

基于 GIS 绿色食品基地土壤环境质量 评价方法研究

尹 君

(河北农业大学资源环境学院,河北 保定 071001)

摘 要: 对绿色食品基地土壤环境质量评价方法进行了研究, 提出以 GIS 技术为依托, 以国家土壤环境质量标准 (GB 15618—1995) 作为绿色食品基地土壤环境质量评价标准, 以单项污染指标描述该项元素污染程度, 以综合污染指数作为土壤环境质量的评价结果。本文以抚宁县为例, 应用 GIS 技术和综合污染指数对该县绿色食品基地土壤环境质量进行评价, 输出土壤环境质量的评价结果图和相应数据。评价方法可行, 评价效率高, 评价效果直观性强。

关键词: 地理信息系统; 绿色食品; 评价; 土壤环境质量; 生产基地

中图分类号: X825 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000 – 0267(2001)06 – 0445 – 03

A Assessment Method of Soil Environmental Quality for Production Base of Green-Food Based on GIS

YIN Jun

(College of Resources and Environment, Agricultural University of Hebei, Baoding 071001 China)

Abstract: This paper describes an assessment method of soil environmental quality for production base of green food based on GIS, using the National Soil Environmental Quality Standard (GB 15618—1995) as soil quality assessment criteria for green – food production. Single pollution index and integrative pollution index are utilized for the degree of soil environmental pollution and integrative assessment of soil environmental quality, respectively. With the aid of GIS technology and integrative pollution index gained, the author evaluated the soil environmental quality of green – food production base in Funing County and drew the evaluation map and relative data. It has been shown that the evaluation work was more efficient, accurate.

Keywords: GIS; green – food; evaluation; soil environmental quality; production base

绿色食品是无污染的安全、优质、营养类食品, 实行生产、加工和销售全程质量控制, 只有经过专门机构检测和鉴定才能确定为绿色食品, 方能允许使用绿色食品标志。绿色食品应在符合绿色食品标准监控下生产。绿色食品标准包括基地环境质量标准、生产技术标准、产品质量和卫生标准、包装贮运标准。绿色食品生产基地土壤环境质量对绿色食品生产有重要影响, 因此绿色食品基地土壤环境质量评价方法是绿色食品研究的基础工作。

本文以 GIS 技术为依托, 选用国家土壤环境质量标准, 结合土壤环境质量综合污染指数, 对绿色食品基地抚宁县土壤环境质量评价方法进行研究, 为绿色食品基地环境质量评价提供参考。

收稿日期: 2001 – 01 – 10

基金项目: 河北省教委博士基金资助项目

作者简介: 尹 君 (1968—), 男, 陕西泾阳县人, 河北农业大学资源环境学院博士, 副教授。

1 绿色食品基地的土壤环境质量评价标准

过去土壤环境质量评价一般采用当地土壤背景值作为评价标准, 但是由于全国区域差异性较大, 重金属元素的背景值变化悬殊, 因此, 原生环境污染可能会导致当地农作物中某些元素的含量超出绿色食品卫生标准, 且评价结果横向可比性较差。建议选用国家土壤环境质量标准 (GB 15618—1995) 中的一、二、三级标准分别作为绿色食品基地土壤环境质量评价的污染积累起始值、中度污染起始值和重度污染起始值, 如表 1。

2 绿色食品基地土壤环境质量评价方法

评价方法分为单项污染指数法和内梅罗综合污染指数法。计算公式为:
单项污染指数计算:

表 1 土壤环境质量评价标准($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)

Table 1 Evaluation standard for soil environmental quality

级别	Cd	Hg	As	Cu	Pb	Cr	Zn	Ni	六六六	滴滴涕
一	0.20	0.15	15	35	35	90	100	40	0.05	0.05
二	0.30	0.50	30	100	300	200	250	50	0.50	0.50
三	1.00	1.5	40	400	500	300	500	200	1.0	1.0

$$C_i \leq C_{\text{污染起始值}}, \text{则: } P_i = \frac{C_i}{C_{\text{污染起始值}}}$$
$$C_{\text{污染起始值}} < C_i \leq C_{\text{中度污染起始值}}, \text{则: } P_i = 1 + \frac{C_i - C_{\text{污染起始值}}}{C_{\text{中度污染起始值}} - C_{\text{污染起始值}}}$$
$$C_{\text{中度污染起始值}} < C_i \leq C_{\text{重度污染起始值}}, \text{则: } P_i = 2 + \frac{C_i - C_{\text{中度污染起始值}}}{C_{\text{重度污染起始值}} - C_{\text{中度污染起始值}}}$$
$$C_{\text{重度污染起始值}} < C_i, \text{则: } P_i = 3 + \frac{C_i - C_{\text{重度污染起始值}}}{C_{\text{重度污染起始值}} - C_{\text{中度污染起始值}}}$$

综合污染指数计算: $P_{\text{综}} = \sqrt{(P_{\text{平均}}^2 + P_{\text{最大}}^2)}/2$

按计算结果大小,分别根据单项评价分级标准和综合评价分级标准来评定土壤污染的水平。污染等级分级标准见表 2^[1]。

表 2 土壤环境质量污染指数分级标准

Table 2 Grading standard for polluted index of soil environmental quality

污染等级	P_i	$P_{\text{综}}$	污染水平
一	$P_i \leq 1$	$P_{\text{综}} \leq 0.85$	清洁
二	$1 < P_i \leq 2$	$0.85 < P_{\text{综}} \leq 1.71$	土壤轻污染、作物已受污染
三	$2 < P_i \leq 3$	$1.71 < P_{\text{综}} \leq 2.56$	土壤、作物均中度污染
四	$P_i > 3$	$P_{\text{综}} > 2.56$	土壤、作物污染相当严重

3 绿色食品基地土壤环境数据库建立

收集区域不同时间点土壤环境数据及图件,包括土壤分类图、土壤肥力图、土壤微量元素分布图、土地利用现状图、行政区域图、地形图、地质和水文图、工业污染源分布图及相关数据。所收集的数据和图件经过分析处理后,在 ARC/INFO GIS 软件操作平台上通过数字化板或扫描仪输入空间数据,在相应的库中经过 tables 命令或其它数据库软件如 Foxpro 或 Oracle 等输入属性数据,建立土壤环境空间与属性数据库^[2]。

4 基于 GIS 绿色食品基地土壤环境质量评价

在建立的土壤环境数据库中,以 buffer 命令进行点污染源和线污染源拓扑,建立缓冲区域,以离中心污染源距离划分污染等级,再与行政界线图、土壤类型图、土地利用现状图、地形图进行叠加,形成土壤环

境评价单元,以土壤环境评价单元土壤样点单项污染指数、综合污染指数大小进行绿色食品土壤环境质量评价。

以综合污染指数大小,对各评价单元进行分级,同一等级相连的评价单元用命令 union 合并,参考线状地物,地形走势划分等级界线。在 GIS 中,用 ARC-PLOT 命令或 ARCVIEW 模块进行编辑,输出评价结果图,用 tables 命令查询评价污染等级及相应面积,并输出数据结果。

5 抚宁县绿色食品基地土壤环境质量评价

5.1 抚宁县概况

抚宁县地处河北省东北部,东与秦皇岛市交接,东北与辽宁省绥中县相连,北与青龙县毗邻,西与卢龙县接壤,西南与昌黎县交接,东南临渤海。地势北高南低,呈阶梯状分布,山区、丘陵分布较广,全县总土地面积 1 577.39 km²,辖 11 个乡镇。气候属半湿润海洋性暖温带气候,土壤以棕壤性土、褐土为主。

5.2 取样方法及抚宁县土壤环境污染指数的计算

在抚宁县 11 个乡镇采集土样,取 0—20 cm 耕层土壤。采样点是根据工业污染源分布、污水灌溉区域及污染程度,有代表性分布样点。抚宁镇、留守营镇、牛头崖镇、石门寨镇、杜庄乡、驻操营镇、深河乡、大新寨镇、榆关镇、台营镇和茶棚乡监测点序号分别为 1—10、11—19、20—25、26—34、35—42、43—50、51—55、56—60、61—65、66—70、71—75,总共选取监测点为 75 个。用国家规定的有关标准方法分析样品,根据土壤环境质量评价标准及分级标准中单项污染指数(P_i)、综合污染指数($P_{\text{综}}$)计算方法计算各监测点样品污染指数,结果见表 3。

5.3 基于 GIS 绿色食品基地抚宁县土壤环境质量评价

收集抚宁县土壤环境数据,建立抚宁县土壤环境空间与属性数据库。以土壤环境评价单元综合污染指数大小,对各评价单元进行分级。在 GIS PC ARC/INFO 中,用 ARCPLOT 命令或 ARCVIEW 模块进行编辑,输出评价结果图,见图 1。用 tables 命令输出各污染等级及相应数据,结果见表 4。

对抚宁县绿色食品基地土壤环境质量评价结果进行分析,属于中度污染的区域有留守营、石门寨与驻操营区。在留守营区,监测点 11、12 为中度污染,主要污染元素为 Cd、As,其次为 Pb 和 Hg。污染物来源于当地磷肥厂、硫酸厂、复合肥料厂和造纸厂。石门寨

表 3 抚宁县土壤环境污染指数值

Table 3 The polluted index value of soil environment in Funing County

监测 点	P_i											$P_{\text{综}}$	监测 点	P_i											$P_{\text{综}}$
	Cd	Hg	As	Cu	Pb	Cr	Zn	Ni	六六六	滴滴涕				Cd	Hg	As	Cu	Pb	Cr	Zn	Ni	六六六	滴滴涕		
1	1.33	0.39	1.19	0.69	0.50	1.01	0.94	0.83	0.80	0.80	1.12	2	1.91	0.51	1.19	0.65	0.57	0.68	0.91	0.80	0.60	0.60	1.48		
3	1.85	0.51	1.19	0.96	0.89	1.00	0.94	0.85	0.80	0.80	1.48	4	1.46	1.32	1.29	0.47	0.57	0.49	0.98	0.72	0.80	0.60	1.20		
5	1.83	0.64	1.21	0.99	1.27	0.91	0.93	0.64	0.60	0.80	1.47	6	1.83	1.15	0.56	0.75	1.08	0.36	0.97	0.60	0.80	0.60	1.43		
7	0.95	0.63	0.59	0.57	0.79	0.34	0.98	0.73	0.20	0.60	0.83	8	0.81	0.39	0.69	0.65	0.79	0.92	0.80	0.43	0.20	0.80	0.79		
9	0.88	0.69	0.56	0.69	0.88	0.49	0.95	0.71	0.20	0.80	0.83	10	0.60	0.83	0.83	0.61	0.88	0.35	0.83	0.74	0.40	0.20	0.76		
11	2.19	0.89	1.32	0.95	0.92	0.90	0.78	0.95	0.80	0.80	1.72	12	2.21	0.95	1.17	0.79	1.19	0.89	0.88	0.99	0.80	0.80	1.73		
13	2.14	0.79	1.28	0.91	0.91	0.92	0.94	0.84	0.80	0.80	1.68	14	1.98	0.79	0.59	0.37	0.65	0.51	0.94	0.85	0.80	0.80	1.52		
15	1.77	0.57	0.49	0.32	0.57	0.46	0.43	0.50	0.20	0.40	1.31	16	1.60	1.12	1.73	0.73	1.00	0.54	0.97	0.53	0.20	0.60	1.38		
17	0.55	0.81	0.69	0.50	0.71	0.53	0.65	0.45	0.40	0.20	0.69	18	0.38	0.30	0.55	0.43	0.71	0.56	0.34	0.40	0.80	0.60	0.62		
19	0.40	0.65	0.51	0.36	0.61	0.45	0.57	0.37	0.40	0.60	0.58	20	0.88	1.04	0.58	0.36	0.57	0.47	0.33	0.86	0.80	0.40	0.86		
21	0.85	1.10	0.40	0.48	0.95	0.56	0.92	0.85	0.80	0.80	0.95	22	0.60	1.02	0.43	0.57	0.72	0.59	0.24	0.76	0.60	0.60	0.84		
23	0.75	0.79	0.45	0.41	0.95	0.57	0.33	0.75	0.80	0.80	0.82	24	0.75	0.53	0.39	0.35	0.72	0.55	0.20	0.77	0.40	0.80	0.67		
25	0.65	0.73	0.39	0.49	0.61	0.58	0.58	0.79	0.60	0.40	0.69	26	2.14	1.05	0.86	0.93	1.03	0.31	0.93	0.79	0.80	0.40	1.65		
27	2.00	1.16	0.55	0.75	1.03	0.38	1.16	0.85	0.40	0.20	1.54	28	1.60	1.43	0.94	1.34	1.03	0.54	1.30	0.74	0.40	0.40	1.32		
29	1.00	1.54	0.59	0.69	1.01	0.42	1.14	0.72	0.40	0.40	1.22	30	1.45	0.91	0.56	0.78	1.00	0.40	2.43	0.73	0.80	0.20	1.84		
31	2.00	1.49	0.60	0.85	1.06	0.56	2.55	0.83	0.40	0.20	1.95	32	1.20	0.98	0.63	0.51	0.95	0.38	2.29	0.86	0.20	0.20	1.72		
33	0.97	0.89	0.58	0.67	0.55	0.62	1.00	0.49	0.20	0.20	0.83	34	0.92	0.71	0.45	0.61	0.98	0.60	0.91	0.59	0.20	0.20	0.82		
35	0.80	0.14	0.45	0.57	0.79	0.35	0.80	0.84	0.60	0.40	0.72	36	1.60	0.47	0.65	0.45	1.06	0.37	1.22	1.00	0.80	0.60	1.27		
37	1.80	0.75	0.57	0.50	1.00	0.39	1.95	0.88	0.60	0.40	1.51	38	0.80	0.46	0.51	0.44	0.79	0.38	0.83	0.93	0.80	0.60	0.80		
39	1.00	0.31	0.49	0.46	1.01	0.27	1.04	0.85	0.80	0.20	0.86	40	1.80	0.37	0.52	0.53	1.01	0.43	1.32	0.89	0.40	0.40	1.38		
41	1.20	0.42	0.47	0.45	0.94	0.22	2.19	0.75	0.40	0.20	1.63	42	1.20	0.47	0.45	0.61	1.01	0.40	1.30	0.78	0.20	0.80	1.05		
43	2.00	1.13	0.84	1.23	1.01	0.48	2.49	0.75	0.60	0.60	1.93	44	2.01	1.05	0.87	0.93	1.03	0.37	2.30	0.59	0.60	0.80	1.79		
45	1.84	1.08	0.56	0.70	1.02	0.28	2.03	0.50	0.80	0.80	1.59	46	1.21	1.52	0.51	1.02	1.03	0.22	2.13	0.52	0.80	0.80	1.66		
47	1.45	1.41	0.49	0.73	1.06	0.40	2.20	0.46	0.60	0.40	1.69	48	0.55	0.21	0.38	0.38	0.61	0.54	0.26	0.75	0.40	0.80	0.66		
49	0.65	1.31	0.52	0.77	0.95	0.48	0.54	0.74	0.20	0.40	1.04	50	0.55	1.06	0.35	0.51	0.71	0.56	0.55	0.71	0.40	0.20	0.85		
51	0.96	0.59	0.37	0.51	0.65	0.55	0.31	0.78	0.80	0.40	0.80	52	0.55	0.45	0.43	0.35	0.42	0.58	0.16	0.75	0.80	0.60	0.67		
53	0.88	0.46	0.60	0.45	0.57	0.40	0.45	0.55	0.80	0.20	0.73	54	0.94	0.57	0.59	0.81	0.89	0.52	0.82	0.57	0.80	0.40	0.82		
55	0.88	0.67	0.57	0.44	0.57	0.34	0.98	0.74	0.60	0.40	0.82	56	0.90	0.55	0.51	0.82	0.57	0.63	0.75	0.82	0.20	0.40	0.77		
57	0.62	0.88	0.53	0.85	0.50	0.68	0.83	0.44	0.60	0.80	0.78	58	0.75	0.85	0.55	0.59	0.95	0.61	0.44	0.69	0.80	0.60	0.83		
59	0.55	0.43	0.57	0.51	0.71	0.59	0.41	0.63	0.80	0.80	0.71	60	0.55	0.29	0.54	0.42	0.61	0.61	0.21	0.85	0.60	0.80	0.72		
61	0.92	0.55	0.57	0.51	0.78	0.38	0.42	0.93	0.60	0.80	0.80	62	1.00	0.92	0.47	0.47	0.65	0.21	0.87	0.80	0.20	0.40	0.82		
63	0.90	0.35	0.47	0.41	0.57	0.54	0.72	0.97	0.80	0.60	0.82	64	0.92	0.87	0.58	0.58	0.79	0.36	0.91	0.89	0.60	0.80	0.83		
65	0.85	0.79	0.43	0.53	0.57	0.35	0.93	0.80	0.80	0.60	0.81	66	0.86	0.57	0.51	0.56	0.50	0.65	0.98	0.84	0.80	0.40	0.84		
67	0.97	0.40	0.53	0.47	0.57	0.64	0.59	0.70	0.60	0.80	0.82	68	0.77	0.46	0.50	0.50	0.57	0.64	0.98	0.65	0.80	0.60	0.83		
69	0.55	0.39	0.44	0.43	0.71	0.60	0.19	0.69	0.80	0.60	0.68	70	0.55	0.43	0.61	0.48	0.95	0.59	0.41	0.75	0.40	0.40	0.78		
71	0.98	0.28	0.63	0.37	0.57	0.39	0.81	0.99	0.20	0.40	0.80	72	0.50	0.83	0.44	0.43	0.71	0.70	0.41	0.64	0.60	0.40	0.71		
73	0.55	0.26	0.39	0.35	0.86	0.70	0.35	0.84	0.40	0.40	0.71	74	0.50	0.21	0.29	0.31	0.61	0.51	0.18	0.84	0.60	0.60	0.68		
75	0.55	0.63	0.49	0.37	0.84	0.52	0.58	0.61	0.80	0.80	0.74														

表 4 抚宁县绿色食品基地土壤环境质量评价结果

Table 4 Soil environmental quality for production base of
green – food in Funing County

污染 等级	分布区域	面积大小 /km ²	所占比重 /%
一	深河、大新寨、榆关、台营、茶棚等	1311.16	83.12
二	抚宁、牛头崖、杜庄等	227.99	14.45
三	留守营、石门寨、驻操营等	38.24	2.43
四	无	0.00	0.00

与驻操营区,监测点 30、31、32、43、44 为中度污染,主要污染元素为 Cd、Zn、Pb 和 Hg,其次为 Cu。污染物主

要来源为尾矿、粉尘和烟雾。区内有水泥厂、电厂、石灰厂、煤矿,以尾矿粉尘和大气污染为主。本区不宜作为绿色食品生产基地,应对区域污染进行治理。

属于轻度污染的区域为抚宁、牛头崖和杜庄区,其中抚宁镇为县城所在区域,主要受县工业污染,污染源为酒厂、罐头厂、造纸厂和葡萄糖厂排出污水的污染,主要污染元素为 Cd、As,其次为 Hg、Pb、Cr。牛头崖区污染主要受抚宁镇和留守营区污染影响,主要污染元素为 Hg。杜庄区主要受石门寨与驻操营污染

(下转第 474 页)