15$$

$$X = \text{变数} \quad N = \text{变数个数}$$

$$\textcircled{3} \text{ 处理间平方和 } = \frac{\sum X_a^2}{n} - C = \frac{134^2 + 203^2 + 158^2 + 157^2}{4} - 26569$$

$$= 625.50$$

$$\text{处理间自由度} = n - 1 = 4 - 1 = 3$$

X_a = 一个处理的总和

n = 重复数

$$\textcircled{4} \text{ 重复平方和 } = \frac{\sum X_b^2}{n_a} - C = \frac{168^2 + 164^2 + 162^2 + 158^2}{4} - 26569$$

$$= 13$$

$$\text{重复间自由度} = n_a - 1 = 4 - 1 = 3$$

X_b = 每一个重复的总和

n_a = 处理数

$$\textcircled{5} \text{ 机误平方和 } = \text{总平方和} - \text{处理平方和} - \text{重复平方和} = 679 - 625.50 - 13 = 40.5$$

$$\text{机误自由度} = \text{总自由度} - \text{处理自由度} - \text{重复自由度} = 15 - 3 - 3 = 9$$

4. 计算各项比较的平方和

$$\text{平方和计算公式: } SS = \frac{(\sum KG)^2}{N(\sum K^2)}$$

\sum 为总和的意思 K 为第 K 个数

G 为第 K 个处理总数

N 为处理重复数

$$\text{比较 1 平方和} = \frac{[(3 \times 134) + (-1 \times 203) + (-1 \times 158) + (-1 \times 157)]^2}{4 \times [3^2 + (-1)^2 + (-1)^2 + (-1)^2]}$$

$$= \frac{[-116]^2}{48} = 280.33$$

$$\text{比较 2 平方和} = \frac{[(-2 \times 203) + (1 \times 158) + (1 \times 157)]^2}{4 \times [(-2)^2 + (1)^2 + (1)^2]}$$

$$= \frac{[-91]^2}{24} = 345.04$$

$$\text{比较 3 平方和} = \frac{[-158 + 157]^2}{4 \times [(-1)^2 + (1)^2]}$$

$$= \frac{1}{8} = 0.13$$

$$\begin{aligned} \text{处理平方和} &= \text{比较 1 平方和} + \text{比较 2 平方和} \\ &+ \text{比较 3 平方和} = 280.33 + 345.04 \\ &+ 0.13 = 625.5 \end{aligned}$$

5. 列变量分析表:

| 变 因 | 自 由 度 | 平 方 和 | 变 量 | F 值 | F _{0.05} | F _{0.01} |
|------|-------|--------|--------|---------|-------------------|-------------------|
| 总 数 | 15 | 679 | | | | |
| 处理间 | 3 | 625.5 | 208.5 | | | |
| 比较 1 | 1 | 280.33 | 280.33 | 62.29** | 5.12 | 10.56 |
| 比较 2 | 1 | 345.04 | 345.04 | 76.29** | 5.12 | 10.56 |
| 比较 3 | 1 | 0.13 | 0.13 | 0.028 | | |
| 机 误 | 9 | 40.5 | 4.5 | | | |

$$\text{变量} = \frac{\text{平方和}}{\text{自由度}}$$

$$\text{各项 } F \text{ 值} = \frac{\text{各项变量}}{\text{机误变量}}$$

结论：1. 比较 1 经 F 测定结果是：矮秆品种在平播种植中能较高秆对照品种极显著地增产。

2. 矮秆普通高粱比矮秆粘高粱极显著增

产。

3. 矮秆粘 A 与 B 之间的产量无显著差异。

平衡分解法结论与常规法结论完全一致。平衡分解法计算简便，结论明确，有针对性，简化了多重比较，省略了 t 测定。

谈谈我省稻田施肥技术

韩逢春

(黑龙江省农业科学院)

近几年我省稻田化肥用量不断增加，有些地方由于施肥经验不足，方法不当，致使肥效低，增产不显著，甚至发生贪青、倒伏现象。为了探讨肥料的经济合理施用，提高化肥利用率，获得稳产、高产，省农科院从 1977 年开始组织全省水稻化肥网，进行了水田施肥技术的研究，基本上摸清了我省不同地区、不同栽培条件下的施肥技术。现根据全省化肥试验网试验结果，谈谈我省稻田施肥技术问题。

一、我省稻田土壤

我省稻田开发年限不长，多者 80~100 年，少则 1~2 年，大部分在 20~30 年。因此，稻田土壤处于过渡阶段。稻田主要分布在江河两岸、草甸土、平地白浆土和黑土地

上。

全省部分水稻田 0~20 厘米耕层土壤养分分析结果如表 1。

从表 1 看出，绥芬河、牡丹江两岸泛滥地上的老稻田，如东宁、宁安、海林、温春等地稻田，土层厚度为 20 厘米左右，有机质含量为 2~3%，全氮 0.1~0.2%，全磷 0.1~0.2%，土壤碱解氮含量为每百克土中 10~20 毫克，土质较轻，肥力较低。松花江、拉林河、穆稜河、蚂蚁河、汤旺河、嫩江两岸泛滥地草甸土上的稻田，如哈尔滨、五常、穆稜、密山、鸡东、延寿、汤原、泰来等地稻田土层厚度为 20 厘米以上，有机质含量为 3%、全氮为 0.2% 以上，质地较重，土壤比较肥沃。

全省大部地区稻田土壤速效磷偏低，尤

表 1 全省部分水田土壤化验分析结果(1977~1980 年)

| 分析项目 | 含 量 | 分析地块及所属地区 |
|------|----------|-----------------------------|
| 有机质% | 2~3 | 东宁、宁安、海林、温春、桦川 |
| | 3~4 | 密山、哈尔滨、五常 |
| | 4%以上 | 穆稜、鸡东、延寿、汤原、泰来 |
| 全 氮% | 0.1~0.2 | 东宁、宁安、海林、温春、密山、五常、桦川 |
| | 0.2%以上 | 宁安、穆稜、哈尔滨、延寿、汤原、泰来 |
| 全 磷% | 0.05~0.1 | 东宁、密山、五常、民乐、桦川、泰来 |
| | 0.1~0.2 | 海林、温春、穆稜、鸡东、哈尔滨、延寿、五常、三良、汤原 |