

定州市菜地土壤质量评价研究

孟娟, 刘树庆*, 贾文竹, 高如臻 (1. 河北农业大学资源与环境科学学院, 河北保定 071001; 2. 河北省土壤肥料总站, 河北石家庄 050022)

摘要 [目的] 为定州市农业的可持续发展提供科学依据。[方法] 以定州市菜地0~20 cm耕层土壤样品为材料, 分析其容重、pH值和有机质、全氮、速效磷、速效钾、有效铁、有效锰、有效铜、有效锌含量。通过构建不同评价指标的函数模式, 对定州市的土壤质量进行评价。[结果] 定州市各镇土壤中, 全氮和有效锰含量处于低等水平, 速效钾含量处于缺乏状态, 有效铜含量处于丰富水平。多数乡镇的土壤有机质和有效锌含量处于低等水平, 速效磷和有效铁含量处于中等和丰富水平。17个乡镇的土壤容重大于1.40 g/cm³。土壤pH值主要集中在7.55~8.05之间。留春乡土壤的综合评价最低, 周村乡土壤的综合评价最高, 分别为0.462和0.619。[结论] 定州市菜地土壤质量的综合评价值在0.462~0.619之间。总体土壤质量有待提高。

关键词 定州市; 菜地土壤; 质量评价

中图分类号 S151.9 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2009)09-04102-03

Study on Quality Evaluation of Vegetable Soil in Dingzhou City

MENG Juan et al (College of Resource and Environment, Hebei Agriculture University, Baoding, Hebei 071001)

Abstract [Objective] The aim was to provide the scientific basis for the sustainable development of Dingzhou's agriculture. [Method] With soil samples of 0-20 cm arable soil from vegetable land of Dingzhou City as the materials, their bulk density, pH value and contents of organ, total N, available P, K, Mn, Cu, Zn were analyzed. Through construction of function model on different evaluation index, the soil quality in Dingzhou city was evaluated. [Result] In vegetable soil of each town of Dingzhou City, the contents of total N and available Mn were in low level, and that of available K was lack and that of available Cu was rich. In the soil in most towns, the contents of organ and available Zn were low and those of available P and Fe were medium and rich. The bulk density of soil from 17 towns was bigger than 1.40 g/cm³. The pH value of soil varied from 7.55 to 8.05. The compound evaluation value of the soil from Liuchun town was the lowest and that from Zhoucun town was the highest, being 0.462 and 0.619 resp. [Conclusion] The compound evaluation value of vegetable soil in Dingzhou city was 0.462-0.619. The total quality of soil needed to be improved.

Key words Dingzhou City; Vegetable soil; Quality evaluation

土壤是人类赖以生存和发展的物质基础和财富源泉,也是人类最早开发利用的生产资料。随着我国农业种植结构的不断调整和优化,蔬菜生产成为农民增收的支柱产业之一。全面了解蔬菜地土壤质量现状,对蔬菜安全生产,保护人体健康具有重要意义。同时,在距全国第2次土壤普查近30年后,了解土壤中各元素含量及土壤质量变化,可为农业的可持续发展提供理论基础。研究可持续农业必须首先研究土壤质量^[1]。笔者在对河北省重点蔬菜种植县蔬菜土壤地力调查与质量评价的基础上,以定州市为例,采取模糊数学中模糊集的加权综合法^[2-3],对蔬菜地土壤质量进行了定量评价,以期对定州市农业的可持续发展和菜地安全预警提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 研究区域概况 定州市位于河北省中部,华北平原中西部边缘,属太行山麓山前倾斜平原,处于洪积扇中上部。土壤类型主要为褐土和潮土,一般为沙壤和轻壤质。全市蔬菜播种面积4万hm²,占农作物播种总面积的30%,其中设施蔬菜2.5万hm²,高效日光温室5000hm²,蔬菜总产178万t,产值142亿元,是河北省重要的蔬菜生产基地。

1.2 样品 在对定州市蔬菜土壤地力调查与质量评价的基础上,应用土壤图、土地利用现状图叠加法确定评价单元,在评价单元内,参照第2次土壤普查方法确定调查和采样点位置,并对采样点进行综合分析。按照样品采集规程,通过GPS定位,采集0~20 cm耕层土壤样品105个,将多点土样混匀,用4分法留混合土样1 kg,供室内分析。

1.3 方法 采用常规农化分析法^[4]测定土壤容重、pH值和

有机质、全氮、速效磷、速效钾、有效铁、有效锰、有效铜、有效锌含量。

2 结果与分析

2.1 选择评价指标隶属函数模式 首先建立各评价指标的隶属度函数,计算其隶属度值,将其作为各评价指标的状态值。由于单个评价因素的鉴定指标是通过评价因素对作物生长发育的适宜性或限制性来确定的,所以利用评价因素指标值与作物产量的相关性曲线,可确定评价因素指标所隶属函数的曲线类型。为了便于计算,应将曲线类型转化为相应的折线函数。根据前人研究成果,土壤有机质、氮、磷、钾含量与作物产量的关系曲线呈“S”型(图1),土壤容重、微量元素含量、pH值与作物产量的关系曲线呈抛物线型(图2)。

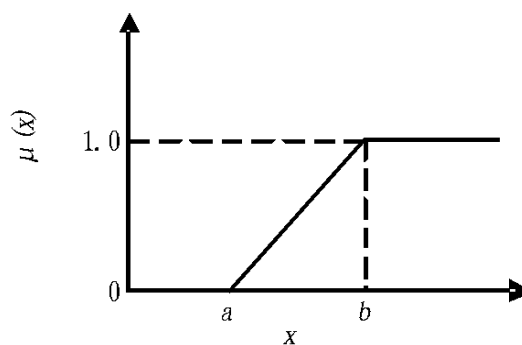


图1 S型隶属函数曲线

Fig.1 S shape curve of the subordinate function

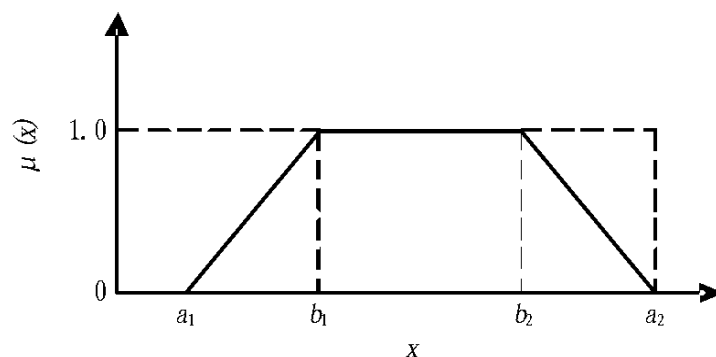


图2 抛物线型隶属函数曲线

Fig.2 Parabola curve of the subordinate function

作者简介 孟娟(1982-),女,河北青县人,硕士研究生,研究方向:土壤环境质量。* 通讯作者。

收稿日期 2008-12-22

$$\mu(x) = \begin{cases} 1 & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} & a < x < b \\ 0 & x \geq b \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & x \leq a_1 \\ \frac{x-a_1}{b_1-a_1} & a_1 < x < b_1 \\ \frac{a_2-x}{a_2-b_2} & b_2 < x < a_2 \\ 0 & x \geq a_2 \text{ 或 } x \leq b_2 \end{cases} \quad (2)$$

上述各式中, $\mu(x)$ 为评价因素指标值的隶属函数; x 为评价指标实测值; a 、 b 、 a_1 、 a_2 、 b_1 、 b_2 分别为评价因素的临界值。表1 2 所示为曲线转折点的相应取值。

表1 S型隶属函数曲线临界值

Table 1 Critical value of Sshape curve of the subordinate function

评价指标 Evaluation index	a	b
有机质 Organic matter %	1.00	2.0
全氮 Total nitrogen %	0.05	0.2
速效磷 Available phosphorus ng/kg	10.00	35.0
速效钾 Available potassium ng/kg	100.00	250.0

表2 抛物线形隶属函数曲线临界值

Table 2 Critical value of parabola curve of the subordinate function

评价指标 Evaluation index	a_1	b_1	b_2	a_2
有效铁 Available Fe ng/kg	2.5	4.5	10.0	225.0
有效锰 Available Mn ng/kg	5.0	15.0	30.0	250.0
有效铜 Available Cu ng/kg	0.2	0.5	1.0	25.0
有效锌 Available Zn ng/kg	0.5	1.0	2.0	25.0
容重 Bulk density g/cm^3	0.6	0.7	1.4	1.5
pH值 pH value	5.0	6.5	7.5	9.0

2.2 利用层次分析法确定各评价指标的权重 利用层次分析法可将主观判断结果以数量形式表示出来,较准确地反映社会科学领域的问题。同时,该方法表现形式简单,容易理解,所以得到了较广泛的应用。其步骤如下:

2.2.1 确定目标和评价指标。首先确定预定目标和促使目标实现的 P 个评价指标,即 $u = \{u_1, u_2, u_3, \dots, u_p\}$

2.2.2 构造判断矩阵。判断矩阵中各元素的值反映了人们对元素相对重要性的认识^[5]。将各指标的重要性程度按1~9及其倒数进行标度(表3),可得判断矩阵 $S = (u_{ij})_{p \times p}$ 。

表3 指标重要性标度值

Table 3 Scaling value of index essentiality

标度值 Scaling value	含义 Implication
1	某行元素与某列元素同等重要
3	某行元素比某列元素稍重要
5	某行元素明显比某列元素重要
7	某行元素比某列元素具有很强的重要性
9	某行元素比某列元素极其重要
2,4,6,8	表示上述相邻判断的中间值

2.2.3 计算判断矩阵的最大特征根和特征向量。用和积法或方根法计算判断矩阵的最大特征根 λ_{max} 及其对应的特征

向量,此特征向量即为各评价指标的重要性排序,即各评价指标的权重。

2.2.4 计算一致性比率 CR(Consistent Rate)。对判断矩阵进行一致性检验,需计算一致性指标 CR 并查找相应的同阶平均随机一致性指标 RI(Random Index)。1~10阶平均随机一致性指标分别为0.052、0.089、1.12、1.26、1.36、1.41、1.46、1.49。

$CR = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$,当一致性比率 $CR < 0.1000$ 时,说明该矩阵的一致性较好,否则需要调整判断值,重新分配各指标权重,直到通过一致性检验。

该研究通过层次分析法计算评价指标的权重。得判断矩阵的 $\lambda_{max} = 10.118$, $CI = 0.013$, $CR = 0.0088 < 0.1000$,通过一致性检验。土壤质量评价指标全氮、速效磷、速效钾、有效铁、有效锰、有效铜、有效锌、土壤容重、有机质、pH值的权重分别为0.2352、0.1295、0.0712、0.0967、0.0967、0.0521、0.0301、0.0532、0.1275、0.1059。

2.3 土壤质量评价结果

2.3.1 单指标评价结果。参照河北省菜地地力评价指标(表4),可判定定州市各镇菜地土壤中全氮含量均在0.05%~0.10%之间,处于较低水平;大部分乡镇土壤有机质含量较低,仅有2个乡镇土壤有机质含量处于中等水平。有3个镇土壤速效磷含量处于低等水平,5个镇土壤速效磷含量处于中等水平,其余乡镇土壤速效磷含量较丰富。各乡镇土壤速效钾含量均处于低等水平。微量元素中有效铜含量较丰富。有效铁含量处于中等水平,其中4个乡镇土壤有效铁含量较丰富,最高含量达12.8 ng/g。有效锰含量处于低等水平,9个乡镇土壤有效锌含量处于中等水平,13个乡镇土壤有效锌含量处于低等水平。

表4 河北省菜地地力评价指标

Table 4 The evaluation index of vegetable land capability in Hebei Province

项目 Items	丰富 Rich	中等 Medium	低 Low	缺乏 Lack
有机质 Organic matter %	>2.0	2.0~1.5	1.50~1.00	<1.0
全氮 Total nitrogen %	>0.2	0.2~0.1	0.10~0.05	<0.05
速效磷 Available phosphorus ng/kg	>70.0	70.0~40.0	40.00~20.00	<20.0
速效钾 Available potassium ng/kg	>350.0	350.0~250.0	250.00~150.00	<150.00
有效铁 Available Fe ng/kg	>10.0	10.0~4.5	4.50~2.50	<2.5
有效锰 Available Mn ng/kg	>30.0	30.0~15.0	15.00~5.00	<5.0
有效铜 Available Cu ng/kg	>1.0	1.0~0.5	0.50~0.20	<0.2
有效锌 Available Zn ng/kg	>2.0	2.0~1.0	1.00~0.50	<0.5

有关资料显示,当土壤容重 $<1.40 g/cm^3$ 时,土壤质量最为理想。调查区22个乡镇中有5个乡镇的土壤容重 $<1.40 g/cm^3$,其中周村乡土壤容重最小,为 $0.45 g/cm^3$,土壤过于疏松,不利于作物生长,其余17个乡镇土壤容重均 $>1.40 g/cm^3$,土壤过于紧实。22个乡镇土壤pH值在7.15~8.56之间,主要集中在7.55~8.05范围内,适合作物生长。

2.3.2 综合指标评价结果。在利用隶属度函数和层次分析法求各单项指标隶属度值及其权重的基础上,利用以下模型对农田土壤养分进行综合评分:

$$Y_i = \sum_{j=1}^n P_j X_{ij} \quad (i=1,2,3,\dots,n; j=1,2,\dots,m)$$

式中, Y_i 为评价单元 i 的土壤质量综合评价价值; P_j 为第 j 个评价指标的权重; X_{ij} 为评价单元 i 在第 j 个评价指标上的隶属度值。

表5 定州市各镇采样点蔬菜地土壤质量评价

Table 5 The soil quality evaluation of vegetable field in the sampling sites of each town in Dingzhou

采样地点 Sampling sites	采样个数 Sample number	综合评价价值 Comprehensive evaluation value
北城区 Northern urban district	14	0.537
大鹿庄乡 Daluzhuang Countryside	22	0.495
叮咛店镇 Dingningdian Town	3	0.519
东亭镇 Dongting Town	14	0.555
东旺镇 Dongwang Town	12	0.505
号头庄乡 Hotouzhuang Countryside	3	0.519
开元镇 Kaiyuan Town	7	0.608
李亲顾镇 Liqinggu Town	3	0.566
留春乡 Liuchun Countryside	6	0.463
留早镇 Liuzao Town	13	0.500
明月店镇 Mingyuedian Town	3	0.569
南城区 Southern urban district	28	0.568
清风店镇 Qingfengdian Town	4	0.556
西城区 Western urban district	16	0.565
息仲乡 Xizhong Countryside	3	0.500
邢邑镇 Xingyi Town	4	0.515
杨家庄乡 Yangjiazhuang Countryside	24	0.557
赵村乡 Zhaochun Countryside	10	0.494
周村乡 Zhouchun Countryside	4	0.619
砖路镇 Zhuanlu Town	10	0.557
子位镇 Ziwei Town	2	0.533

土壤质量综合评价价值介于0~1,数值越大说明土壤越

(上接第4053页)

细胞在几小时后就会经历细胞凋亡过程^[16-17]。当肛温升到40.0 时,嗜碱性细胞概率极显著高于当肛温升到41.0 时的概率,而细胞密度、嗜酸性细胞概率却无显著差异。可能是由于热应激激活了2个相对独立的细胞代谢调控系统,其中一个系统导致碱性细胞逐渐凋亡,另一个系统却促使垂体前叶其他细胞(除嗜酸性细胞和嗜碱性细胞)加快分裂的频率。当2个系统达到平衡时,细胞密度就会维持在一个水平上。另外,热应激组 的嗜酸性细胞的胞体面积明显较大。说明温度的上升和时间的延长使嗜酸性细胞凋亡速度加快。

参考文献

- [1] SELYE H. Stress in health and disease[M]. London: Butterworths, 1976: 5.
- [2] WAABBURN K W. Breeding poultry in hot and cold climates[J]. Stress Physiology and Livestock, 1985, 5: 111-122.
- [3] 孙桂芬. 热应激对奶牛生产性能的影响及预防措施[J]. 营养与饲料, 2006(3): 5.
- [4] KATANANI Y M, PALA LOPES F F, HANSEN P J. Effects of season and exposure to heat stress on Oocyte competence in Holstein[J]. Journal of Dairy Science, 2002, 85(2): 390-396.
- [5] DALLMAN M F, AKANAS S F, SCHIBNER K A, et al. Stress, feedback and facilitation in the hypothalamus-pituitary-adrenal axis[J]. Neuroendocrinol, 1992, 4: 517-526.
- [6] VESNA KOKO, JELENA DJORDJEVIC, GORDANA CVJIC, et al. Effect of a

适合植物生长;数值等于1时,说明土壤对植物生长无任何阻碍作用;数值越小说明土壤对植物生长的限制作用越强;数值为0时,说明土壤不适合植物生长。经分析,定州市各镇蔬菜地土壤质量如表5所示。

由表5可知,定州市土壤质量综合评价价值在0.463到0.619之间,留春乡土壤质量较差,土壤质量综合评价价值为0.463;周村乡和开元镇土壤质量较好,土壤质量综合评价价值分别为0.619和0.608。

3 结论与讨论

定州市蔬菜地土壤质量综合评价价值大部分在0.500~0.600之间,说明该市土壤质量有待改善。土壤中大量元素和有机质含量较低,有效钾的含量较缺乏,限制了植物的生长发育;土壤中各种微量元素含量较丰富;土壤容重较高,不利于植物根系生长。综上所述,定州市蔬菜地土壤需多施有机肥,适时追施钾肥,种植蔬菜前要深翻耕土壤,以促进蔬菜根系发育。

参考文献

- [1] 张桃林,潘剑君,赵其国. 土壤质量研究进展与方向[J]. 土壤, 1999(1): 1-7.
- [2] 王建国,杨林章,单艳红. 模糊数学在土壤质量评价中的应用研究[J]. 土壤学报, 2001, 38(2): 176-183.
- [3] 孙波,张桃林,赵其国. 我国东南丘陵山区土壤肥力的综合评价[J]. 土壤学报, 1995, 32(4): 362-369.
- [4] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1999.
- [5] 潘峰,梁川,付强. 基于层次分析法的物元模型在土壤质量评价中的应用[J]. 农业现代化研究, 2002, 23(2): 93-97.
- [6] acute heat stress on rat adrenal glands: a morphological and stereological study[J]. Journal of Thermal Biology, 2004, 31: 394-399.
- [7] SHIDO O, NAGASAKA T. Thermoregulatory response to acute body heating in rats acclimated to continuous heat exposure[J]. Appl Physiol, 1990, 68: 59.
- [8] 成令忠,王一飞,钟翠平. 组织胚胎学—人体发育和功能组织学[M]. 上海: 上海科学技术文献出版社, 2003.
- [9] YAHAV S, SHAMAY A, HOREV G, et al. Effect of acquisition of improved thermotolerance on the induction of heat shock proteins in broiler chickens[J]. Poultry Science, 1997, 76(10): 1428-1434.
- [10] COSS R A, DEWEY W C, BAMBURG J R. Effects of hyperthermia on Chinese hamster ovary cells analyzed in mitosis[J]. Cancer Res, 1979, 39: 1911-1918.
- [11] CERVERA J. Effects of thermal shock on HEP2 cells: an ultrastructural and high resolution autoradiographic study[J]. Ultrastruct Res, 1978, 63: 51-63.
- [12] AGUILERA G. Regulation of pituitary ACTH secretion during chronic stress[J]. Front Neuroendocrinol, 1994, 15(4): 321-50.
- [13] JOLLY P D, MDOUGALL S, HIZPATRICK L A, et al. Physiological effects of under nutrition on postpartum anestrous in cows[J]. J Reprod Fertil Suppl, 1995, 49: 477-492.
- [14] IGCNO M O, JOHNSON H D, STEVENS B J, et al. Physiological, productive, and economic benefits of shade, spray, and fans system versus shade for Holstein cows during summer heat[J]. Journal of Dairy Science, 1987, 70: 1069-1079.
- [15] 郭亮,张敏红. 热应激影响家畜繁殖机能的机理及其调控研究进展[J]. 中国畜牧兽医, 2008, 35(9): 119-122.
- [16] CUMINGS M. Increased c-fos expression associated with hyperthermia induced apoptosis of a Burkitt lymphoma cell line[J]. International Journal of Radiation Biology, 1995, 68: 687-692.
- [17] SAKAGUCHI Y, STEPHENS L C, MAKINO M, et al. Apoptosis in tumors and normal tissues induced by whole body hyperthermia in mice[J]. Cancer Research, 1995, 55: 5459-5464.