

正交试验法在农业上的应用

中国科学院数学研究所概率统计室

目 录

对农业应用优选法的一些体会 (含沂县科技局)	1
水稻熟穗因素的正交试验 (高州县粮核公社农业站)	5
花生施肥正交试验 (安定县农科所)	7
正交试验法在稻田套种田菁中的应用 (广东省农科院土肥所)	11
红苕放养方法多因素试验 (保宁县农科所)	13
一九七四年早稻品种比较试验报告 (海南行政农科所)	19
“杀螟杆菌”三级培养基试验 (白山县科技局微生物厂)	25
应用正交试验提高“九二〇”土霉素效价 (白山县冲基公社微生物所实验厂)	27
节约蒸汽、增产煤气 (清江化肥厂)	35
木霉固酶曲解粗饲料试验 (宁夏农科所)	40
水田收获机械行变机构性能试验 (一机部农机所六室)	51
附录一 正交试验法简介	57
附录二 常用正交表	67
编者记	83

对农业应用优选法的一些体会

(台山县科技局)

遵照毛主席关于“我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建成为一个社会主义的现代化的强国”的教导，去年八月，我们在上级科技部门的大力支持和广东省有关院校师生的热情指导下，举办了农业方面应用优选法的训练班，组织了一个有十三个单位参加的研究协作组，开展这项新课题的实验。今年三月又开会研究结合早造生产实际，确定几个方面的实验项目。统一分工，分头活动。到了七月份又作一次检查总结，初步收到水稻高产栽培肥料三要素新配方和“九二〇”混合磷不同时期、浓度的正交试验共十三项成果。使我们对农业应用优选法的作用、加深了认识，扩大了眼界，增强了信心，为今后扩大实验打下了良好的基础，晚造重复或验证早造试验和增加一些新项目，如深层施肥的浓度和深度对水稻高产栽培的正交试验、生物防治，“两菌”和化学农药混合配方优选等十一项，现在谈一谈我们对这项实验的一些粗浅体会。

第一，批林批孔，提高认识，是开展农业应用优选法的有力武器。

对农业应用优选法，农村能不能开展？当初一些同志认识不足。认为“这项实验纯粹是数学计算，是大专院校的课程，农民水平低，不懂这一套，社队难推广，还要让专业研究部门

*编者注：据我们了解，广东同志把正交试验法，作为优选法一种。

搞出经验简化做法，然后拿到农村来推广。”通过重温毛主席有关教导，深入批林批孔，端正我们对群众的看法，学贱者最聪明还是最愚蠢？我们不懂的事情，群众就不懂？回顾过去开展水稻雄性不育、生物防治这两项实验时，我们也不全懂，而是依靠群众敢想敢干搞成功。什么“无米粥”变成“大米饭”，“不是这一代人干的事情”也能干出来。农业应用优选法就不相信群众有这个本事吗？不！是林彪宣扬“生而知之”、“上智下愚”的孔孟之道障碍我们的眼睛，产生不相信群众的思想不批就无法开展应用这种科学的方法。

其次，农业能不能推广优选法，是一个闯新还是守旧的问题。通过总结过去的教训，如水稻应用“九二〇”过去搞了四年八造，虽然积累了不少经验，摸到一些规律性的东西，但是假如懂得运用优选法，就会少走弯路，少做笨功夫。我们得到的试验数据，更加丰富，从理论上也要好验证。今年只开展一造，就看到可喜的苗头。它说明，农业应用优选法是我们贯彻鼓足干劲、力争上游、多快好省地建设社会主义总路线的需要，路线正确、方向对头，为什么不敢创新？原来又是林彪鼓吹“克己复礼”的思想在干扰，不清除流毒，就闯不起来，实践证明：积极学习马列主义、毛泽东思想，深入批林批孔，是我们促进农业应用优选法的有力武器。

第二，依靠群众，发动群众，是开展农业应用优选法的强大动力。

在毛主席“放手发动群众，一切经过试验”的教导指引下，为了扎实地使优选法在农业方面推广应用，我们计划通过试验示范、推广的步骤，做到逐步普及。首先组织一个农业应用优选法的研究协作组，参加单位有十三个，成员是县、社、队、学校部分农村组织，请省有关院校的师生给我们讲解优选法的

正交设计和其它实验方法。掌握理论。学懂计标。联系生产实际，制定多种优选项目，分头进行实验。实践告诉我们：群众发动起来，试验就能落实，而且做出显著成果。如附城公社在公社党委的领导下，实行干部、群众、技术员三结合，充分调动三级农科网的力量，专门召开了两次学习班，把办法交给群众。很快做出成效。如米洞大队农科站，他们只有中小学水平，但事业心很强，懂得“第一不是学好再干，而是干起来再学，”边干边学的道理。不仅按照我们布置的项目去做，还结合了生产的需要，创立新的试验项目，不仅他们大队农科站动手搞，还指导生产队、学校一齐干。他们做出的成绩出乎我们的意料，比我们县社一些科研单位搞得还出色，成为开展群众性科学实验运动的好榜样。是毛主席倡导的群众路线的胜利。它教育我们，农业应用优选法可以搞群众运动，而且必须搞群众运动，才能加速这项实验的步伐。

第三，联系实际，服务生产，是开展农业应用优选法的主要目的。

“科学的发生和发展一开始就是由生产决定的”。农业应用优选法能否为领导所重视，为群众所欢迎，能否坚持下去，遍地开花，一项很重要的检验，就是看它对生产所起的作用大小。我们开展这项实验的时候，各地都注意到这一关。不搞形式，讲求实效。如冲姜公社微生物厂生产“九二〇”高效价产品。试验目的，要求获取一个高产、优质、节料、省工的新配方。他们经过正交设计试验后，使“九二〇”的效价稳定在二万五千至三万单位，比以前提高百分之四十至五十，节约粮食达一半。以该厂一月生产量，节约大米一千多斤。朱洞大队采用优选法配制石硫合剂，在波美度按原标准不变的情况下，减少硫磺用量达三成。都斛公社党丰大队中朝生产队科学实验小组，

所作的水稻前后期应用“九二〇”混合肥料不同浓度的配方优选，初步找到较优点，为扩大试用作贡献。西湖大队经过肥料三要素不同份另施肥方法优选，使他们纠正重氮轻钾的思想，总之通过实验，加深体会。农业应用优选法不是搞做学游戏，搞烦琐哲学，而是要实实在在地解决生产上的关键问题。为促进生产服务，才是我们的试验目的。所以，在制定项目的时候，务必紧密联系实际，为当前当地生产服务，才能获得较好的成效，也体现农业应用优选法的真正意义。

农业应用优选法在我县来说，还是一个新的起点，因为，“一个正确的认识，往往需要经过由物质到精神，由精神到物质，即由实践到认识，由认识到实践这样多次的反复，才能完成”。下一步设想是：

一、结合当前农村批林批孔，党的基本路线教育运动深入开展，进一步肃清刘少奇、林彪反革命修正主义路线对农业生产科学实验的干扰和破坏。把农业应用优选法列入我县科学实验计划一项重要内容来抓。以便获取更大成效。

二、整顿提高农业应用优选法协作组，充实力量，加强领导，要求做到“四落实”（即组织、思想、政策、试验计划落实），进一步发挥其职能作用。

三、认真总结，交流经验，加强对优选法的正交设计的知识学习，弄通方法，互相促进，共同提高，逐步推广，扩大战果，寻求新的突破。

由于我们对农业应用优选法的时间不长，经验十分缺乏。只有认真学习外地先进经验，加强领导，培训队伍，深入实践，以期尽快地为农业生产和科研，作出新的贡献。为这件新生事物的成长作出应有的努力。

水稻栽培因素的正交试验

(高州县顿梭公社农业站)

影响水稻产量的因素很多，仅栽培方面就有秧龄、插植苗数、施肥、排灌、防治病虫害等因素。这些因素中哪些是主要的呢？大家认识很不一致，特别是对秧龄、插植的基本苗数、肥料等三个因素之间的相互作用，哪一个因素起主导作用，异议很多，为了找出科学依据指导生产，我们应用正交设计对这三个因素进行了试验，取得了一定效果，为水稻栽培提供了依据。其试验情况如下：

(一) 试验条件和方法：选择肥力中等的粘壤田，品种为珍珠矮，插植规格为4×6寸，每个因素各选两个水平，分八个小区，每个小区面积为1.5亩，用正交表 $L_8(2^3)$ 安排试验。

(二) 各因素试验范围：①秧龄（以A表示）：小秧移栽三片叶，大秧移栽六片叶，两种均以疏播育秧；②插植基本苗数（以B表示）：每亩分别插植15万苗和25万苗；③肥料（以C表示）：每亩分别施8斤和12斤。试验安排见附表一。

(三) 肥料施用方法：前期占75%，后期占25%。

通过试验证明（见附表二），秧龄对水稻产量影响最大。其次是肥料，再次是苗数。在高、中肥的条件下，大秧比小苗吸收肥料的能力较强，肥料利用率较高，增产效果较显著，大秧比小苗每亩最低增收74斤，最高增收133斤；在高肥的条件下，每亩插植基本苗数在15~20万苗的增产效果最显著。如大秧六片叶插植15万苗，亩施纯氮12斤为最好的联合栽培因素；在中肥的条件下，每亩插植的基本苗数以多插些为好，如

试验第7、5号小区，亩播25万苗比亩播15万亩增收稻谷14斤，今年晚造下莲塘生产队160亩大田推广鱼龄壮秧，现在禾苗长势很好。

附表一

水 平 \ 因 素	秧 龄 (A)	苗 数 (B)	纯 氮 (C)
1	小 苗	15万	8斤
2	大 秧	25万	12斤

附表二

	秧 龄 A	苗 数 B	A × B	纯 氮 C	A × C	B × C	稻 谷 产 量 (斤/亩)
1	1	1	1	1	1	1	600
2	1	1	1	2	2		613.3
3	1	2	2	1	2		600.6
4	1	2	2	2	1		606.6
5	2	1	2	1	2		674
6	2	1	2	2	1		746.6
7	2	2	1	1	1		688
8	2	2	1	2	2		686.6
K ₁	2420.5	2633.9	2587.9	2562.6	2633.8	2567.2	总和
K ₂	2795.2	2581.8	2626.8	2653.1	2581.9	2648.5	5215.7
R	374.7	52.1	38.9	90.5	51.9	81.3	

花生施肥正交试验

(定安县农科所)

根据农业生产实践经验，在花生栽培过程中，需要施用氮、磷、钾三种肥料和石灰，但施用量究竟以多少为好，如何搭配较合理，过去一直心中无数，把握不足，为了进一步摸清氮、磷、钾肥以及石灰对花生生长的作用，寻找较合理的施肥方法，我们在春种花生中，对花生施肥进行了一次正交试验，现将要介绍如下：

一、试验简述：

1. 试验目的及指标，探讨氮、磷、钾三种肥料及石灰的不同用量对花生生长及产量的影响，寻求花生高产的较合理的施肥方法。把花生产量作为主要考核指标。花生收获时的株高及分株数作为参考指标。

2. 试验的因素及水平：因素有四个，即氮肥（施过牛粪）、磷肥（施过磷酸钙）、钾肥（施草木灰）、石灰的施用量，根据生产经验和生产条件各因素分别取如下三个水平：

	牛粪 (斤/亩)	过磷酸钙 (斤/亩)	草木灰 (斤/亩)	石灰 (斤/亩)
一水平	450	60	100	70
二水平	1125	45	150	50
三水平	1800	30	200	30

3. 试验方案：这是四因素三水平试验，我们用 $L_9(3^4)$ 正交表安排试验，并作二次重复，每一试验号对应两个小区，每一小区为一畦地，畦长 6.9 米，畦宽 0.97 米，小区面积 0.1 亩，试验田土质属粘壤土，分成 18 畦（即第 1 小区），分作两半，

(各为9畦) 分别按试验号顺序依次排列。

1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

4. 主要农业技术措施：花生品种是狮猫17号，除施肥水平不同外，其它技术措施力求一致。1月18日种植，规格一律为，株距6寸，行距8寸，每横行种三株，每株下种仁二粒。除各试验号对应的各种不同的施肥量全部作为基肥施用于各相应的试验小区外，整块试验田在花生始花期前每亩曾用猪粪水2100斤(每小区210斤)、硫酸10斤(每小区1斤)进行一次追肥。

5. 试验结果：5月28日收获，晒干后称重，求得各小区产量，并测出各分株数和株高(见附表)。

二、试验结果的分析：

试验结果的计算见附表，直观分析图见附图，由直观分析图看出：

1. 湿牛粪用量取1800斤/亩为好。继续加大湿牛粪用量有进一步提高产量的趋势。

2. 过磷酸钙的用量以45斤/亩最好，过大过小均不利。

3. 草木灰用量以小为好，取100斤/亩较优，若进一步减少，产量有增加的可能，待进一步摸索。

4. 石灰用量以大些为好，用70斤/亩时产量较高，但与50斤/亩时产量差别不大，从经济观点来看，大田生产可考虑采用50斤/亩。

综合上述各点，可得最合适的施肥方法是：每亩施湿牛粪1800斤，过磷酸钙45斤、草木灰100斤、石灰70斤，它不在几个试验号之中，根据正交设计理论，产量应比几个试验号中最好的第八号试验(亩产344斤)要高。实际效果如

何，有待验证。

从直观分析图上各点的分布情况来看，磷肥（过磷酸钙）对花生产量影响较大，氮肥（湿牛粪）次之，石灰及钾肥（草木灰）影响较小。

从表一的试验结果来看，施氮量增加时，株高和分株数也有增加的趋势。

三、试验小结：

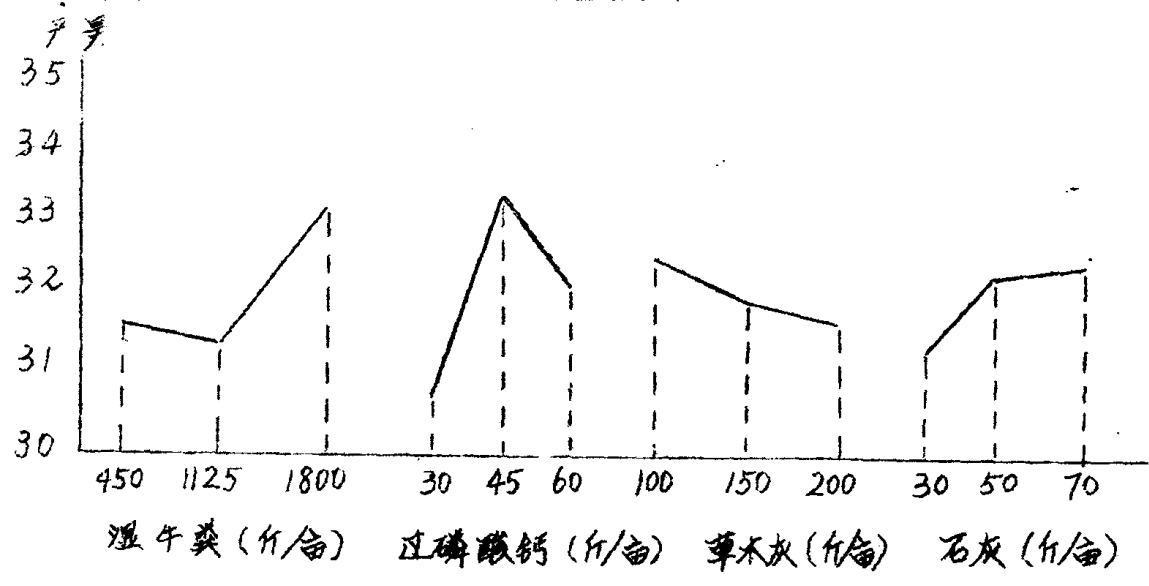
1. 从本试验看出，花生大田生产中应适当增施牛粪等粪肥，磷肥用量要适当，每亩以45斤左右为宜。增加石灰用量，增产效果并不明显，从节约生产开支来看，每亩50斤就可以了。

2. 氮肥（湿牛粪）、钾肥（草木灰）、石灰施用量的最优水平都在试验范围的边上，今后进一步扩大试验范围进行试验。

3. 在本试验中，草木灰用量少的产量较高，这与过去一般认为多施草木灰能提高花生产量的看法有出入，有待进一步研究。

附表 试验结果及汇总表

因素 列号 试验号	湿牛粪	过磷酸	草木灰	石灰	指标				
					株高 (cm)	分枝数 (枝)	产量 (斤)		
							1小区	2小区	平均
1	1	1	1	1	39	5.35	32.2	32.8	32.5
2	1	2	2	2	38.5	4.6	32.5	33.4	33.0
3	1	3	3	3	39.9	5.25	27.4	30.4	28.9
4	2	1	2	3	41.8	5.5	28.2	33.1	30.7
5	2	2	3	1	43.1	5.8	32.2	33.1	32.7
6	2	3	1	2	42.6	5.7	30.5	30.2	30.4
7	3	1	3	2	45	5.4	32.5	34.5	33.5
8	3	2	1	3	43.9	5.1	33.6	35.1	34.4
9	3	3	2	1	38.3	6.7	31.9	32.2	32.1
K ₁	94.4	96.7	97.3	97.3	288.2				
K ₂	93.8	100.1	95.8	96.9					
K ₃	100	91.4	95.1	94.0					
k ₁	31.5	32.2	32.4	32.4					
k ₂	31.3	33.4	31.9	32.3					
k ₃	33.3	30.5	31.7	31.3					



正交试验在稻田套种田菁中的应用

(广东省农科院土肥所)

早稻套种田菁，是广东省广大贫下中农实行以地养地的一项创举，十多年来在粮食生产上起了一定作用。但目前普遍反映，当田菁达到一定产量以后，再要提高就会使早稻减产，尤其是肥田更为显著。为了解决这个问题，我们选用了适时插植田菁、晒田、施钾肥等三个因素用正交设计进行试验，初步找出了既有较高的田菁产量而对早稻产量影响不大的较好生产条件。其做法如下：

固定田菁插植密度和水稻工作行，把田菁插在工作行中，规格 7×0.8 尺（3苗），试验分两组进行。

第一组研究田菁插植时期（以A表示），增施钾肥（以B表示）、晒田（以C表示）等因素对水稻、田菁产量的影响。每个因素各取两个水平，即田菁取插秧后40天插植为第一水平，插秧后60天插植为第二水平，施钾肥取基肥亩施密灰50斤、追肥亩施氯化钾15斤为第一水平，不施钾肥为第二水平，晒田取重晒为第一水平，轻晒为第二水平。用正交表 $L_8(2^3)$ 安排试验，重复两次，共16个小区，每区面积为0.11亩。

第二组是在不插植田菁的情况下，研究施钾肥及早稻晒田对水稻产量的影响。每个因素各取两个水平（两因素所取的水平与第一组相同）。用正交表 $L_4(2^2)$ 安排试验，重复两次，共8个小区，小区面积与一组相同。

两组试验均在同一块田进行，土壤肥力中等。水稻品种选用广农矮，规格为 6×4 寸。

试验证明：适时插植田菁是影响田菁产量的主要因素，而

应以插秧后 40 天插植较好；对水稻来说，影响产量的主要因素应以轻晒较好（见表二）。如果从插期、晒田、施钾肥等三个因素综合考虑，田菁应以插秧后 40 天插植、不施钾肥、轻晒田的处理方案产量最高。（见表一 4 号）；水稻应以插秧后 60 天插植田菁、增施钾肥、轻晒田的处理方案最高（见表一第 6 号）这说明选取田菁高产方案，将会使水稻较大幅度减产。如果将不套种田菁的试验结果（见表三）与套种田菁（见表一）的试验结果进行比较，可以看出，表一第 2 号水稻的平均亩产 666.4 斤，与表三第 2 号水稻亩产 670 斤相比，仅减产 3.6 斤，而田菁又具有较高的产量。因此选取表一第 2 号处理方案，即选择插秧后 40 天插植田菁、施钾肥、轻晒田可得到田菁产量较高而又对水稻产量影响不大的较好生产条件。

表一

因素 序号	因素			田菁产量 (斤/亩)			水稻产量 (斤/亩)		
	A	B	C	I	II	平均	I	II	平均
	水平								
1	1	1	1	1303.6	666.4	1485.0	643.6	648.2	645.9
2	1	1	2	1769.1	1070.1	1419.6	670.9	661.8	666.4
3	1	2	1	1240.9	1572.7	1406.8	626.2	631.8	629.0
4	1	2	2	1656.3	1650.9	1653.6	666.4	639.1	652.8
5	2	1	1	591.8	689.0	640.4	659.1	649.1	654.1
6	2	1	2	850.9	677.3	764.1	674.5	713.6	694.1
7	2	2	1	1298.1	534.5	916.3	689.1	629.1	659.1
8	2	2	2	1339.4	558.2	948.8	680.9	692.7	686.8

表二

	K ₁		K ₂		K ₁ ~ K ₂	
	水稻	田菁	水稻	田菁	水稻	田菁
A	2594.1	5965	2694.1	3269.6	-100.0	2695.4
B	2660.5	4309.1	2627.7	4925.5	32.8	-616.4
C	2588.1	4448.5	2700.1	4786.1	-112.0	-337.6

表三

因素 序号	水 平	施钾肥 B	晒田 C	早 造 产 量 (斤/亩)		
				I	II	平均
1	1	1	676.4	690.9	683.6	
2	1	2	701.8	638.2	670.0	
3	2	1	641.8	710.0	675.9	
4	2	2	653.6	628.2	640.9	

红萍放养方法多因素试验

(保事县农科站)

一. 试验目的

利用稻田冬闲放养红萍, 是解决秋县早稻肥料的主要措施之一。为了大面积推广, 需要摸索红萍生长条件, 提高红萍养

殖系数(即产男和母萍的比), 我们于去冬今春连续做了两批试验。

二. 试验方法及结果。

1. 根据各地实践经验, 第一批试验考虑三个因素: 每亩放母萍量, 喷施过磷酸钙水溶液的浓度, 推萍间隔时间; 每因素各取三个水平:

	母萍量	喷磷浓度	推萍间隔
一水平	250斤	1.5%	3天
二水平	500斤	1.0%	不推萍
三水平	750斤	0.5%	6天

採用 $L_9(3^4)$ 正交表安排试验, 每个试验面积 0.02 亩, 全部不施基肥, 喷磷固定每天一次, 每亩喷 100 斤, 73 年 12 月 28 日放水放养, 74 年 1 月 10 日测产, 得到 13 天的繁殖系数(试验结果见附表一, 附图一)。

2. 在第一批试验的基础上, 第二批试验考虑四个因素, 三水平:

	母萍量	推萍间隔天数	喷磷间隔天数	基肥磷肥量
一水平	250斤	1天	5天	10斤
二水平	150斤	2天	10天	40斤
三水平	50斤	3天	15天	70斤

仍採用 $L_9(3^4)$ 正交表安排试验, 每个试验面积 0.03 亩, 喷磷浓度 1%, 每亩喷溶液 75 斤。另设对照区 0.03 亩, 用母萍量 250 斤, 不推萍, 不喷磷, 不施基肥。74 年 1 月 29 日放水放养, 2 月 13 日测产, 得 15 天繁殖系数(试验结果见附表二, 附图二)

三、试验结果分析

1、母萍量，以每亩50斤最好，为便于管理和节约劳力，也可采用150斤~250斤。

2、第一批试验结果表明，在所取范围内，浓度影响不大，以1%略好；第二批试验说明，在此浓度下，每隔五、六天喷一次能较好地满足红萍生长要求。但间隔和浓度之间可能有密切关系，它们交互作用尚待进一步研究。

3、推萍间隔，三天一次较好，再密效果不显著。

4、施基肥量，每亩在10~70斤范围内，越多越好，但40斤以上差异不太显著。为节约，40斤较好。

综上所述，我们认为，加强管理对提高鲜萍产量是很重要的，较好的管理措施是：先施磷肥作基肥，浓水放养，每亩放母萍量可根据具体情况在50斤至250斤之间选择，每三天推萍一次，并隔五、六天结合防治害虫，用1%浓度的过磷酸钙水溶液喷施一次。

1974年9月