

绿洲棉田土壤质量评价指标研究

王开勇¹, 钱文东², 茹思博, 杨乐, 庞玮

(1. 石河子大学农学院, 新疆石河子 832003; 2. 石河子121 团生产科, 新疆石河子 832060)

摘要 [目的] 确定绿洲棉田土壤管理、评价和施肥的合理措施。[方法] 设计绿洲棉田土壤质量评价指标以土壤肥力功能为主, 结合土壤生物指标进行分组评价, 通过系统聚类分析法, 对9 个典型的棉田样本进行土壤质量评价指标的筛选和评价。[结果] 评价组基本符合兵团生产分类目的。在不同类别样本中土壤条件差异性评价的衡量指标也不同, 选定指标中第3 类指标碱解氮、速效钾、细菌数量相对变化差异大。[结论] 绿洲棉田土壤质量评价可采用指标土壤全氮、全磷、全钾和土壤有机质作为高、中、低产棉田划分的主要依据, 并且呈现出低产棉田中土壤全量养分含量、中产棉田中速效养分和盐分含量、高产棉田中微生物数量差异变化相对较大的规律。

关键词 绿洲棉田; 土壤质量; 评价指标; 系统聚类分析

中图分类号 S151.9 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2008)30-13268-03

Research of Evaluating Soil Quality Indicator in Oasis Cotton Field

WANG Kai-yong et al (Agriculture College, Shihezi University, Shihezi, Xinjiang 832003)

Abstract [Objective] The reasonable measures for the oasis cottonfield soil was identified to manage, appraise and apply fertilizer. [Method] Evaluated indicators for the oasis cottonfield soil quality were designed mainly by soil fertility function. Combining the soil organisms indicators, the grouping evaluation was carried on. With systemcluster analytic method, 9 typical cotton field samples were chosen to select and evaluate the soil quality indicator. [Result] The evaluated group conformed to the classified goal of the production basically. Appraisal target was also different in the different category sample. Choosing the third-sort indicator, the difference of quantity of alkaline hydrolysis nitrogen, the fast-acting potassium, and the bacterium was bigger. [Conclusion] The indicators of soil entire nitrogen, entire phosphorus, entire potassium and soil organic substance could be used to divide the high, the middle and the low productivity cotton field. And the large variance showed in the soil total nutrient content of the low productivity cotton field, the available nutrient and the salinity content of the middle productivity cotton field, the microorganism quantity of the high production cotton field.

Key words Oasis cotton field; Soil quality; Evaluating indicator; Systemcluster analysis

土壤质量指标是从土壤生产潜力和环境管理的角度, 监测和评价土壤健康状况的性状、功能或条件的因子^[1], 应从影响土壤利用的自然因素和社会、经济因素进行综合选择。一般, 一个地区的政治和社会经济环境因素等基本相同^[2]。土壤是区域的气候、地形、水文等因子综合作用的结果。新疆绿洲区独特的光、热、气等条件为棉花产业化发展奠定了良好的基础。但是, 由于土壤贫瘠、连年种植棉花, 导致棉田土壤质量下降, 阻碍区域农业的可持续发展。为确定棉田土壤管理、评价和施肥的合理措施, 以历年棉田产量为依据, 结合土壤理化性质和生物性质, 对土壤质量指标进行筛选、分析和评价, 达到棉田土壤可持续利用的目的。

评价指标的选择主要由评价目的决定。在一个县(镇)范围内进行土壤质量评价时, 气候、降雨量、无霜期等基本一致, 因此无须参与评价; 在不同地区, 土壤类型不同, 影响土壤质量的因素也不同。指标选取应遵循以下原则: 综合性与主导性原则相结合, 即注重对区域生态系统的整体影响, 抓住主要环境问题, 分析综合效应; 稳定性原则, 即选取对棉田土壤生产力起作用的稳定因素; 考虑评价区资料的科学性、完整性以及区域技术条件。

1 材料与方

1.1 试验区概况 试验区设在新疆维吾尔自治区石河子市121 团(炮台镇)。通过实地考察, 结合历年棉田产量相关数据, 选取典型高(1~3)、中(4~6)、低(7~9)产棉田各3 块为研究对象。2006 年4 月1~12 日采用膜上点播, 生育期内滴水8 次, 滴肥5 次, 总灌水280 m³, 施棉花专用肥375 kg/hm²、

尿素495 kg/hm²、磷酸二氢钾120 kg/hm²。试验棉田基本情况见表1。

表1 供试棉田基本情况

Table 1 The basic situation of cotton field

编号	面积 hm ²	品种	播期
No.	Area	Cultivar	Sowing date
1	4.33	81-3	04-01
2	5.00	标杂 Baza	04-12
3	3.13	标杂 Baza	04-12
4	5.80	81-3	04-05
5	6.00	297-5	04-07
6	6.00	297-5	04-07
7	3.07	早24	04-06
8	3.47	早24	04-07
9	3.13	早24	04-07

表2 土壤质量指标评价设计组合

Table 2 The design combination of soil quality index

设计组合	指标类型
Design combination	Index type
	土壤有机质和土壤全量养分指标
	土壤有机质和土壤速效养分指标
	土壤有机质和土壤盐分含量指标
	土壤有机质和土壤生物指标
	设计选定的所有指标

1.2 供试土壤 供试土壤样品采自新疆维吾尔自治区石河子市121 团棉田, 母质为第4 纪沉积物, 土壤类型为盐化灰漠土, 表层土壤质地为重壤土。在棉花播种后观察, 2006 年4 月28 日出子叶, 记录试验棉花产量构成, 10 月初采集土壤样品。采用梅花法采样, 混匀, 深度0~20 cm, 土壤经自然风干, 过1.0、0.25 和0.149 mm 筛, 备用。

1.3 试验设计 根据121 团棉田的自然状况, 选用与土壤生

基金项目 国家“十一五”支撑计划项目(2007BAC17B04); 国家重点基础研究发展计划项目(2006CB708401); 石河子大学自然科学基金项目(ZRKX2006-Q22)。

作者简介 王开勇(1978-), 男, 山东单县人, 硕士, 讲师, 从事生态环境质量评价方面的研究。

收稿日期 2008-07-21

产力有关的土壤有机质、盐分、碱解氮、全氮、速效钾、全钾、速效磷、全磷、土壤pH值、细菌、真菌、放线菌、产量等项目作

为评价指标。土壤质量指标的设计组合见表2。供试棉田土壤性质和产量见表3。

表3 供试棉田土壤性质和产量

Table 3 The characteristics and output of cottonfield

编号 No.	全N g/kg	碱解氮 mg/kg	全K g/kg	速效钾 mg/kg	全磷 g/kg	速效磷 mg/kg	pH值 pHvalue	有机质 g/kg	细菌 ×10 ⁶ 个	真菌 ×10 ² 个	放线菌 ×10 ³ 个	盐分 %	单产 kg/hm ²
	Total N	Alkali re hydrolytic N	Total K	Rapidly available K	Total P	Rapidly available P		Organic matter	Bacteria	Fungi	Actinomycete	Salinity	Unit yield
1	0.72	60.20	22.60	303.73	2.00	5.77	7.71	13.25	0.70	1.50	2.20	0.46	6 675
2	0.73	160.80	23.70	308.75	2.16	3.32	7.73	16.41	4.00	0.20	3.40	1.03	6 495
3	0.84	130.00	23.00	370.00	2.85	2.80	7.73	14.94	3.00	1.10	3.20	0.15	6 630
4	0.64	160.00	22.60	412.16	3.05	4.00	7.56	14.40	21.60	1.70	51.00	0.72	5 490
5	0.69	135.70	22.60	390.77	3.81	4.19	7.58	14.04	1 264.00	5.00	10.20	0.67	4 875
6	0.76	91.20	22.50	370.73	2.78	4.41	7.53	12.76	450.00	0.30	5.00	0.15	4 875
7	0.64	167.70	24.60	380.08	2.02	4.86	7.84	14.86	0.51	1.70	1.30	0.62	3 870
8	0.61	125.90	24.70	364.70	2.05	3.09	7.27	12.94	162.00	7.00	14.70	1.49	4 545
9	0.60	197.90	22.60	343.13	1.51	4.20	7.80	14.94	500.00	8.00	6.90	1.05	4 545

1.4 土壤质量评价指标分析方法 以2006年供试棉田土壤理化、生物性质指标进行系统聚类分析,结合棉田产量研究棉田土壤质量评价指标体系。由于指标的量纲不同,首先按式(1)进行数据标准化变换,再按式(2)计算卡方距离相似尺度,以离差平方、聚类方法进行聚类分析。

$$x_{ij} = (x_{ij} - \bar{x}_j) / S_j \quad (1)$$

式中, $\bar{x}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ij}$, $S_j = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2}$, 土壤指标样本为 n , x_{ij} 表示第 i 行 j 列指标值。

$$d_{ij} = \sum_{k=1}^m \left\{ \frac{(x_{ik} - x_{jk})^2}{e_{ijk}} + \frac{(x_{jk} - x_{ik})^2}{e_{jik}} \right\} \quad (2)$$

式中, $e_{ijk} = (x_{ik} - x_{jk}) T_i / T_j$, $T_i = \sum_{k=1}^m x_{ik}$, $T_j = T_i + T_j$ ($k = 1, 2, \dots, m; i, j = 1, 2, \dots, n$)。

2 结果与分析

2.1 土壤质量指标评价设计组合聚类分析及分类 在不考虑品种影响的条件下,采用“1.4”所述土壤质量评价指标分析方法,进行5组设计指标的系统聚类分析,结果见图1~5。同时,将9个试验棉田样本所选的土壤质量指标进行系统聚类分析,结果见图6。根据图1~5聚类分析结果,将9个试验棉田样本分为3类,指标也分为3类,分类结果见表4。

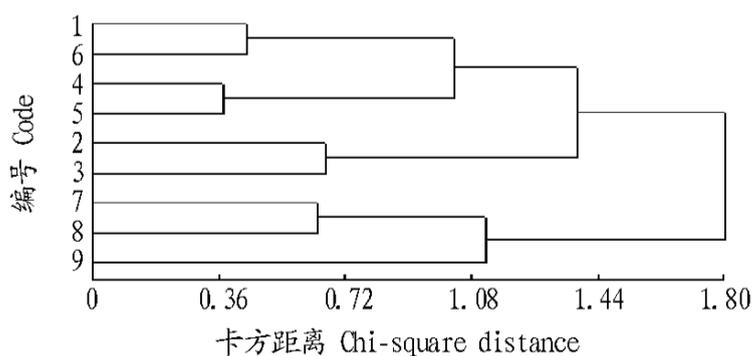


图1 评价组系统聚类结果

Fig.1 Systemduster result of evaluated group

2.2 棉田土壤质量分类分析与评价 近年,土壤质量评价研究从土壤质量的定义出发,按照功能选择指标,以期对土壤环境做出客观、标准的评价,但是往往由于土壤质量指标的未标准化、复杂性和区域差异性,实践中土壤质量评价结果难以推广^[3-5]。因此,设计棉田土壤质量评价指标时以土壤肥力功能为主,结合土壤生物指标进行分析和评价^[6-7]。在历年产量的基础上,试验未考虑棉花品种对产量的影响。

试验种植的4个棉花品种,品种标杂为2006年新引品种,其他品种历年种植产量相当。在无霜期足够长的条件下,品种标杂产量占有一定优势。

表4 棉田土壤质量评价系统聚类分组

Table 4 Systemduster grouping of soil evaluation in cottonfield

类别 Class	系统聚类分组 Systemduster grouping		
	1	2	3
评价组 Evaluated group	1,6,4,5	2,3	7,8,9
评价组 Evaluated group	1,6,8	2,9,3	4,5,7
评价组 Evaluated group	1,6,8	2,9,3	4,5,7
评价组 Evaluated group	1,6,8,4	5,9	2,3,7
评价组 Evaluated group	1,6,2,7,3	4,5	8,9
评价指标 Evaluation index	全氮、盐分、全磷、速效磷、真菌 Total N, salinity, total P, rapidly available P	全钾、pH值、有机质、放线菌 Total K, pH value, organic matter, actinomycete	碱解氮、速效钾、细菌 Alkali hydrolytic N, rapidly available K, bacteria

若从兵团生产实践角度出发,按照高、中、低产3类棉田划分,评价组基本符合评价分类目的,并且低产棉田土壤全量养分含量相对变化差异大。评价组和评价组分类结果相同,说明速效养分和盐分指标在土壤质量评价分类过程中有相似性,可能是由于棉田土壤的速效养分主要影响指标和盐分指标变化相似。从表4或图6可以看出,速效磷与盐分指标距离系数接近,规律相似,并且中产棉田的速效养分和盐分含量相对变化差异大。评价组采用微生物指标进行土壤质量评价分类分析。高产棉田的微生物相对活跃,数量变化差异相对较大。评价组综合分类较客观,由于样本所在区域土壤质地差异很小,土壤物理性指标相对稳定,所以主要考察土壤化学和生物指标对土壤环境质量作用的结果,可以发现低产棉田指标数量变化差异相对较大。此外,评价组表明品种对棉田产量的影响不大,所种植的品种聚类于

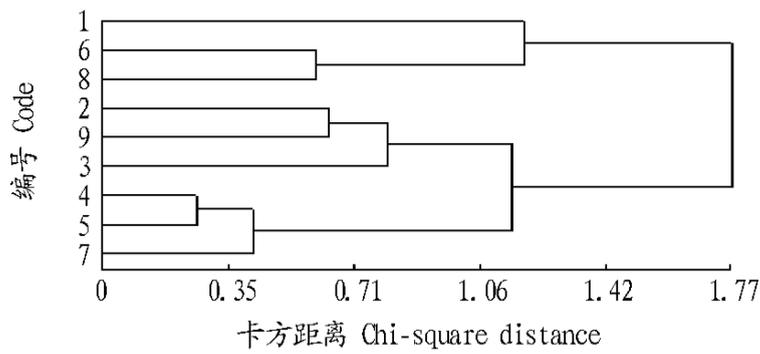


图2 评价组 系统聚类结果

Fig.2 Systemduster result of evaluated group

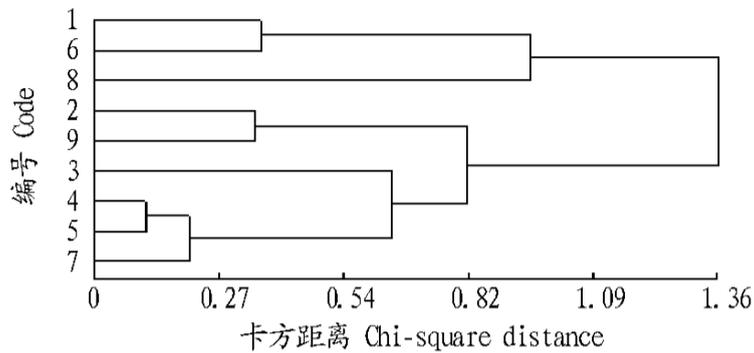


图3 评价组 系统聚类结果

Fig.3 Systemduster result of evaluated group

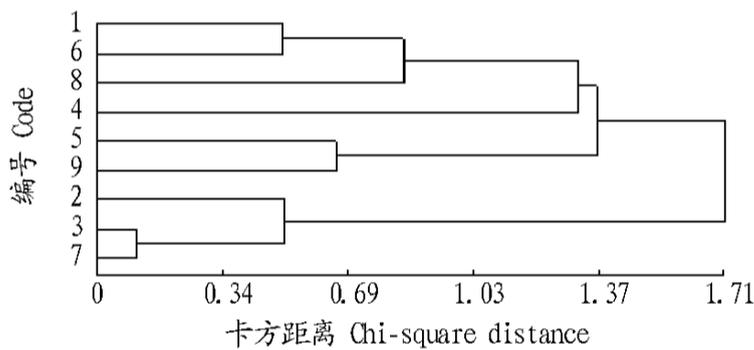


图4 评价组 系统聚类结果

Fig.4 Systemduster result of evaluated group

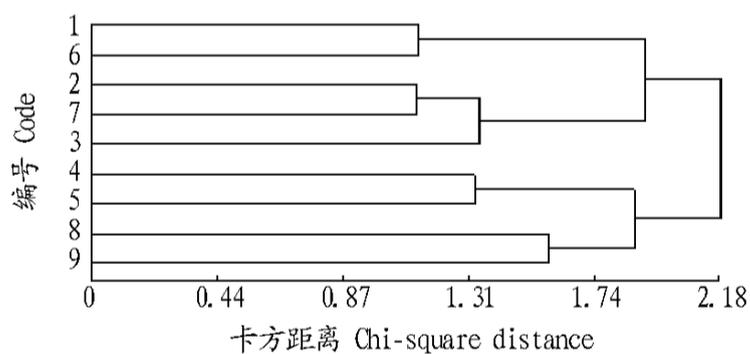


图5 评价组 系统聚类结果

Fig.5 Systemduster result of evaluated group

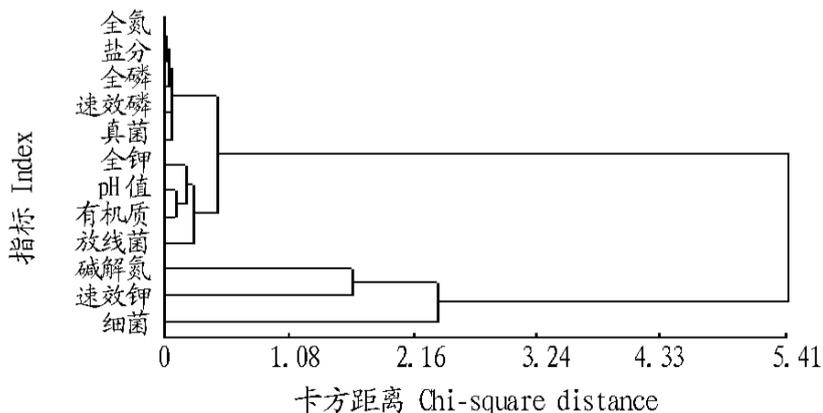


图6 棉田土壤质量评价指标系统聚类结果

Fig.6 Systemduster result of the evaluation index of soil quality in cottonfield

相似程度最接近的第一类。

通过各评价组的分类分析和评价,在高、中、低产样本中,在不同类别样本中棉田土壤条件差异性评价的衡量指标不同,造成棉田土壤质量评价的复杂性,但仍呈现出一定的规律性,即低产棉田中土壤全量养分含量、中产棉田中速效养分和盐分含量、高产棉田中微生物数量差异变化相对较大。表4和图6对棉田土壤质量评价指标的系统聚类分析进一步表明,第1类指标全氮、盐分、全磷、速效磷、真菌和第2类指标全钾、pH值、有机质、放线菌相对稳定,第3类指标碱解氮、速效钾、细菌相对变化差异大。从棉田土壤生产角度看,第3类指标受人为管理措施的影响很大,所以数量差异大。可见,棉田生产管理措施是影响棉花产量的主要因素。

3 结论

绿洲棉田土壤质量评价可采用土壤全氮、全磷、全钾和土壤有机质等指标作为高、中、低产棉田划分的主要依据。试验条件下,品种对产量的影响不大。在不同类别样本中绿洲棉田土壤条件差异性评价的衡量指标不同,呈现出低产棉田中土壤全量养分含量、中产棉田中速效养分和盐分含量、高产棉田中微生物数量差异变化相对较大的规律。绿洲棉田土壤质量评价指标中,第3类指标碱解氮、速效钾、细菌相对变化差异大,受人为管理措施的影响很大,是提高棉花产量的主要因素。针对绿洲棉田历年产量的不同,可以采取相应的人为土壤施肥管理措施,提高土壤生产力,达到土壤可持续利用的目的。

伴随着绿洲棉花产业化的快速发展,土壤质量的好坏和如何实现棉田土壤的可持续利用是垦区农业发展的关键。虽然只对典型高、中、低产棉田的土壤质量指标特征进行系统聚类分析,筛选棉田土壤质量评价指标,但分类结果为棉田土壤的管理和可持续利用提供了实践性的建议。应提高低产棉田土壤全量养分含量;应增加中产棉田土壤速效养分含量;在高产棉田应增施生物活性肥,提高微生物数量。新疆是棉花的主产区。针对产量4 050 kg/hm²以内的棉田,以施有机肥为主,改善土壤自然属性,提高土壤根本生产力;产量4 050~5 550 kg/hm²的棉田,以施速效肥为主,注意保持土壤自然属性,提高土壤潜在生产力;产量5 550 kg/hm²以上的棉田,以生物活性肥为主,激发土壤生物活性,提高土壤生产力,达到土壤可持续利用。

参考文献

- [1] ZHENG P Z, IIU Z X. Soil quality and its evaluation[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2003, 14(1): 131 - 134.
- [2] DUMANSKI J, HERI C. Land quality indicators: research plan[J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2000, 81: 93 - 102.
- [3] ANDREWS S S, MITCHELL J P, MANINELLI R, et al. On farm assessment of soil quality in California's central valley[J]. Agron J, 2001, 94: 12 - 23.
- [4] 张心昱, 陈利顶. 土壤质量评价指标体系与评价方法研究进展与展望[J]. 水土保持学报, 2006, 13(3): 30 - 34.
- [5] 刘占锋, 傅伯杰, 刘国华, 等. 土壤质量与土壤质量指标及其评价[J]. 生态学报, 2006, 26(3): 901 - 913.
- [6] 章海波, 骆永明, 李志博, 等. 土壤环境质量指导值与标准研究Ⅲ 污染土壤的生态风险评估[J]. 土壤学报, 2007, 44(2): 338 - 349.
- [7] REGINALD EBHN MASTO, CHONKAR P K, DHYAN SINGH, et al. Soil quality response to longer nutrient and crop management on a semi-arid Inceptisol[J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2007, 118: 130 - 142.