

分率转换( $P=\sin 2\theta$ ),1988年9处试验的处理按9处重复,1989年8处试验处理按8处重复测定结果(见表5),供试三种药剂均有极显著的防效,病株率极显著低于清水对照,但三种药剂之间互相比,防效差异不显著。产量比较,均高于清水对照。

## 结 论

1. 1986~1990年的小区试验及多点示范进一步明确了恶霉灵防治水稻立枯病的效果,其防治侵染性立枯病效果与敌克松相当,

并且具有敌克松所不具备的促进水稻秧苗生长起到防治生理性立枯病的效果。

2. 恶霉灵对水稻生长发育安全,增产效果明显,以日本三共株式会社产的30%恶霉灵(土菌消)液剂好于延边农药厂生产的15%恶霉灵液剂。

3. 从药效、经济等因素考虑,立枯病中度发生年份采用30%恶霉灵液剂1000倍或15%恶霉灵液剂500倍播种前喷1次,每平方米喷药液3公斤,发病重的年份可在秧苗二叶一心再喷1次。本技术适合盘育苗、早育苗床应用,不适合湿润育苗上应用。

# 应用模糊聚类分析确定土壤肥力参评因素的探讨

宿庆瑞 王鹤桥 王 英

(黑龙江省农业科学院土肥所)

**摘要** 本文采用模糊(FUZZY)聚类分析的方法,对实例21组数据的11项土壤肥力因素进行聚类筛选,确定了6项有代表性的土壤肥力参评因素,并以此对土壤肥力进行评价。其结果比原有11项肥力因素的评价结果提高了对作物产量的相关程度。这6项因素是:有机质、速效氮、胡富比、转化酶活性、容重和全钾。

土壤肥力的评价,一直是土壤研究工作中一项重要课题。众所周知,土壤肥力是多因素共同作用的结果,目前一些研究也正是从这一基本点出发来进行的。例如中国科学院应用生态研究所曹承绵等的“关于土壤肥力数值化综合评价的探讨”就是根据土壤各肥力因素间的相关系数来评价土壤肥力的。

然而,多因素并非所有因素,其中有某些因素对土壤肥力的作用是一样的,也就是说这些因素在某种意义上同属一类。一些研究

表明:评价土壤肥力,并非因素越多越好,而是少且精的更好。如И. И. карманов, Т. А. Фриев的“以土壤生态指数为依据的土壤评价”,就仅根据1米土层的平均土壤容重(V)、1米土层的有效土壤容积(n)等五项指标来评价土壤。

因此,有必要从诸多土壤肥力因素当中,选出几个有代表性的起决定性作用的土壤肥力参评因素,以此来评价土壤肥力。

目前,生物数学受到普遍重视,其中模糊

数学较广泛地被应用到与之相关的各个领域,尤其在农业研究工作中。本文采用模糊聚类分析,对实例的 11 项土壤肥力因素进行聚类筛选,最终确定了 6 项土壤肥力参评因素,并以其对土壤肥力进行评价,结果是令人满意的。

## 一、方法步聚及实例

实例数据采用双城市团结、跃进两乡 7 个地块三年(1987~1989 年)定位观测的 21 组数据。土壤肥力因素共 11 项(见表 1)。

表 1-1 土壤各肥力因素初始数据

样点编号	肥力因素	玉米产量 (kg/亩)	有机质 (%)	全氮 (%)	全磷 (%)	全钾 (%)	速效氮 (mg/100g 土)
I	1 1987	632.9	2.69	0.16	0.14	1.89	11.51
	2 1988	638.9	2.72	0.19	0.14	2.56	12.45
	3 1989	639.4	2.67	0.23	0.12	2.39	12.08
II	4 1987	534.0	2.58	0.15	0.11	2.45	11.51
	5 1988	587.3	2.57	0.16	0.11	2.56	12.29
	6 1989	600.0	2.52	0.18	0.12	2.34	12.00
III	7 1987	628.4	2.24	0.13	0.09	1.94	11.99
	8 1988	620.4	2.25	0.15	0.09	2.56	10.97
	9 1989	666.5	2.84	0.18	0.15	2.45	17.08
IV	10 1987	533.6	2.07	0.12	0.10	2.39	10.55
	11 1988	569.8	2.05	0.12	0.08	2.45	10.24
	12 1989	580.4	2.25	0.16	0.09	2.34	11.25
V	13 1987	617.0	2.17	0.12	0.08	2.39	10.55
	14 1988	629.4	2.38	0.14	0.09	2.67	10.89
	15 1989	634.5	2.46	0.15	0.09	2.56	11.50
VI	16 1987	590.7	2.99	0.12	0.16	2.56	15.34
	17 1988	562.7	3.57	0.17	0.16	2.67	15.36
	18 1989	921.6	3.63	0.21	0.16	2.56	16.24
VII	19 1987	793.3	2.89	0.12	0.15	2.56	14.39
	20 1988	554.7	2.98	0.16	0.14	2.47	14.91
	21 1989	666.7	3.37	0.19	0.16	2.50	15.41

## (一)模糊聚类分析

由于采用相关系数求相似矩阵,故不进行原始数据的标准化。

1. 求相似系数矩阵 R(见表 2)
2. 求 R 的模糊等价矩阵 RM(见表 3)
3. 聚类(见图)

## (二)分类

鉴于土壤化学指标、物理指标及生物活性指标对土壤肥力作用的不同,类的划分要使上述各类指标分处于不同类别之中,同时类别最少。取  $\lambda = 0.56$ ,分为 5 类。

表 1-2

土壤各肥力因素初始数据

样点 编号	肥力因素 年 度		速效磷 (mg/100g 土)	速效钾 mg/100g 土	胡敏酸 C /富里酸 C	转化酶 活 性 (mg/g 土)	田 间 持水量 (%)	容 重 (g/cm <sup>3</sup> )
	1	2	3	4	5	6	7	8
I	1	1987	1.65	18.8	1.26	23.95	37.15	1.21
	2	1988	4.25	27.3	1.81	27.06	42.10	1.18
	3	1989	3.40	21.2	1.78	34.56	32.20	1.27
II	4	1987	1.65	17.8	1.17	19.87	34.51	1.30
	5	1988	2.34	22.8	1.47	20.08	42.50	1.19
	6	1989	3.40	19.5	1.48	32.51	42.44	1.18
III	7	1987	3.30	16.5	1.31	27.93	38.55	1.15
	8	1988	4.73	18.4	1.33	28.86	42.50	1.09
	9	1989	2.50	28.0	1.79	47.52	44.70	1.07
IV	10	1987	6.15	15.5	1.27	23.78	37.10	1.17
	11	1988	1.90	14.8	1.14	23.64	33.70	1.31
	12	1989	2.85	18.4	1.23	31.08	31.50	1.30
V	13	1987	1.75	18.0	1.13	30.37	34.81	1.24
	14	1988	2.40	18.4	1.26	22.06	34.88	1.22
	15	1989	3.20	19.0	1.35	33.48	34.86	1.21
VI	16	1987	12.20	23.6	1.14	26.76	32.70	1.27
	17	1988	14.20	23.0	0.40	35.49	34.10	1.24
	18	1989	16.90	23.4	1.10	70.50	37.70	1.20
VII	19	1987	11.05	23.9	1.13	21.14	30.60	1.34
	20	1988	10.40	20.9	1.00	26.64	30.60	1.33
	21	1989	13.60	20.0	0.95	29.60	28.40	1.36

表 2

11 个土壤肥力因素相似系数矩阵 R

R =	1	0.51	0.90	0.33	0.87	0.83	0.63	-0.40	0.52	-0.21	0.23
	0.51	1	0.41	0.02	0.37	0.18	0.43	0.32	0.57	0.17	-0.13
	0.90	0.41	1	0.19	0.88	0.74	0.73	-0.20	0.37	-0.11	0.17
	0.33	-0.02	0.19	1	0.29	0.40	0.39	-0.18	0.12	-0.10	0.14
	0.87	0.37	0.88	0.29	1	0.74	0.74	-0.21	0.55	-0.08	0.07
	0.83	0.18	0.74	0.40	0.74	1	0.36	-0.59	0.44	-0.39	0.32
	0.63	0.43	0.73	0.39	0.74	0.36	1	0.26	0.38	0.27	-0.17
	-0.40	0.32	-0.20	-0.18	-0.21	-0.59	0.26	1	0.02	0.56	-0.48
	0.52	0.57	0.37	0.12	0.55	0.44	0.38	0.02	1	0.20	-0.29
	-0.21	0.17	-0.11	-0.10	-0.08	-0.39	0.27	0.56	0.20	1	-0.90
	0.23	-0.13	0.17	0.14	0.07	0.32	-0.17	-0.48	-0.29	-0.90	1

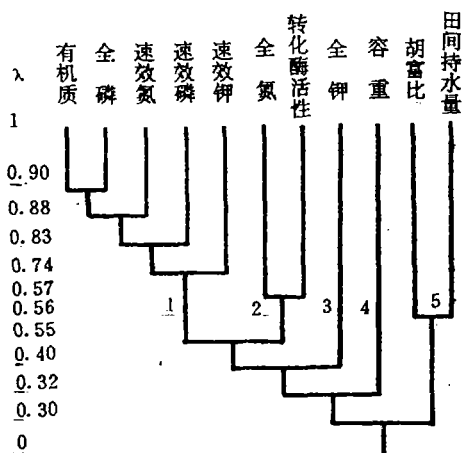
表 3 11 个土壤肥力因素模糊等价矩阵 RM

RM =	1	0.55	0.90	0.40	0.88	0.83	0.74	0.30	0.55	0.30	0.32
	0.55	1	0.55	0.40	0.55	0.55	0.55	0.30	0.57	0.30	0.32
	0.90	0.55	1	0.40	0.88	0.83	0.74	0.30	0.55	0.30	0.32
	0.40	0.40	0.40	1	0.40	0.40	0.40	0.30	0.40	0.30	0.32
	0.88	0.55	0.88	0.40	1	0.83	0.74	0.30	0.55	0.30	0.32
	0.83	0.55	0.83	0.40	0.83	1	0.74	0.30	0.55	0.30	0.32
	0.74	0.55	0.74	0.40	0.74	0.74	1	0.30	0.55	0.30	0.32
	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	1	0.30	0.56	0.30
	0.55	0.57	0.55	0.40	0.55	0.55	0.55	0.30	1	0.30	0.32
	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.56	0.30	1	0.30
	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.30	0.32	0.30	1

表 4 不同数量土壤肥力因素对土壤肥力的评价

编号	玉米产量 Y (kg/亩)	11个因素 得 分 (N <sub>11</sub> )	6个因素 得 分 (N <sub>6</sub> )	相关系数 r <sub>1</sub> (N <sub>11</sub> -Y)	相关系数 r <sub>2</sub> (N <sub>6</sub> -Y)	相关系数 r <sub>3</sub> (N <sub>6</sub> -N <sub>11</sub> )
1	632.9	65.03	66.70	0.65 **	0.68 **	0.90 **
2	638.9	77.61	75.88			
3	639.4	73.21	79.13			
4	534.0	63.73	67.94			
5	587.3	70.13	69.79			
6	600.0	71.66	72.90			
7	628.4	64.24	67.20			
8	620.4	67.87	67.65			
9	666.5	82.31	83.88			
10	533.6	64.53	65.83			
11	569.8	61.06	67.32			
12	580.4	65.20	71.35			
13	617.0	63.00	68.25			
14	629.4	63.98	67.84			
15	634.5	67.51	72.73			
16	590.7	74.96	73.39			
17	562.7	73.83	69.16			
18	921.6	88.30	88.07			
19	793.3	72.69	71.95			
20	554.7	71.58	72.51			
21	666.7	74.25	74.71			

$r_{0.05}=0.43, r_{0.01}=0.55$



11个土壤肥力因素模糊聚类图

### (三)确定土壤肥力参评因素

第一类由于有5个因素,因此求出每个因素与其它各因素相关系数的平均值:

有机质 0.808, 全磷 0.805, 速效氮 0.808, 速效磷 0.668, 速效钾 0.615。

确定有机质、速效氮为该类的代表因素。

在第二类中,全氮为土壤化学指标,且与有机质有显著的相关性,应剔除。而转化酶活性属生物活性指标,应属该类的代表因素。

在第三、四类中只有一个因素,当属代表因素。

在第五类中,田间持水量属物理指标,且与容重显著相关,应去掉。而胡富比是有机质品质指标,当属该类代表因素。

经过上述筛选,确定了6个土壤肥力参评因素,即:有机质、速效氮、转化酶活性、全钾、容重及胡富比。

### (四)以确定的土壤肥力参评因素对各土

## 壤肥力进行评价

采用曹承绵等的“关于土壤肥力数值化综合评价的探讨”所阐述的方法对土壤肥力打分(方法从略)。并测定两种评价之间及每种评价与产量的相关程度(见表4)。

## 二、讨 论

表4可以看出:以模糊聚类分析确定的6个土壤肥力参评因素对土壤肥力的评价结果与原有11个因素对土壤肥力的评价结果略有不同,但差异不大。两个评价结果的相关的程度( $r_3=0.90$ )达到了极显著水平。

以6个因素的评价结果和11个因素的评价结果分别对作物(玉米)产量作相关分析,其结果( $r_2=0.68, r_1=0.65$ )均达到极显著水平,而且6个因素的评价结果比11个因素的评价结果提高了对作物产量的相关程度。

上述结果表明:以模糊聚类分析确定的6个土壤肥力参数,基本是土壤肥力的代表因素。这一方法,在土壤肥力评价当中,值得深入探讨和研究。

## 参 考 文 献

- [1] 杨汝康、徐中儒:生物数学讲义,1983
- [2] 曹承绵等:关于土壤肥力数值化综合评价的探讨,土壤通报,1983,4
- [3] И. Икарманов, Т. А. Хричев(赵羿摘译):以土壤生态指数为依据的土壤评价,土壤学进展,1985,2,
- [4] 杨艳生:模糊数学与土壤研究,土壤,1985,17,2