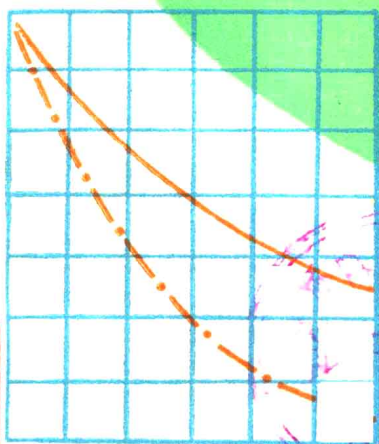


农业生物试验 数学整理方法

尹士璟

A	B	D	C
D	C	A	B
B	D	C	A
C	A	B	D



02
41

河北人民出版社

农业生物试验与数学整理方法

尹士璟

农业生物试验与数学整理方法

尹士臻

河北人民出版社出版 (石家庄市北马路19号)

河北新华印刷一厂印刷 河北省新华书店发行

787×1092毫米 1/32 5 1/8印张 104,000字 印数: 1—4,470 1981年4月第1版
1981年4月第1次印刷 统一书号: 16086·355 定价: 0.45元

前 言

为了改革旧农艺，推广新技术，不断促进农业生产力的发展，实现农业现代化，必须经常搞试验，并且要把试验做得十分精确，不容许把不很可靠的试验结果推广出去。

完成一项试验，涉及许多方面，比如土地、设备、仪器、品种资源、材料供应、操作技术、理论知识以及安全防护等等。此外，还有一个节约试验次数、缩短试验时间和提高试验效果的问题。围绕这个问题还有相互联系的两个环节：一是试验前要制订方案，计划一下要考察哪些因素，在哪些条件下做试验；二是试验后要对试验结果进行整理计算和分析，以得出正确的结论，确定下一步的行动。

数学在农业科学实验活动中起着很重要的作用。试验工作者借助于数学，能够估计自己工作中的误差，这是获得成功的重要条件。因此，试验工作者应该重视数学，并善于运用数学方法来评价试验的结果。

但是，在农业生物试验中，数学所起的作用并不是主要的。试验工作者首先应该从农业生物学角度对试验材料进行细致地评价，然后再运用数学的比较评价法，不应该忽视土壤、气候、品种、技术等等基本环节，而盲目地不加选择地运用数学。如用数学观点来解释生物学现象，那是不正确的，甚至是有害的。

数学方法仅仅提示，什么环节可能产生误差，怎样布置试验并进行观察，才能使得少数的观察反映多次观察的变数列。数学方法只能把取得的数据中的资料找出来。精密的数学方法并不能代替细致地试验工作，粗心大意的试验数据对总体的估计是没有用处的。此外，如果试验设计不正确或有缺陷，即使是细心取得的测量数据，也不一定包含有价值的资料。这就是说，只有在正确设计和细心操作的条件下，配合以适当的数学方法，试验工作者才可能有把握地取得可靠的数据，从而做出中肯地分析。

这本小册子是为在农业科学研究所、试验站等从事农业生物试验工作的人员编写的。为便于帮助读者迅速掌握试验技术和分析方法，各章节都列举了些实例，只要具有一般的生物学、作物栽培学或牲畜饲养学的基础知识和高中数学水平，就能够学懂会用。

编 者

1979.11

目 录

农业生物试验	(1)
一、农业生物试验的特性	(1)
二、农业生物试验的类型	(4)
三、试验的设计方法	(20)
四、试验的观测方法	(25)
试验数据整理	(33)
一、试验数据的初步整理	(34)
二、试验数据的准确性的计算	(43)
三、生物试验中优胜者增加数量的计算	(48)
四、各试验处理的差异可靠性的评定(一)	(58)
五、各试验处理的差异可靠性的评定(二)	(87)
六、多年或异地试验结果的整理	(102)
七、缺陷试验的数学整理	(105)
八、抽样方法	(119)
九、相关分析	(125)
十、回归分析	(135)
附录	(145)
附表 1 拉丁方表	(145)
附表 2 数字 1—9 的随机排列表	(147)
附表 3 随机置换表	(149)

附表 4	t 值表	(151)
附表 5	F 表	(152)
附表 6	相关系数检验表 $[p\{ r > r_\alpha\} = \alpha]$	(156)
附表 7	Duncan 氏复极差测验 5% 平准的 SSR 值表	(157)

农业生物试验

一、农业生物试验的特性

现代化大农业的经济目标是，在提高收获量的前提下，同时提高生产效率，降低各种消耗。农业生物试验就是解决这个问题的一种科学方法。正确地运用生物试验方法，就能有效地促进农业生产。

农业生物试验具有一些特性，这些特性应该是试验工作者的常识。

首先，农业生物试验对象是生物（作物和牲畜），必须保证供给它全部生活元素，而不能排除任何一种基本生活元素。在试验中能够改变的仅仅是所要研究的元素之供应数量的多少而已。

其次，做一项试验，除了要考察的因素以外，总希望其它条件尽量一致，这样，试验之间才有可比性。例如，为了正确比较不同品种的优劣，或不同措施的效果，除了所要研究的因素外，其它条件都应该相同。这就是说，农业生物试验通常是以差异法为基础的——改变某个因素而其它因素则都完全相同。

第三，农业生产本身是综合性的。比如，土壤肥力就是

由物理、化学和生物学等多种因素及土壤特性决定的，这些因素和特性又处在复杂的相互联系和相互影响之中。土壤肥力还不过是农业生产中的一个因素而已。因此，不考虑各种因素的影响就不能设置农业生物试验。这就是说，在考虑某种因素的作用时，要同其它因素联系起来。事实上一个试验就是一组条件的实现。例如，研究化肥的施用量时，就得考虑土壤背景（土壤肥力及前茬情况等）。

第四，农业生物之间及农业生物和周围环境之间的关系是错综复杂的，为了研究的方便，先把它们分为各个方面的个别关系进行比较。当把各方面的个别关系探讨明白以后，再有意识地使试验复杂化。只有在对各种个别农艺措施的作用和性质，通过比较鉴别清楚以后，进行综合农艺措施的试验才有意义。这就是说，农业生物试验中都必须考虑进行比较的原则，都要有对比的项目。

第五，试验中各种比较结果，必须用数字表示出来。长度、面积、体积、容积和重量等都是数量，品质也要通过一定的数字表示出来。这些一般的是绝对数值，有时则是相对数值，即比值或百分率。

第六，要注意试验的准确性和可靠性。必须根据试验的目的和试验的条件，确定对每一试验的准确度要求，主要试验应该比在生产条件下进行的初步试验具有较大的准确性。

除准确性外，试验还要具有可靠性。所谓可靠性，是指：①进行比较的各个品种或处理*之间的差异要有数学上

* 处理——在一项试验中，同一试验条件下的试验项目叫做一个处理，不同条件下的试验项目叫做不同的处理。

的证明；②本质上的可靠性，就是指所进行的试验是否符合规定的任务，也就是说，试验设计以及研究内容是否正确，其次是指所采取的试验环境是否适宜，再就是指在技术方法上是否完满地完成这一试验。

第七，试验还要有典型性——由试验的典型性可以决定试验结果在具体生产条件下的适合性和可利用的程度。典型性有两方面：①试验是否符合实际自然条件，比如，在沙土地上进行的试验，其结果绝不能机械地搬到粘土地上去；②试验是否符合预备推广地区的生产组织情况和经济条件，比如，不能忽视土壤肥力的高低和肥料供应情况。

第八，要想解决试验在生产组织和经济条件上的典型性问题，必须根据试验的题目，并考虑这一条件对所研究的对象在效果上有何种程度的影响。试验通常要进行几年，试验工作者要能预见将来可能发生什么变化，这样，试验结果对将来的生产组织和经济条件就可能具有适合性。

第九，试验还要有重演性，就是说，在重复试验时能够获得相似的结果。为此，在重复试验时，试验工作者必须使全部试验条件基本上保持不变。这就要求熟悉试验的所有各项条件，否则就不能重演已经进行过的试验。

第十，试验的全过程和调查项目都要有详细记录。如果试验工作者不知道试验是在什么类型的土壤上，在什么样的气象条件下和采用了什么技术措施进行的，那么，试验就会失去全部价值。因此，试验工作中极其重要的要求就是要有及时的、精确的和完整的试验记录。从开始布置试验的时候起，就要仔细地确定试验进行当中应该做的一切工作，要确

定基本的和临时性的观察和调查项目。对原始记录还应作必要的整理，使之系统化，以便为统计分析打好基础。

二、农业生物试验的类型

农业生物试验按照其目的、任务和方法可分为许多类型：

（一）按照试验的目的和任务分类

农业生物试验按其目的和任务的差别，有各种不同的类型。除了在固定场所和生产条件下进行的试验以外，还有所谓生产试验或经济试验。

科学研究机构所做的主要试验，大多是要经过在影响产量高低、品质优劣的不同气候条件下进行多年。因此，这些试验的设计和操作都要有充分的依据，有周密的准备，有的还要搞些短期的或初步的辅助试验。

除了主要试验和辅助试验这两类以外，还有一类特殊的试验，比如，田间兼实验室试验和畜舍兼实验室试验，其目的是深入研究农业生产的生物学问题。这些试验是在主要试验之前或同时进行的，以协助构成试验设计中的假定。

主要试验、辅助试验和特殊试验这样三大类型，是科学研究机构通常所要搞的固定场所试验，其任务是研究各种条件对农业生物的影响，查明它们之间的相互关系，然后在各项研究的基础上，制定个别的或整套的技术方法。

生产试验或经济试验的目的，是检验固定场所的试验，并使它更准确，通常还有示范的意义。试验工作者在对生产

试验的观察过程中，也可能发现新的情况，揭露一些尚未搞清楚的具体问题，从而为进一步研究提供依据。

(二) 按照试验的方法分类

按其试验方法的差别，又有不同的类型。设置农业生物试验时，要注意正确地选择试验方法上的类型。试验方法的类型有许多，其中有一个重要的特征就是试验中作物小区或牲畜小组的排列方法。试验中按对照小区或对照小组的排列方法，基本上可以分为两种，即标准法排列和棋盘法排列。

1. 标准法排列

大多数农业生物试验是比较，如比较几个品种的优劣，比较几种技术方法的优劣等。试验中应用得最广泛的是对比法。这是标准法的一种。在对比法中，试验小区或试验小组同对照是并列成对排列的，使试验小区或试验小组与对照直接相互比较。

对比法的一些重要特点是：

(1) 在用对比法设置的田间试验里，小区应该呈长方形，长度要为宽度的几倍至十几倍。在生产性的试验里，小区的长度常常就是生产地的长度。

(2) 第二个要求是应该成对排列，田间小区以长边相连。一项试验的全部小区严格地按一定顺序排列在一条或者几条试验地上。试验小区或试验小组与对照之间可以有各种不同的组合，例如：

- ① 对照 ck_1 ，试验小区(小组)a，试验小区(小组)b，对照 ck_2 ，
- ② 试验小区(小组)a，对照 ck_1 ，试验小区(小组)b，试

验小区(小组)c, 对照 ck_2 , 试验小区(小组)d;

③试验小区(小组)a, 对照 ck_1 , 试验小区(小组)b, 对照 ck_2 。

看起来第②种组合用地比较节约。然而在实际工作中, 用这种排列组合, 尽管有保护带, 试验小区还是容易受到影响的。所以, 比较切合实用的还是第①种排列组合。图1就是这种排列的例子。

在这块田地上布置了两个试验, 第一个试验有8个处理(包括“对照”), 4次重复。试验设置在两条平行的地上。第二个试验有3个处理加1个“对照”, 4次重复。从图1中可以看到, 对照是按一定的顺序排列的, 就是每隔两个试验处理设置一个对照。对照在三条地上又都是排列在一条直线上。这样排列在理论上能够得到证实。对照也可以不设置在一条直线上, 不过这没有本质的改变, 倒是不便于田间操作, 还破坏了小区排列的体系。

在畜牧试验中也常常采用对比方法, 设试验小组和对照小组, 每小组3~5头牲畜。在试验期间, 除了计划考察的因素以外, 试验小组和对照小组的饲养管理要力求一致, 以免影响试验结果的准确性和数学分析。

对比试验法的优点, 一是适用范围广泛——作物和牲畜都可以采用, 二是数学整理分析比较简便。它的缺点, 一是只能适用于单因子试验, 二是难于分析试验误差的大小。

标准法排列体系中, 除对比法外, 还有每隔4~6个试验处理、最多8个试验处理设置1个对照的间比方式, 这在选种试验中常常使用。

试验一

试验二

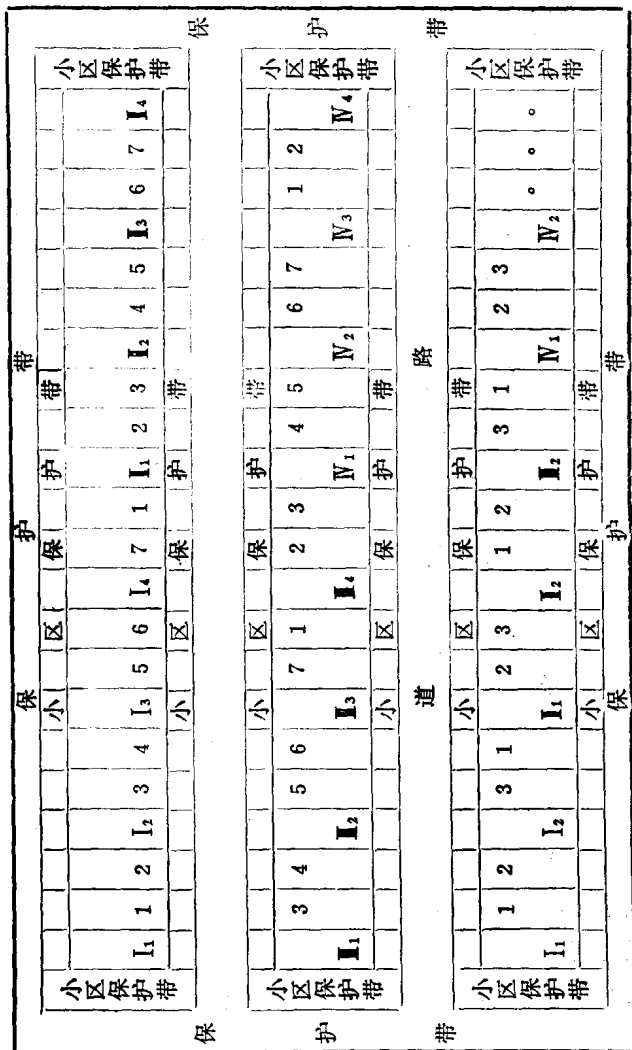


图 1

罗马字母 I、II、III——重复编号
阿拉伯字母 1、2、3、4——处理编号

2. 棋盘法排列

在这种排列体系中，对照是按某种一定的秩序进行排列的，与试验处理没有固定的联系。比如，按照一条对角线或两条对角线，或者每隔几个试验处理分散地排列。这种仿佛棋盘上的方格排列法，叫做棋盘排列法，包括通常所说的顺序排列法以及拉丁方排列法。

在这种排列法的试验里，每一个重复通常都有一个对照*。当试验处理数目较多时，需要增加一些对照。在整个试验地上对照要尽可能均匀分布，这就得把对照按照某种一定的秩序来排列，比如，按照对角线，或者是在每一次重复的起首或中间排列对照。图2是三个棋盘式排列图。

但是，对照总是不能分布得十分均匀，常常有些试验处理远离对照，以致实际上不能起到“对照”的作用。在地力不均匀的田地上这种现象很明显。这样，试验处理就难以同对照相比较。对照分布不均匀，往往降低试验的精确性。

在多带状排列的情况下，同一处理不要排得太近，而要相隔一定的距离，通常按对角线排列，使得相同处理之间的总距离最大。

当重复被分割成两段分布在不同地带时，试验处理与对照的比较很困难。图2试验二里的第5次重复和试验三里的第3次重复，对照布置在重复的起首，远离试验处理——试验二里有两个，试验三里有4个，似乎没有自己的对照。试验三的第3条地上只有1个对照，这就需要补充一些对照。

* 通常是以一个试验处理的名目出现，而其实质相当于“对照”。

保 护 带																	
保	护	带	保	护	带	保	护	带	保	护	带	保	护	带	保	护	带
对	1	2	3	4	5	6	对	1	2	3	4	5	6	补	充	对	照
照							照										
保 护 带																	
保	护	带	保	护	带	保	护	带	保	护	带	保	护	带	保	护	带

试验一 三次重复

保										护										带									
对		1	2	3	4	对		1	2	3	4	对		1	2	3	4	对		1	2	3	4	对		1	2	3	4
照						照						照						照						照					

保										护										带											
对		3	4	1	2	3	4	对		1	2	3	4	对		1	2	3	4	对		1	2	3	4	对		1	2	3	4
照						照						照						照						照							

试验二 九次重复

比如，在第 6 次重复的开头和第 7 次重复的末尾都加 1 个对照。这样补加对照以后，使得棋盘排列接近于对比排列。

试验处理排列的顺序，要尽量照顾到可以在几个处理中同时进行操作，力求避免操作过于分散。例如，按照农作物成熟期的迟早来排列，对于收割是比较方便的。在施肥试验中可以按照肥料种类来排列，图 3 是一个例子，8 个小区施

1	2	3	4
P	PK	NPK	NP
O	K	NK	N
5	6	7	8

图 8

肥为 O、N、P、K、NP、NK、PK、NPK。如果小区设置适当，就能够每次施全部试验地的一半面积，共施 3 次就完成全部工作了，而无需逐个小区分别施肥。

棋盘法排列有 3 种常见的方法：

(1) 拉丁方*排列试验：有的试验要求使用近乎方形小区，这样一来往往由于土壤肥沃度的差异而降低试验的精确度。有时土地的关键性质（如肥沃度）在纵横两个方向上都有相当程度的变异。由于这些原因，试验处理还要作纵向排列以求均匀分布。这就是说，每一横行各有一种处理，每一纵行也各有 1 种处理；不论横行和纵行，各种试验处理都出

* 由于当初常用拉丁字母来排这个方块，所以叫做拉丁方。