



65.21
GTY

优

农村科学实验丛书

720803-07-

优选法与正交法 在农业上的应用

广东省推广优选法领导小组办公室 编

科学出版社

农业学大寨



农村科学实验丛书

优选法与正交法 在农业上的应用

广东省推广优选法领导小组办公室 编

科学出版社

1978

内 容 简 介

优选法与正交法都是科学的试验方法。在生产斗争和科学实验中,应用这些方法,不但可以减少试验次数和避免盲目性,并能迅速而有效地找到最优方案和数据。

在农业生产中,生产的周期长,影响生产的因素很多,针对农业生产上的这一特点,本书着重地介绍了正交法。实践证明,在农业科学实验中,应用正交法,既能节省人力、物力,并能赢得时间,达到多、快、好、省的目的。

本书以较通俗的文字叙述了正交法,并介绍了许多应用实例,可供具有中等文化程度的广大贫下中农,从事农业工作的干部、科技人员、知识青年和学校师生参考。

优选法与正交法在农业上的应用

广东省推广优选法领导小组办公室 编

*

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街137号

沈阳新华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1978年4月第一版 开本: 787×1092 1/32

1978年4月第一次印刷 印张: 6 1/8 插页: 1

印数: 0001—28,900 字数 135,000

统一书号: 13031·656

本社书号: 953·13—12

定价: 0.52 元

《农村科学实验丛书》出版说明

当前，我国农村群众性科学实验运动正在蓬勃开展，四级农业科学实验网正在普遍建立。为了适应革命大好形势的需要，切实贯彻执行伟大领袖和导师毛主席提出的“**备战、备荒、为人民**”的战略思想和“**以农业为基础**”的方针，认真贯彻执行华主席和党中央提出的抓纲治国的战略决策和“全党动员，大办农业，为普及大寨县而奋斗”的伟大号召，使出版工作更好地为无产阶级政治服务，为工农兵服务，为社会主义服务，有关出版社联合出版一套《农村科学实验丛书》。

这套丛书以马克思主义、列宁主义、毛泽东思想为指导，以阶级斗争为纲，坚持党的基本路线，努力宣传“**农业学大寨**”的革命精神和实现农业现代化的重要意义，突出反映无产阶级文化大革命，特别是揭批“四人帮”以来农业战线上科学实验的丰硕成果。包括以自然辩证法指导农业科学实验活动，农、林、牧、副、渔等方面进行科学实验的基础知识、应用技术和方法，以及有关群众科学实验的重大成果和经验总结。可供农村广大贫下中农、知识青年和基层干部，特别是农村科学实验小组成员参考。

前 言

优选法与正交法都是一门科学的试验方法。在生产斗争和科学实验中,应用这些方法,不但可以减少试验次数和避免盲目性,并能迅速而有效地找到最优方案和数据,达到多、快、好、省的目的。优选法、正交法是从长期的生产实践中总结出来的,是广大劳动人民智慧的结晶。

实践证明,优选法与正交法不仅在工业方面,而且在农业等方面,都有广泛的用途。应用它,可以取得优质、高产、低消耗等效果,是促进科学种田,加速农业大上、快上的一项重要工具。我省在**农业学大寨**运动中,积极推广应用优选法和正交法,促进了生产和农业科学实验的发展。为了大力推广优选法和正交法,更好地为大办农业和普及大寨县服务,现将我省几年来应用的体会及基本方法编写成册,供广大贫下中农、从事农业工作的干部、科技人员、知识青年和学校师生参考。

在编写过程中,得到广东师范学院、广东农林学院、台山县附城公社农科站、高州县科技局的大力支持和帮助,承广州市白云山农场知识青年提出宝贵意见,在此一并表示感谢!

由于时间仓促和缺乏经验,不妥之处,请读者批评指正。

目 录

前言	vi
一 单因素优选法	1
0.618 法	1
分数法	3
对半法	5
二 正交法	7
正交法的基本方法	8
考虑交互作用的正交试验方法	17
设对照区	22
正交表特性的说明	23
三 正交试验结果的分析	27
直接对比	27
直观分析	29
方差分析	37
缺落数据的估计	49
四 应用实例	53
秋小麦正交试验	53
冬小麦水栽试验	61
蒸汽育秧正交试验	62
运用正交法进行水稻三系杂种一代栽培试验	66
应用正交与平衡不完全区组试验法提高籼稻花药培养成 功率的研究	68
应用正交法摸索水稻早熟高产规律	82
水稻栽培正交试验	86
应用正交法优选早稻“宽行窄株”插植方式及施肥方法	93

甘蔗品种、密植、施肥正交试验	98
提高腐植酸类肥料肥效的正交试验	101
红萍放养方法多因素试验	106
火烧土混合肥正交试验	110
晚稻使用氮、磷、钾的正交试验	114
正交试验在稻田套种田菁中的应用	119
早稻碳酸氢铵深层追肥试验	122
应用正交法摸索出木瓜代替天门冬素生产井冈霉素新途径	128
石硫合剂的配制优选	130
“百菌清”防治花生锈病优选试验	133
水稻高产防病栽培技术试验	137
运用正交法摸索冬薯高产生长规律	144
白菜高产的良种良法正交试验	147
稻草糖化饲料研究成功	150
运用正交法提高激素蚕茧的生丝净度	153
林业用优选 生产面貌变	158
五 平衡不完全区组 (BiB) 设计法	164
BiB 设计表简介	164
BiB 设计的基本方法	165
附表一 常用正交表	173
1. $L_4(2^3)$	173
2. $L_8(2^7)$	173
3. $L_{12}(2^{11})$	174
4. $L_{16}(2^{15})$	174
5. $L_9(3^4)$	175
6. $L_{27}(3^{13})$	176
7. $L_{16}(4^3)$	176
8. $L_{25}(5^4)$	177
9. $L_8(4 \times 2^4)$	178
10. $L_{12}(3 \times 2^3)$	178

11. $L_{12} (2^4 \times 3)$	178
12. $L_{12} (2^2 \times 6)$	178
13. $L_{16} (8 \times 2^8)$	179
14. $L_{16} (4 \times 2^{12})$	179
15. $L_{24} (12 \times 2^{12})$	180
16. $L_{18} (6 \times 3^6)$	180
17. $L_{27} (9 \times 3^9)$	181
18. $L_{16} (4^3 \times 2^6)$	182
19. $L_{16} (4^4 \times 2^3)$	182
附表二 F 检验的临界值表	183
1. F 表 ($\alpha = 5\%$)	183
2. F 表 ($\alpha = 1\%$)	184
附表三 常用 $B_i B$ 设计表	185

一 单因素优选法

在生产和科学实验中，只抓住影响产品生产的其中某一个主要因素，进行优选试验，以达到多、快、好、省的目的，叫作单因素优选法。单因素优选法的基本方法是0.618法；此外还有分数法，对半法等等。单因素优选法，每一个试验的安排都有严格的先后顺序，做完一个试验，再做下一个试验，试验是一个接着一个地进行的。因此，这些方法不宜用于生产周期长、交互作用大的田间试验。

0.618 法

0.618法，顾名思义就是第一次试验在试验范围内的0.618处做。所以应用这个方法，首先要牢记0.618这个数。以后的试验点可以通过折纸条的方法（或用公式计算）找到，因而这个方法又叫折纸法，也有称作“黄金分割法”、“小数法”等。0.618法的应用，群众在实践中总结为四句话：“一个原则一个数，二个公式要记牢，第一公式第一点，第二公式反复用。”一个原则是重实践，抓主要矛盾；一个数是0.618；两个公式是：(1) $(大 - 小) \times 0.618 + 小$ ；(2) $大 + 小 - 中$ 。现以实例介绍0.618法。

〔例1〕长效发酵饲料曲种的优选试验。

某单位在生产长效发酵饲料曲种的过程中，发现影响曲种质量的主要因素是发酵温度，为了找出最合适的温度，以提

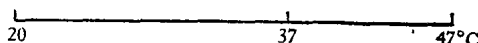
高曲种质量,他们用 0.618 法进行优选试验。

1) 根据群众实践经验,确定开展优选温度的试验范围是 20°C — 47°C 。

2) 按照 0.618 法的选点办法,先在试验范围的 0.618 处做第一个试验,这一点的温度由公式(1)得出:

$$(\text{大}-\text{小}) \times 0.618 + \text{小} = \text{第一点}, \quad (1)$$

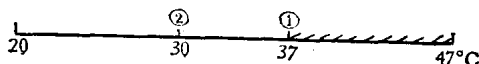
即第一点温度 $= (47 - 20) \times 0.618 + 20 = 37(^{\circ}\text{C})$ 。



3) 再在这一点的对称点处做第二次试验,这一点的温度可由公式(2)得出:

$$\text{大} + \text{小} - \text{中} = \text{第二点}, \quad (2)$$

即第二点温度 $= 47 + 20 - 37 = 30(^{\circ}\text{C})$ 。



4) 比较两次试验结果,发现第二点温度较好,即在 30°C 生产的曲种,恒温 12 小时闻到香味,20 小时香味浓郁、纯正。故舍去 37°C 以上的温度范围,在 20°C — 37°C 范围内再试,按公式(2)取点,做第三次试验,即第三点 $= 37 + 20 - 30 = 27(^{\circ}\text{C})$ 。



5) 经生产试验,比较第二、第三点,结果发现第二点 (30°C) 好。从三次试验中得知,当温度高于 30°C (即 37°C) 和低于 30°C (即 27°C) 都不好,因此,我们可以确定 30°C 为最好的发酵温度。在生产中按此温度对原配方(粗、细糠各

10 斤,面粉 1 斤,酒饼 3 斤,“辣蓼”干粉 3 两,桃金娘叶干粉 2 两,水 17.2 斤)的曲种进行投产后,经过 40 多个生产队的试用,证明用这种曲种发酵的饲料色鲜、味香甜,猪爱吃,易长膘。大坡楼脚生产队某户社员,用这种饲料喂猪每月长肉 20 多斤。

6) 运用 0.618 法的要点:先取试验范围的 0.618 处作第一次试验点,其对称点作第二次试验点(可由公式(2)算),比较两点试验结果,去掉“差”点以外的部份,在留下部份继续按公式(2)取点进行试验,依此进行下去,逐渐缩小试验范围。应用此法,每次可以去掉试验范围的 0.382,一般只要做三、五次便可以了。因此,0.618 法能用较少的试验次数迅速找到最佳点。

分 数 法

分数法的基本原理与 0.618 法相同。不同点是用分数的近似值代替 0.618 这个小数(如用 $1/2$, $2/3$, $3/5$, $5/8$, $8/13$, $13/21$, $21/34$... 这些数来代替 0.618,这一串分数的规律是后一个分数的分子是前一个分数的分母,后一个分子的分母是前一个分数的分子与分母之和。应用时,可根据具体情况选择上列分数中的某一个代替 0.618) 做第一点试验,所以叫分数法,其他做法与 0.618 法相同。分数法的试验点只能取一些特定的数值,现以实例说明。

〔例 21〕种子催芽优选试验。

某地区农科所利用保温瓶作器具,运用分数法进行优选发芽温度试验,以保证播种或调运种子时,确定种量和测定种子活力。

1) 根据实践经验,确定开展优选温度试验范围为 22°C —

46℃。

2) 根据试验条件,在试验范围内每隔 3℃ 划为一个试验点,则试验范围划分成八个等分(每份相差 3℃),并在那串分数中取其 5/8 这个分数代替 0.618 做第一次试验,根据公式(1)可得出第一点温度。

第一点 = $(46 - 22) \times 5/8 + 22 = 37(^\circ\text{C})$ 即第五份。

3) 再在这点的对称点做第二次试验,这一点的选法仍按 0.618 法中的公式(2)来定。

第二点 = $46 + 22 - 37 = 31(^\circ\text{C})$ 即第三份。

4) 比较两次试验结果,第一点温度发芽率为 83.9%,第二点温度发芽率为 76.4%,说明第一点(即 37℃)好,舍去第二点 31℃ 以下的那一段,在 31℃—46℃ 范围再找更适宜温度。

5) 重复运用公式(2)得第三点。

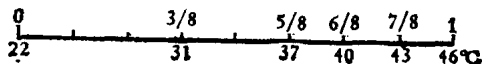
第三点 = $46 + 31 - 37 = 40(^\circ\text{C})$ 即第六份。

试验结果表明,第三点 40℃ 发芽率为 85.2%,可见比第一点(即 37℃)好,故又去掉第一点 37℃ 以下不考虑,而在 37℃—46℃ 范围再找好点。

6) 再运用公式(2)算出第四点。

第四点 = $46 + 37 - 40 = 43(^\circ\text{C})$ 即第七份。

试验结果,发芽率仅为 12.7%,这说明温度过高并不好。所以应去掉 43℃ 以上那一段,再在 37℃—43℃ 范围内用公式(2)找点再试。但不难看出,再找恰找回第一点(37℃),而且小于 3℃ 的温差又不便于控制,故试验可告一段落。可确定第三点 40℃ 为最佳温度,其发芽率 85.2%。



以发芽率最高的第三点(40℃)温度作重复试验,并与常规试验对照,结果一致。

注意事项:有时试验范围能划分的份数不恰好是上述那一连串分数中某一个分数的分母,这时可适当把范围扩大,或在其外敷设几个点,使该份数凑足某一个分数的分母。另外,为使试验所得结果尽可能精确、稳定,划分试验范围时应按实际生产中可能控制的水平去划分。如上例中,温差在上下0.5℃范围也可控制和测定时,则范围的划分应以1℃为一间隔,共分24份,即划出有23个(端点不计)试验点。总之,应使试验点安排尽可能地多与密,这样不致于试验进行中临时再更划范围和改用分数。用0.618法与分数法安排试验的次数,往往相同,最多相差一次。

对 半 法

对半法,就是进行优选试验时,每次试验点都取每次试验范围的中点处,也就是说在试验范围的对半那一点,而每次都丢掉该次试验范围的一半,因而称作对半法。应用对半法进行试验必须符合下面两个条件:一是要有一个标准(这个标准由具体指标规定),通常是有或无,合格或不合格;二是能够从一次试验结果就能直接分析出因素的值是取大了还是取小了,具备这两个条件,就可用对半法安排试验。

对半法比0.618法和分数法的速度要快,因为每做一次试验,就可以把留下试验范围减半。现以实例说明。

[例3] 农药“石硫合剂”的配方优选试验。

广东省台山县附城公社朱洞大队农科站,为了降低生产成本,节约硫磺,一九七三年冬用“对半法”对农药石硫合剂的硫磺用量进行优选试验。

1) 根据生产经验, 确定试验范围是 1—2 斤。

2) 按照对半法的原则, 即试验范围的中间点

(试验点 = $\frac{\text{大} + \text{小}}{2}$) 做第一点试验, 即 $\frac{2 + 1}{2} = 1.5$ (斤) 处做

第一点试验。测定结果仍达 25 度(波美度), 说明硫磺已足够。故去掉 1.5—2 斤这段, 在 1—1.5 斤范围再试。

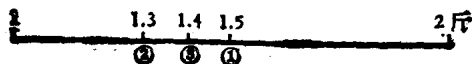
3) 重复运用上述原则和公式, 在 1—1.5 斤范围的中点, 即 1.25 斤(实取 1.3 斤)处作第二点试验。测定结果仅得 21 度, 说明用量不足, 药效得不到保证。于是去掉 1—1.3 斤这段, 在 1.3—1.5 斤范围再试。

4) 重复上述做法, 在 1.4 斤处作第三点试验, 得结果为 25 度, 故以 1.4 斤代替原配方的 2 斤用量。经大田使用得到验证, 1975 年全大队麦地、水田都用上了此新配方, 效果很好, 有效地防治锈病, 保证了丰收。

使用这种方法的要点是: 每次试验点都取试验范围的中点。取点公式:

$$\text{试验点} = \frac{\text{大} + \text{小}}{2},$$

其中“小”和“大”分别为试验范围的起点和终点。



二 正 交 法

利用正交表安排试验的方法,称为正交试验设计法,简称为正交法。它可对多个因素同时进行考察,在各个因素都处于变动的情况下,以做较少次试验,找出试验范围内的主要因素和较优方案,是农业科学实验的一种科学方法。

在农业科学实验中,以前常用的方法是单因素的对比法。这种方法在固定其他因素的条件下,只考察一个因素的变动情况。它的优点是简单易懂,试验条件比较容易控制。但在复杂的农业科学实验中,只考察单一因素,所得的试验结果,往往容易造成错觉,产生片面性,推广到大田生产有时就得不到预期的效果。比如,我们要进行“科六17号”和“珍珠矮”两个水稻品种比较试验。前者是耐肥、生长期长、分蘖力强的品种;而后者是需肥要少些、生长期短些、分蘖力弱些的品种。如果我们用单因素对比法进行试验,用相同的栽培条件如植期、施肥量和插植规格都一样去比较这两品种的优劣,显然就不够合理。比如说,我们多施肥,满足“科六17号”的要求,它的丰产性能就充分表现出来,收到高产的效果;但珍珠矮由于施肥过多,产生倒伏,它的特性得不到发挥,产量就不能客观地表现出来。相反,如果少施肥,珍珠矮得到满足,而“科六17号”却不够,结果珍珠矮的产量比“科六17号”的还要高。俗话说,良种配上良法(指适合的栽培方法)才能创高产,这话是很有道理的。农业增产本来是“八字宪法”综合作用的结果,既然单因素对比法存在很大的缺陷性,那末,单因素优选法能否适用农田试验?由于单因素优选法的分析方法是采

用直接比较,然后决定取舍的办法,而农田试验周期长,时间不同,试验条件变化比较大,比较试验结果就困难了。即使有办法作出比较,几年也得不出一个结论来。因此,单因素优选法也不适用农田试验。

当然,做完多因素、多水平的全部组合试验,是可以分析出因素作用的大小和较优方案的,但这样做,工作量太大,甚至有时不可能。

现在要问,是否有一种方法,只做少量一部份试验,既能找出较优的试验方案,又能分析出各因素对试验结果影响的大小呢?正交法就能做到这一点。实践证明,农业科学实验应用它,能节省人力、物力和赢得时间,达到多、快、好、省的目的。

正交法的基本方法

1. 正交表简介

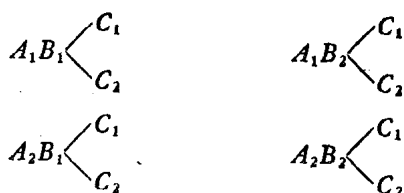
利用一种数学的表格安排多因素试验,具有对其中任意两个因素来说是重复次数相同的完全试验的特性,我们就称这种表格为正交表。应用正交表安排多因素试验,通常是参加试验的全体因素、水平的部分试验,但能通过这部分试验,观测总体的全貌,了解因素之间的内在规律,较快地找到试验的最优方案。

所谓因素,就是指影响特定试验结果的原因。它包括可以控制和暂未可控制的两大类。在一般试验设计时考虑的,主要是前一种可控制的因素。在单因素的常规试验中,“项目”就是因素;在多因素试验中,一个项目包括了多个因素。如高产栽培试验这一项目中,可以包括品种、规格、施肥方式、施肥

量、植期等因素。所谓水平,就是指因素变动的数值、种类或状态。要注意的是,因素和水平是相对的,在这个试验里的因素,在另一个试验中可作为水平,这要根据试验目的而定。

常用的正交表,我国数学工作者已整理出来,不需我们逐个编制,但必须懂得其意义,才能自如地运用它来安排试验。现以 $L_4(2^3)$ 为例,说明其意义。

符号“ L ”表示正交表,括号里的“2”是因素的水平数,“2”肩上的“3”是指最多可安排的因素个数。“ L ”足标下的“4”是试验小区数。 $L_4(2^3)$ 的意思是,用这张正交表进行试验设计,最多可以安排三个因素(注意,少于或等于都可以,多于三个因素就不适用了)。每个因素取二个水平,共有试验小区四个。若不用正交表安排试验,要做三个因素,每个因素取二个水平的全面试验,假设三个因素分别为 A 、 B 、 C , A 的第一水平记为 A_1 , 第二水平记为 A_2 , 等等。那末,它的全面试验小区是:



共八个试验小区。也就是说,做全面试验,就得做 $2 \times 2 \times 2 = 8$ 个试验小区,而用正交表安排试验,只做其中的四个。可见,用正交表安排试验,是节省人力、物力和时间的。

$L_4(2^3)$ 的具体内容见表 2.1。表中横排称为“行”。这个表有四行,每行用来安排一个试验小区,用此表安排试验,共安排四个试验小区。竖排称为“列”。这个表有三列,每列安排一个因素,最多可安排三个因素。

附表一列出了十九个常用正交表,其中前八个都是水平