

秀山县农业区域土壤重金属分布特征及生态风险研究

王爱雯, 申娅, 杨建波, 郎利珠, 吴岑岑, 江水萍 (重庆市秀山土家族苗族自治县环境监测站, 重庆 409900)

摘要 [目的]研究秀山县农业区域土壤重金属分布特征及生态风险。[方法]以秀山县农业区域土壤为研究对象,采用单项污染指数法、内梅罗综合污染指数法、地质积累指数法和潜在生态危害指数法对土壤中重金属进行特征分析及生态风险评价。[结果]研究区域土壤中 As、Cd、Cr、Hg、Pb 5 种重金属的平均含量均符合《土壤环境质量标准》(GB 15618—1995)二级标准要求,除 Cr 外,其余 4 种均高于重庆市土壤背景值。土壤中重金属元素的污染程度从大到小依次为 As、Cd、Hg、Cr、Pb,平均单项生态风险因子由强到弱依次为 Hg、Cd、As、Pb、Cr,其中 Hg 处于很强生态风险,另外 4 种重金属均处于较低生态风险水平。[结论]该研究可为秀山县生态环境保护提供科学参考。

关键词 秀山县;重金属;地质积累指数法;潜在生态危害指数法

中图分类号 X53 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)17-0053-04

Study on the Distribution Characteristics and Ecological Risk of Heavy Metals in Agricultural Soils of Xiushan County

WANG Ai-wen, SHEN Ya, YANG Jian-bo et al (Environmental Monitoring Station of Xiushan District in Chongqing, Chongqing 409900)

Abstract [Objective] To study the distribution characteristics and ecological risk of heavy metals in agricultural soils of Xiushan County. [Method] Taking the agricultural soil in Xiushan County as the research object, the characteristics of heavy metals in the soil and ecological risk assessment were carried by the single factor pollution index method, nemero comprehensive pollution index method, geological accumulation index method and potential ecological hazard index method. [Result] The results showed that the average content of As, Cd, Cr, Hg, Pb were in accordance with the soil environment quality standard the secondary standard (GB15618—1995) in research area soil heavy metals. In addition, the average content of Cr was lower than the soil background values in Chongqing, the rest of the four kinds of heavy metal was higher than its background values. The pollution degree of heavy metals in soil ranged from big to small were As, Cd, Hg, Cr, Pb, the average individual ecological risk factors from strong to weak order were Hg, Cd, As, Pb, Cr, among them Hg was a high ecological risk, the other four kinds of heavy metal were at a lower ecological risk level. [Conclusion] The study can provide scientific reference for ecological environment protection in Xiushan County.

Key words Xiushan County; Heavy metals; The geological accumulation index method; The index method of potential ecological harm

进入 21 世纪以来,人们对生态环境质量愈加关注,土壤环境质量成为关注的焦点之一。近年来,我国对土壤环境质量也越来越重视,尤其是“土十条”的颁布,把土壤污染防治提升为当前生态环境保护的重要工作。由于重金属特有的生物富集性,能在生物链中转移、传递,若长期暴露,会对人体健康产生严重危害,这已引起国内外学者的广泛关注^[1-3]。土壤中的 Hg、Cd、Cr、Pb、As 等重金属(类金属)通过食物链进入人体,严重影响人体健康,甚至是危害整个生态系统^[4]。作为人体营养元素的重金属,长期暴露或过量对人体有害^[5]。秀山县位于重庆市生态保护发展区域,生态环境质量良好。但近年来,随着现代工业和农业的快速发展,土壤环境质量也呈现不同程度的问题。笔者以秀山县农业区域土壤为研究对象,检测土壤中重金属元素的含量水平,利用单项污染指数法、内梅罗综合污染指数法、地质积累指数法和潜在生态危害指数法,对土壤重金属进行特征分析和潜在生态风险评价,以期秀山县生态环境保护提供科学依据。

1 材料与方

1.1 样品采集 按土壤利用性质,分类采集秀山县农业发展区域土壤样品(包括饮用水水源地、农田、菜地、居民生活区和其他等类别)。参照《土壤环境监测技术规范》(HJ/T 166—2004)^[6],使用双对角线法设置采样点,共采集 10 个混合样品(其中 1~5 号为城市郊区土壤样品,6~10 号为重点生态保护区土壤样品)。采样时,先去地表砾石及动植物

残体,使用硬质塑料铲垂直挖取 40 cm × 40 cm 土壤剖面,分层取样后混合为 1 个代表样品,取约 1 kg 样品装入样品袋,带回实验室,剔除土壤中作物根系和石砾等杂物,置于实验室内自然风干。土壤风干后,用木棒粗磨,过 2 mm 孔径尼龙筛后,采用四分法取均匀土样在玛瑙研钵中研磨,过 100 目尼龙筛后,取混匀样品装入塑料瓶中密闭保存,备用。

1.2 样品消解与测试 精确称量 0.5 g 土壤样品,经盐酸-硝酸-氢氟酸-高氯酸体系消解后,采用电感耦合等离子体发射光谱仪(ICP)测定 Cd、Pb、Cr 含量,用原子荧光光度法测定 Hg 和 As 含量。土壤 pH 采用 1.0:2.5 的土水质量比,用 pH 计测定。

1.3 评价标准与评价方法

1.3.1 评价标准。选择毒性较强的 As、Cd、Cr、Hg、Pb 5 类重金属作为评价因子^[7-8],采用重庆市土壤背景值^[9]和《土壤环境质量标准》(GB 15168—1995)二级标准作为评价标准^[10]。

1.3.2 评价方法。

1.3.2.1 单项污染指数法。单项污染指数法以土壤重金属元素的执行标准为评价标准,能够直观地反映土壤中各项污染指标的情况,评价土壤受污染因子的污染程度。公式如下^[11]:

$$P_i = \frac{C_i}{S_i} \quad (1)$$

式(1)中, P_i 为土壤中污染物*i*的单项污染指数; C_i 为调查点位土壤中污染物*i*的实测浓度(mg/kg); S_i 为污染物*i*的评价标准值(mg/kg)。

1.3.2.2 内梅罗综合污染指数法。内梅罗(Nemerow)综合污染指数法以土壤污染指数最大值与土壤污染指数平均值为参数,对土壤污染状况进行综合评估。公式如下^[8]:

$$P_{\text{综}} = \sqrt{\frac{1}{2}(P_{i,\text{max}}^2 + P_{i,\text{ave}}^2)} \quad (2)$$

式(2)中, $P_{\text{综}}$ 为土壤内梅罗综合污染指数; $P_{i,\text{max}}$ 为土壤污染指数最大值; $P_{i,\text{ave}}$ 为土壤污染指数平均值。根据 $P_{\text{综}}$ 大小,综合判定土壤重金属污染程度(表1)。

表1 土壤重金属内梅罗综合污染指数评价标准

Table 1 Evaluation standard of nemerow comprehensive pollution index of heavy metals in soil

等级 Grade	内梅罗综合污染指数 Nemerow comprehensive pollution index ($P_{\text{综}}$)	污染程度 Pollution degree	污染水平 Pollution level
1	$P_{\text{综}} \leq 0.7$	安全	清洁
2	$0.7 < P_{\text{综}} \leq 1.0$	警戒	尚清洁
3	$1.0 < P_{\text{综}} \leq 2.0$	轻污染	土壤污染物超过背景值,作物开始受污染
4	$2.0 < P_{\text{综}} \leq 3.0$	中污染	土壤、作物受到中度污染
5	$P_{\text{综}} > 3.0$	重污染	土壤、作物受污染已相当严重

1.3.2.3 地质积累指数法。近年来,国内外常用地质积累指数法对土壤重金属污染状况进行评价。地质积累指数法是在评价中增加人为因素,环境地球化学背景值与自然成岩作用对背景值的影响,通过重金属污染级别,反映沉积物中重金属富集程度。公式如下^[12]:

$$I_{\text{geo}} = \log_2 \left[\frac{C_i}{K \times BE_i} \right] \quad (3)$$

式(3)中, I_{geo} 为地质积累指数; C_i 为元素*i*在沉积物中的实测值(mg/kg); BE_i 为元素*i*的化学背景值(mg/kg); BE_i 为元素*i*的重庆市土壤元素背景值^[7];K值为1.5。Forstner等^[13]将地质积累指数分为7个级别(表2)。

表2 土壤中重金属地质积累指数的级别

Table 2 Evaluation standard of geology accumulation index of heavy metal in soil

等级 Grade	地质积累指数 Geology accumulation index (I_{geo})	污染程度 Pollution degree
0	$I_{\text{geo}} < 0$	无污染
1	$0 \leq I_{\text{geo}} < 1$	轻度污染
2	$1 \leq I_{\text{geo}} < 2$	中度污染
3	$2 \leq I_{\text{geo}} < 3$	中度污染到强度污染
4	$3 \leq I_{\text{geo}} < 4$	强度污染
5	$4 \leq I_{\text{geo}} < 5$	强度污染到极度污染
6	$I_{\text{geo}} \geq 5$	极度污染

1.3.2.4 潜在生态危害指数法。潜在生态危害指数法(Hakanson)可以定量评估潜在的生态风险和危害程度,将土壤重金属含量、重金属生态效应、环境效应与毒理学联系在一起,采取具有可比性、等价属性指数分级法进行评价。公式如下:

$$RI = \sum_i^M E_r^i = \sum_i^M T_r^i \times C_i^i = \sum_i^M T_r^i \times \frac{C_i}{C_n^i} \quad (4)$$

式(4)中, RI 为重金属的潜在生态风险指数; E_r^i 是元素*i*潜在的生态风险系数; T_r^i 是元素*i*的毒性系数; C_i^i 是元素*i*的污染参数; C_n^i 是重庆市土壤元素背景值^[7]; c_i 是土壤中重金属的测试浓度。Hakanson根据“元素丰度原则”和“元素稀释度”,对毒性响应系数进行规范处理后定值为 $Hg = 40$, $Cd = 30$, $As = 10$, $Pb = Cu = 5$, $Cr = Ni = 2$, $Zn = 1$ 。潜在生态风险系数(E_r^i)与潜在生态风险指数(RI)分别分为5个等级和4个等级^[14](表3、4)。

表3 重金属潜在生态风险系数与污染程度

Table 3 Potential ecological risk coefficient and pollution degree of heavy metals

等级 Grade	潜在生态风险系数 Potential ecological risk coefficient (E_r^i)	污染程度 Pollution degree
1	$E_r^i < 40$	轻微
2	$40 \leq E_r^i < 80$	中等
3	$80 \leq E_r^i < 160$	强
4	$160 \leq E_r^i < 320$	很强
5	$E_r^i \geq 320$	极强

表4 重金属潜在生态风险指数与污染程度

Table 4 Potential ecological risk index and pollution degree of heavy metals

等级 Grade	潜在生态风险指数 Potential ecological risk index (RI)	污染程度 Pollution degree
1	$RI < 150$	轻微
2	$150 \leq RI < 300$	中等
3	$300 \leq RI < 600$	强
4	$RI \geq 600$	很强

2 结果与分析

2.1 重金属含量统计及特征 由表5可知,研究区域土壤中As、Cd、Cr、Hg、Pb 5种重金属的平均含量分别为19.60、0.22、27.80、0.29、22.40 mg/kg,各因子平均含量均低于《土壤环境质量标准》二级标准限值要求,说明研究区土壤环境质量状况总体良好。但与重庆市土壤背景值相比较,除Cr低于重庆市土壤背景值外,其余4种重金属均高于其背景值。按采样点样品的单个重金属超标率统计,全部采样点仅有Cr达标,Cd、Pb超标率均为40%,As、Hg的超标率均为100%,其中Hg与背景值的比值远超过其他5种,是背景值的7.84倍。5种重金属变异系数为22.0%~61.2%,其中Cd的变异系数最高,表明研究区域土壤已经受到人为活动的影响^[15],同时反映出Cd受人为因素影响较为明显;Pb的变异系数最小,可能是受自然因素的影响^[16]。

2.2 重金属污染评价 单项污染指数法、内梅罗综合污染指数法和地质积累指数法评价结果见表6。单项污染评价结果表明,研究区域土壤中5种重金属元素的污染程度从大到小依次为As、Cd、Hg、Cr、Pb。不同采样点土壤重金属的污染程度表现为Cd、Hg、Cr、Pb单项污染指数均小于1,说明这4种重金属均未对研究区土壤产生污染;2、7、10号采样点As的单项污染指数分别为1.33、1.02、1.01,说明该区域土壤受轻微污染,与其他4种重金属比较,As污染指数总体偏高,说明各采样点的As可能有相似的来源或污染途径。用土壤污

染分担率分析,As、Cd、Cr、Hg 和 Pb 分担率从大到小依次为 As (50.9%)、Cd (22.0%)、Hg (17.0%)、Cr (5.9%)、Pb (3.8%),说明 As、Cd、Hg 是土壤主要重金属污染物。As 的最大值超标倍数最大,个别采样点位 As 超标不容忽视。农

业区域中重点生态保护区(采样点 6~10)与城市郊区(采样点 1~5)比较发现,城市郊区土壤样品中 As、Cd、Cr、Hg 和 Pb 的污染指数普遍高于重点生态保护区,这可能与城市郊区的人为活动有关。

表 5 土壤重金属含量特征

Table 5 Characteristics of heavy metal content in soil

重金属 Heavy metal	含量 Content //mg/kg			标准偏差 Standard deviation	变异系数 Coefficient of variation//%	超标率 Exceeding standard rate//%	重庆土壤背景值 Soil background value in Chongqing//mg/kg	国家二级标准 National level two standards//mg/kg
	最大值 Maximum	最小值 Minimum	平均值 Average					
As	26.50	10.30	19.60	5.69	29.0	100	6.760	25.00
Cd	0.53	0.11	0.22	0.14	61.2	40	0.140	0.60
Cr	44.80	15.50	27.80	10.30	37.0	0	48.600	250.00
Hg	0.47	0.16	0.29	0.10	35.1	100	0.037	1.00
Pb	28.00	10.20	22.40	4.94	22.0	40	22.200	350.00

表 6 土壤重金属污染指数

Table 6 Pollution index of heavy metal in soil

采样点 Sampling point	单项污染指数 Individual pollution index(P_i)					内梅罗综合污染指数 Nemero comprehensive pollution index($P_{综}$)	地质积累指数 Geological accumulation index(I_{geo})				
	As	Cd	Cr	Hg	Pb		As	Cd	Cr	Hg	Pb
1	0.520	0.183	0.051	0.160	0.061	0.393	0.007	-0.281	-0.610	0.460	-0.196
2	1.330	0.417	0.076	0.220	0.067	0.987	0.417	0.076	-0.438	0.598	-0.150
3	0.860	0.333	0.179	0.350	0.067	0.659	0.324	-0.021	-0.211	0.800	-0.155
4	0.820	0.217	0.116	0.300	0.064	0.618	0.308	-0.208	-0.400	0.733	-0.172
5	0.960	0.883	0.117	0.420	0.078	0.763	0.376	0.402	-0.397	0.879	-0.088
6	0.530	0.217	0.045	0.190	0.059	0.403	0.015	-0.208	-0.664	0.534	-0.204
7	1.020	0.267	0.125	0.300	0.073	0.764	0.304	-0.118	-0.221	0.733	-0.114
8	0.860	0.233	0.120	0.200	0.063	0.643	0.328	-0.176	-0.384	0.557	-0.178
9	0.630	0.300	0.062	0.470	0.029	0.493	0.193	-0.067	-0.672	0.928	-0.514
10	1.010	0.650	0.102	0.290	0.080	0.775	0.395	0.269	-0.454	0.718	-0.075
平均值 Average	0.854	0.370	0.099	0.290	0.064	0.650	0.267	-0.033	-0.445	0.694	-0.185

内梅罗综合污染评价结果表明,研究区域土壤平均污染指数为 0.650,各采样点污染指数均未超过 1,土壤污染程度安全,土壤污染水平清洁。2、5、7、10 号采样点,土壤污染处于警戒线内,其中 2、5、10 号采样点与 As 元素超标,5 号采样点与 As、Cd 元素浓度接近标准限值有关。

地质积累评价结果表明,研究区域土壤中 Cd、Cr、Pb 的地质积累指数均小于 0,表明土壤未受 Cd、Cr、Pb 的污染,污染等级为 0,但 As、Hg 地质积累指数在 0~1,表明土壤受 As、Hg 污染,污染程度为轻污染,污染等级为轻度。比较发现,在地质积累指数法统计中,除 Cd、Cr、Pb 外,各采样点土壤 Hg 的地质积累指数均大于 As,这与评价时采用的重庆地区土壤背景值密切相关,同时也说明研究区域土壤受 Hg 的污染程度明显大于 As,这与土壤重金属含量统计及特征的结果基本一致。

2.3 潜在的生态风险评价 由表 7 可知,研究区域土壤中 5 种重金属平均单项生态风险因子的风险程度由强到弱依次为 Hg、Cd、As、Pb、Cr,其中 As、Pb、Cr 处在轻微生态风险,Cd 处在中度生态风险,Hg 处在很强生态风险,需引起重视。从各个采样点分析,研究区域土壤中 5 种重金属的潜在生态风险指数在 217.3~610.7,10 个采样点中,有 3 个采样点处于

中等生态风险,6 个采样点处于强生态风险,1 个采样点处于很强生态风险,整个研究区域污染程度属于强生态风险。从单项生态风险因子的贡献率看,Hg 的比例高达 79.1%,说明 Hg 是研究区域土壤质量的首要风险因子,这与地质累积指数法评价结果一致。城市郊区(采样点 1~5)土壤潜在生态风险高于重点生态保护区(采样点 1~6),整个研究区土壤平均潜在生态风险均值为 396.4,处于强生态危害等级,需采取防治措施,确保土壤环境安全。

3 结论

(1)研究区域土壤中 5 种重金属 As、Cd、Cr、Hg、Pb 的平均含量分别为 19.60、0.22、27.80、0.29、22.40 mg/kg,符合《土壤环境质量标准》(GB 15168—1995)二级标准要求,除 Cr 外,其余 4 种均高于重庆市土壤背景值。

(2)单项污染评价结果表明,研究区域土壤中 5 种重金属元素的污染程度从大到小依次为 As、Cd、Hg、Cr、Pb。内梅罗综合污染评价结果表明,研究区域土壤平均污染指数为 0.650,为清洁水平。

(3)地质积累评价结果表明,研究区土壤受 As、Hg 污染,污染程度为轻污染。参考重庆地区土壤背景值,研究区域土壤受 Hg 的污染程度大于 As。

表7 重金属潜在生态风险指数
Table 7 Potential ecological risk index of heavy metals

采样点 Sampling point	单项生态风险因子 Single ecological risk factor (E_i^r)					潜在生态风险指数 Potential ecological risk index (RI)	污染程度 Pollution degree
	As	Cd	Cr	Hg	Pb		
1	15.2	23.6	0.7	173.0	4.8	217.3	中等
2	39.2	53.6	1.1	237.8	5.3	337.0	强
3	31.7	42.9	1.8	378.4	5.2	460.0	强
4	30.5	27.9	1.2	324.3	5.0	388.9	强
5	35.7	113.6	1.2	454.1	6.1	610.7	很强
6	15.5	27.9	0.7	205.4	4.7	254.2	中等
7	30.2	34.3	1.8	324.3	5.8	396.4	强
8	32.0	30.0	1.2	216.2	5.0	284.4	中等
9	23.4	38.6	0.6	508.1	2.3	573.0	强
10	37.3	83.6	1.1	313.5	6.3	441.8	强
平均值 Average	29.1	47.6	1.1	313.5	5.1	396.4	强

(4)潜在的生态风险评价结果表明,研究区域土壤中5种重金属的平均单项生态风险因子由强到弱为Hg、Cd、As、Pb、Cr,其中Hg处于很强生态风险,另外4种均处于较低生态风险水平。城市郊区土壤潜在生态风险高于重点生态保护区,整个研究区土壤平均潜在生态风险为396.4,属于强生态危害等级,需采取防止措施,确保土壤环境安全。

参考文献

- [1] 王月容,卢琦,周金星,等.洞庭湖退田还湖区不同土地利用方式下土壤重金属分布特征[J].华中农业大学学报,2011,30(6):734-739.
- [2] 陈守莉,孙波.污染水稻土中有效态重金属的空间分布及影响因素[J].土壤,2008,40(1):66-72.
- [3] LOMBARDI L, SEBASTIANI L. Copper toxicity in *Prunus cerasifera*: Growth and antioxidant enzymes responses of in vitro grown plants[J]. Plant science,2005,168(3):797-802.
- [4] BAI J M, LIU X P. Heavy metal pollution in surface soils of Pearl River Delta, China [J]. Environmental monitoring and assessment, 2014, 186(12):8051-8061.
- [5] 何振立,周启星,谢正苗.污染及有益元素的土壤化学平衡[M].北京:中国环境科学出版社,1998:244-276.
- [6] 国家环境保护总局.土壤环境监测技术规范:HJ/T 166—2004[S].北京:中国环境出版社,2004.
- [7] 郑国璋.农业土壤重金属污染研究的理论和实践[M].北京:中国环境

科学出版社,2007.

- [8] 中国农业科学院农业质量标准与检测技术研究所.农产品质量安全风险评估:原理、方法与应用[M].北京:中国标准出版社,2007.
- [9] 李真熠,赵超凡,杨志敏,等.重庆市土壤重金属污染的功能分异评价[J].农业环境与发展,2013,30(4):35-40.
- [10] 国家环境保护局.土壤环境质量标准:GB15618—1995[S].北京:中国标准出版社,1995.
- [11] 杨杨,马宏伟,田立新,等.葫芦岛市典型区土壤重金属污染特征及评价[J].中国环境管理干部学院学报,2010,20(2):71-73.
- [12] 彭景,李泽琴,侯家渝.地积累指数法及生态危害指数评价法在土壤重金属污染中的应用及探讨[J].广东微量元素科学,2007,14(8):13-17.
- [13] FORSTNER U, AHLFW, CALMANO W, et al. Sediment criteria development contributions from environmental geochemistry to water quality management [M]//HELING D, ROTHE P, FORSTNER U, et al. Sediments and environmental geochemistry: selected aspects and case histories. Heidelberg, Berlin: Springer-Verlag, 1990:311-338.
- [14] HAKANSON L. An ecological risk index for aquatic pollution control a sedimentological approach [J]. Water research, 1980, 14(8):975-1001.
- [15] 王波,刘晓青,冯昌伟.芜湖市部分市售蔬菜重金属含量及其健康风险研究[J].中国农学通报,2011,27(31):143-146.
- [16] LI F Y, FAN Z P, XIAO P F, et al. Contamination, chemical speciation and vertical distribution of heavy metals in soils of an old and large industrial zone in Northeast China[J]. Environmental geology, 2009, 57(8):1815-1823.

(上接第52页)

家、省、市财政解决;事业费应列入本地年度财政预算;非经营性建设项目投资主要由地方政府预算内项目拨款投入;经营性项目投资可通过贷款、引资、入股和联营等渠道解决。

3.7 加强公众参与,提高社会影响力 加强与当地社区的联系,形成以烟台山国家级海洋公园为主导的社区共管保护网络,成立社区共管委员会,由当地居民、环保志愿者、民间环保组织构成,委员会可充分参与公园的管理工作,共同决策涉及公园保护和管理的重大问题,缓解公园保护与资源开发利用的矛盾,使当地居民享受到公园建设带来的经济效益、生态效益和社会效益。

4 结语

烟台山国家级海洋公园的成立和建设,对有效保护烟台市区“黄金海岸”海洋生态环境、合理开发利用优质的海洋资源有重要意义,具有显著的社会效益、经济效益和生态效益。

根据公园的自身特点和实际情况,针对其保护和管理中面临的关键问题,以生态保护和合理开发协调发展为原则,创新管护机构设置模式,制订公园发展规划,打造公园数字化管理体系,启用新技术、新设备,提高监测技术水平,全面掌握公园综合本底数据,多途径筹措资金,加强社区参与度,提高公园的公众影响力,从而实现公园规范化保护和管理的目标。

参考文献

- [1] 毋瑾超.海岛生态修复与环境保护[M].北京:海洋出版社,2013:299.
- [2] 王恒.国家海洋公园制度建设研究[J].国土与自然资源研究,2015(4):49-52.
- [3] 王恒,李锐铮,邢娟娟.国外国家海洋公园研究进展与启示[J].经济地理,2011,31(4):673-679.
- [4] 李妍,杨波,季如康.海洋公园综合管控技术研究:以江苏连云港海州湾国家海洋公园为例[J].海洋开发与管理,2016,33(2):101-104.
- [5] 颜利,蒋金龙,王金坑.厦门国家级海洋公园管理模式研究[J].海洋开发与管理,2015,32(7):68-73.
- [6] 陈骁.新形势下连云港海州湾国家级海洋公园数字化管理模式初探[J].中国资源综合利用,2015,33(9):47-50.