

## 土壤质量诊断与评价理化指征及其应用\*

胡春胜

(中国科学院石家庄农业现代化研究所 石家庄 050021)

**摘要** 介绍了澳大利亚科工组织建立的流域健康诊断指征体系的指征选择原则、13项诊断指征、指征评价方法与评价过程。并以此方法筛选和评价出太行山前平原农田土壤质量诊断的理化指征,提出了以经验性指征、形态学与物理学指征和化学指征综合评价该区土壤质量的指征体系。

**关键词** 土壤质量 诊断指征 环境评价

**Physical and chemical indicators of soil health diagnostics and its application.** Hu Chunsheng (Shijiazhuang Institute of Agricultural Modernization, CAS, Shijiazhuang 050021), *EAR*, 1999, 7(3):16~18

**Abstract** A set of physical and chemical indicators of soil health diagnostics and their assessment procedure and method established by Commonwealth Science and Industry Research Organization(CSIRO) has been introduced. Based on the method, physical and chemical characteristics of soil quality(health) diagnostics in Taihang Mountain piedmont have been analyzed. And quota systems of experience, morphology, physics and chemistry target to evaluate soil quality in the region are put forward.

**Key words** Soil quality, Diagnostic indicator, Environment assessment

土壤质量在维护可持续土壤生产力和土壤-植物-动物-人类食物链安全健康中具有重要作用。近年土壤质量演变研究受到国际广泛关注。1991年和1992年在美国连续召开2届关于土壤质量问题的学术讨论会,1994年出版了《土壤质量与持续环境》(Defining soil quality for a sustainable environment)一书。1994年澳大利亚科工组织(CSIRO)开展评价流域环境质量的指征体系研究,提出流域健康诊断指征体系(Diagnostic indicators of catchment health)。指征(Indicator)意为指示与征兆。土壤质量定义为土壤在生态系统范围内维持生物生产力、保护环境质量及促进动植物健康的能力。土壤质量诊断与评价指征分为物理学指征、化学指征和生物学指征。诊断指征是指通过田间观察与试验、遥感或整理已有数据进行监测环境可度量的属性。本文主要结合澳大利亚科工组织建立的流域健康诊断指征,重点讨论土壤质量诊断与评价理化指征,并利用中国科学院栾城农业生态系统试验站网络监测资料探讨典型案例的应用。

\* ACIAR 资助中澳合作研究项目(LWR1/95/07),“九五”中国科学院重大项目和特别支持项目(KZ95T-04-01)、(KZ951-A1-301)和中国科学院重点项目(KZ952-S2-232)部分研究内容

收稿日期:1999-04-13

## 1 土壤质量诊断与评价理化指征体系的建立与评价

### 1.1 指征选择原则与诊断指征

指征选择要针对区域问题和特点考虑其科学性与实用性,其选择原则概括为:简易性,容易测量;经济性,要求费用低;标准性,具有测定与评价标准及阈值;敏感性,即对环境管理与干扰敏感;重要性,即研究具有重要价值;重复性,即具有稳定的测定周期,偏差率低;可成图性,即具有空间特性;诊断性,属诊断指征;相关性,即与其他背景信息有关联。

土壤质量诊断指征可分描述性指征与分析性指征。经验性指征与土壤形态指征属描述性指征,其他理化指征为分析性指征。影响土壤质量的理化因素很多,包括控制土壤性状的各种物理、化学因子的状态及其时空与强度变化,故两类指征都包含状态指征与趋势指征。澳大利亚科工组织根据10项遴选原则对土壤理化性状进行筛选,提出13个最基本的表征土壤质量的理化诊断指征(见表1)。

表1 土壤质量诊断理化指征级别评定\*

Tab. 1 Threshold guidelines for soil physical and chemical indicators

指征 Indicator	好 Good	一般 Fair	差 Poor	指征 Indicator	好 Good	一般 Fair	差 Poor
土壤结持性 Soil consistence	0~0.25m 软 0.25~0.5m 硬或软	0~0.25m 松软/硬 0.25~0.5m 密实/坚硬	0~0.25m 松软/坚硬 0.25~0.5m 很坚硬	土壤全N/% Total N	S > 0.1 L > 0.2 C > 0.25	S 0.06~0.1 L 0.15~0.2 C 0.18~0.25	S < 0.06 L < 0.15 C < 0.18
土壤质地 Soil texture	0~0.25m L/scl 0.25~0.5m scl/LC	0~0.25m scl/LC 0.25~0.5m S/mC, hC	0~5m S/hC	土壤速效磷/mg·kg <sup>-1</sup> NaHCO <sub>3</sub> P	S > 25 L/C > 40	S 20.0~25.0 L/C 30.0~40.0	S < 20.0 L/C < 30.0
土壤颜色 Soil color	均一/光泽/红或黄	污斑/杂色/红或黄	均一/污斑/灰或兰	交换性钾/mg·kg <sup>-1</sup> Exchangeable K	S > 150 C > 300	S 100~150 C 150~300	S < 100 C < 150
有效根深度 Effect roots depth	>1.0m	0.5~1.0m	<0.5m	土壤电导率/dS·m <sup>-1</sup> Soil electrical conductivity	无盐碱 S < 0.15 scL < 0.25 hC < 0.40	轻度盐碱 S 0.15~0.60 scL 0.25~0.90 hC 0.40~1.60	重度盐碱 S > 0.60 scL > 0.90 hC > 1.60
水分入渗率/mm·h <sup>-1</sup> Water intake rate	>70.0	30~10	0~10	土壤微量元素/mg·kg <sup>-1</sup> Trace element	Cu > 0.5 Fe > 10.0 Zn > 1.5 Mn > 5.0	Cu 0.3~0.5 Fe 5.0~10.0 Zn 1.0~1.5 Mn 1.5~5.0	Cu < 0.3 Fe < 5.0 Zn < 1.0 Mn < 1.5
土壤分散性 Slaking and dispersion	2h后不分散	缓慢分散	完全分散				
土壤坚实度/MPa Soil strength	<1** <3***	-	>1** >3***				
土壤pH Soil pH	6~7	5.5~8	<5.5或>8.5				

\* L、C、S、scl、LC、mC、hC 分别表示壤土、粘土、砂土、砂粘壤土、轻粘土、中粘土、重粘土; \*\* 土壤含水量为田间持水量时; \*\*\* 土壤含水量为凋萎点时。

### 1.2 指征评价方法与评价过程

目前国际上尚未建立统一的土壤质量诊断标准及评价体系。美国国家土壤保持局提出多变量指征克立格法(MVIK)、土壤质量动力学方法和土壤质量综合评分法。澳大利亚联邦科学与工业研究组织则提出较为定性的综合评价方法,这一方法首先要确定诊断指征的参考状态,主要有流域或农场农作前或无干扰前的历史水平;理想水平;流域各属性值的临界水平,即影响生物生长及生存的指征临界值,其参考值基于精细试验结果,因其难以获取故一般不用。澳大利亚科工组织建议用理想水平与现实情况结合进行比较与评价土壤质量,根据表1的诊断指征采集数据,建立报告单并与该指征诊断值比较,判定该指征所测土壤性状的优劣,综合多方面指征结果对土壤质量进行整体定性判断。

## 2 太行山前平原农田土壤质量理化性状评价

采用澳大利亚科工组织的流域健康诊断指征与评价过程,对太行山前平原农田土壤质量的理化性状进行分析。鉴于该区土壤无盐碱等障碍因素及具体环境条件,对诊断指征

的选择与临界阈值作了适当调整。

经验性指征评价。农民在长期生产实践中积累了通俗易懂反映土壤主要性状特征的土壤肥力及质量指征。如太行山前平原农民用“黄”、“黑”、“灰”、“砂”、“夹”和“姜”6 字来形象描述地力肥瘦、适耕性、保水性、保肥性等土壤整体性状与质量。“黄”即黄色土,排水性好,适耕性、适种性较宽;“黑”即颜色发黑,有机质含量较高;“灰”即颜色偏暗,有机质含量较高;“砂”即质地偏砂,养分含量较低,通透性较好,保水保肥性较差;“夹”即土质偏粘,不易耕作,适耕适种性较窄;“姜”即土体内有砂姜层或石灰沉积层。以这些诊断指征为基础命名的土种如“黑夹土”、“砂黄土”、“底姜砂黄土”及“漏砂土”等可直观形象地了解土壤性状。

形态学与物理学指征评价。由表 2 可知,河北省栾城县灰黄土土壤形态学与物理学指征。该县土壤质地为砂壤,耕层疏松,透气性、贮水性良好,但容重偏高,有犁底层存在。

表 2 栾城县灰黄土土壤形态学与物理学指征

Tab. 2 Main morphological and physical indicators of soil health in Luancheng county

上层厚度/cm Layer thickness	土壤结持性 Consistence	颜色 Color	质地 Texture	根密度/cm <sup>3</sup> Roots density	田间持水量/cm <sup>3</sup> Field moisture capacity	凋萎系数/cm <sup>3</sup> Wilting point	植物可利用水/cm <sup>3</sup> Plant avail. water	容重/g·cm <sup>-3</sup> Bulk density	总孔隙度/% Total porosity	空气孔隙/% Air-filled porosity
0~17	疏松	灰棕色	砂壤	3.49	36.35	9.63	26.73	1.41	46.42	10.07
17~30	紧实	淡棕色	砂壤	1.63	34.86	11.37	23.49	1.51	42.62	7.76
30~65	较松	暗棕色	轻壤	0.51	33.25	13.92	19.33	1.47	44.14	10.89
65~90	较松	暗棕色	中壤	0.34	34.28	13.91	20.37	1.51	42.62	8.34
90~145	紧实	淡黄色	轻粘	0.16	34.36	12.95	21.41	1.54	41.48	7.12
145~170	紧实	浅黄色	轻粘	0.18	34.36	12.95	21.41	1.54	41.48	7.12
170~190	紧实	浅黄色	中粘	-	38.98	13.87	25.11	1.64	37.68	1.42

化学性状指征评价。栾城县灰黄土土壤主要化学性状指征(见表 3)均良好,1978~1998 年土壤有机质、全 N、速效微量元素有所改善,而全 K 及速效钾含量显著下降。土壤全 Cd 含量显著上升,可能有污染。总体评价与报告单建立方法详见文献[1]。表 2~3 综合评价表明,灰黄土土壤理化性状的背景值与趋势值总体评价较好。

表 3 栾城县灰黄土土壤化学性状指征\*

Tab. 3 Main chemical indicators of soil health in Luancheng county

年份 Year	有机质/% Organic matter	全 N/% Total N	全 P/% Total P	全 K/% Total K	全 Zn/ mg·kg <sup>-1</sup> Total Zn	全 Cu/ mg·kg <sup>-1</sup> Total Cu	全 Pb/ mg·kg <sup>-1</sup> Total Pb	全 Cd/ mg·kg <sup>-1</sup> Total Cd	速效磷/ mg·kg <sup>-1</sup> Avail. P	速效钾/ mg·kg <sup>-1</sup> Avail. K	速效铁/ mg·kg <sup>-1</sup> Avail. Fe	速效铜/ mg·kg <sup>-1</sup> Avail. Cu	速效锌/ mg·kg <sup>-1</sup> Avail. Zn	速效锰/ mg·kg <sup>-1</sup> Avail. Mn
1978	1.10	0.077	0.15	2.28	-	-	-	-	10.00	208.00	8.38	0.95	0.40	8.20
1989	1.46	0.091	-	-	54.8	16.0	23.6	0.11	8.90	112.00	7.51	0.89	1.35	7.51
1998	1.50	0.095	0.08	1.22	58.0	19.4	12.8	0.63	9.78	63.20	9.00	1.75	1.66	9.00

### 3 小结与讨论

澳大利亚科工组织的流域健康环境质量诊断指征与评价半定性综合评价方法,易于农户直接参与,适于自下而上的诊断与评价;但专业评价应采用多变量指征克立格法(MVIK)、土壤质量动力学方法和土壤质量综合评分法。此外,本研究案例分析参数选择尚有待于进一步研究。

#### 参 考 文 献

- Walker J., Reuter D. J. (eds.). Indicators of catchment health: a technical perspective, CSIRO, Melbourne, 1996
- Doran J. W., Coleman D. C., Bezdicek D. F., et al. (eds.). Defining soil quality for a sustainable environment. SS-SA Special Publication, 1994. 35
- Mckenzie D. H., Hyatt D. E., McDonald V. J. (eds.). Ecological indicators (Volume 2.). New York: Elsevier Applied Science, 1992