

慢速渗滤土地处理设计参数的研究*

刘 忠 翰

(云南省环境科学研究所)

摘要 由于慢速渗滤土地处理系统对污水中的有机污染物有较高的去除能力,且城市污水的有机污染物浓度远低于系统的处理负荷量,故系统的设计参数受污水中氮浓度控制。试验表明, BOD_5 负荷率高达 $3.57\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 仍不会影响系统的工艺性能,但氮负荷率一般不应超过 $0.6\text{—}0.7\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 。由氮极限值确定的水力负荷率为 $3\text{—}6\text{m}/\text{a}$ 。在规定的负荷率下,投配水深采用 $<7\text{cm}$, 4—5 天投配一次污水的投配频率是适宜的。

关键词 土地处理;慢速渗滤。

城市污水慢速渗滤与传统的污灌截然不同。污水慢速渗滤土地处理是在人工可控的条件下将经预处理的污水投配到土地上,通过土壤-植物系统自然完成一系列物理、化学和生物净化过程,达到设计所要求的净化程度的一种污水处理方法。这种方法不仅能有效地净化污水,具有经济、节能的特点,而且可利用污水中的水肥资源,促进农作物、牧草、树木的增产,使城市污水再生利用和资源化。

一、试验条件和方法

本研究在昆明一个日处理污水量为 $130\text{m}^3/\text{d}$ 的中试区内的慢速渗滤(SR)试验区进行。试验区为第四纪红色粘土上发育成的猪育型水稻土,土壤表层质地为砂壤土,随土壤剖面深度增加,土壤质地由砂壤土逐步向粘土过渡。地表至第一含水层之间的土层厚度约为 5m 。表层土壤排水性能良好,渗透性限制土层埋深开始出现在 $1.2\text{—}1.5\text{m}$ 处,实测的土壤垂直污水渗滤速率在旱作期为 $0.61\text{cm}/\text{h}$, 水田期为 $0.34\text{cm}/\text{h}$, 土壤水平水力传导率为 $0.52\text{m}/\text{d}$ 。地下水位在种植水稻时接近地表,干旱季节维持在 $0.7\text{—}1.2\text{m}$ 之间。

为了使试验结果精确,在 SR 系统四周

和内部不同种植结构间设置有垂直埋深 1.5m 的塑料隔水层。

SR 土地处理的水质监测比常规处理系统更复杂,这是因为处理系统的出水是非定点排放。在本研究系统中,除对每种工程结构的总进水口、出水口设置固定采样点外,还设置有高密度的地下水监测井和土层渗滤水采集装置,用以研究不同时段、不同处理的水质变化。

按《环境监测分析方法》规定^[1], 定期监测的水质组分有: BOD_5 、SS、COD、TOC、N 和 P 等。水质监测的频率通常为 4—5 天一次,统计数据包括二个作物生长期的连续运行测定值。

二、试验结果

用于污水 SR 土地处理的工程设计参数主要是水力负荷率、污染物负荷率、投配频率和投配水深。

一般地说,在允许的水力负荷率范围内,随着水力负荷率的提高,慢速渗滤(SR)系统对污染物的去除率无明显变化。但是,一旦水力负荷率超出规定的极限值后,其去除效果会有显著的下降。当进水组分平均浓度

* 国家“七五”科技攻关项目。

BOD 为 91.3mg/L、SS 为 81mg/L、COD 为 147mg/L、TOC 为 69.7mg/L、TN 为 54.38mg/L、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 为 28.51mg/L、TP 为 2.07mg/L 时,不同水力负荷率的天竺葵、水稻、牧草(多年生黑麦草)SR 系统的 1.5m 土层渗滤水水质列于表 1。

由于土壤去除有机物的能力相当高,在慢速渗滤设计中,有机污染物的负荷率往往不作为设计的限制因素进行考虑。表 2 结果

表明,在一定的 BOD 负荷率范围内,系统出水的 BOD 浓度无显著的变化,而氮负荷率却对系统出水的 TN 含量有极显著的影响。通常,SR 系统的氮负荷率增加,系统出水的 TN 浓度也随之增加,农作物 SR 系统对氮负荷率的影响似乎比牧草 SR 系统更敏感些。

研究结果表明(表 3),投配频率减少,即投配污水的时间间隔增加,不一定可提高系统对污染物质的去除能力,与之相反,若每次

表 1 SR 系统在不同水力负荷率时的渗滤水水质 (mg/L)

作物类型	水力负荷率 (m/a)	BOD ₅	TOC	COD _{Mn}	SS	TN	$\text{NH}_4\text{-N}$	TP
天竺葵	3.00	3.1	—	2.2	8.0	12.03	1.61	0.036
	4.40	7.4	8.7	6.9	12.5	21.63	4.17	0.182
	7.59	6.8	8.3	5.6	18.1	20.16	7.41	0.278
	9.00	13.0	11.1	9.0	16.7	16.36	14.08	0.534
水 稻	1.31	2.0	—	3.4	12.0	14.21	3.12	0.066
	2.07	2.1	—	4.6	12.2	15.93	4.60	0.102
	3.01	1.2	—	3.6	11.0	19.71	4.89	0.085
	4.19	3.2	4.8	4.0	16.8	12.92	2.63	0.130
	4.97	2.8	3.5	4.1	12.1	15.16	3.28	0.119
	5.90	2.9	9.5	4.9	13.3	18.89	2.54	0.144
	7.14	2.8	6.7	5.2	22.5	19.61	2.99	0.195
	7.98	1.9	8.1	4.9	—	18.61	3.32	0.190
	9.88	7.8	17.0	10.1	24.5	30.91	4.54	0.220
牧 草	1.78	6.4	7.4	7.4	6.7	26.59	1.59	0.122
	2.98	4.6	8.5	6.1	13.6	24.81	3.51	0.153
	4.00	2.7	7.0	4.4	8.8	21.27	3.02	0.269
	5.21	4.6	8.0	3.7	12.4	20.50	3.84	0.128
	6.42	5.8	6.0	4.7	11.6	11.37	4.43	0.167
	11.66	16.9	23.5	8.8	24.0	11.88	4.14	0.396

表 2 污染负荷率对 SR 系统出水水质的影响 (mg/L)

污染负荷率 (g/m ² ·d)	牧草 SR 系统 BOD	农作物 SR 系统 BOD	牧草 SR 系统 TN	农作物 SR 系统 TN
<0.30	0.5	—	5.11	5.96
0.30—0.60	1.5	2.0	9.60	12.26
0.60—0.89	2.2	1.5	22.31	17.71
0.89—1.19	2.9	3.2	17.17	29.63
1.19—1.49	3.0	—	16.50	—
1.49—1.79	2.8	—	62.60	—
1.79—2.38	3.7	2.4	—	—
2.38—2.98	3.5	2.4	—	—
2.98—3.57	7.3	—	—	—

表 3 投配频率和投配水深对 SR 系统出水水质影响 (mg/L)

作 物	投配水深 (cm)	投配间隔 (d)	BOD ₅	TOC	COD _{Mn}	SS	TN	NH ₄ -N	TP
牧草	8.2	3	9.7	15.5	6.8	19.5	9.91	3.19	0.30
	6.4	4	3.0	8.7	4.9	14.5	13.37	2.48	0.19
	6.8	5	4.2	5.8	4.2	12.4	10.28	4.24	0.16
	6.1	6	4.2	8.2	3.6	10.9	24.31	3.01	0.12
	5.8	7	8.0	11.5	9.5	17.6	29.86	3.86	0.19
	6.8	8	2.7	5.9	4.3	10.4	31.27	1.94	0.14
树木	4.8	4	4.8	6.8	5.5	12.6	13.01	5.34	0.22
	6.2	5	5.5	9.1	5.9	16.3	14.89	5.31	0.21
	6.1	6	4.9	8.4	6.0	17.5	16.50	6.32	0.28
	6.2	7	6.6	10.7	5.9	20.5	17.90	5.92	0.32
玉米—小麦	6.2	4	4.2	6.6	3.9	18.7	6.39	4.72	0.16
	6.8	5	2.9	4.1	3.4	21.0	6.11	3.32	0.23
	5.5	6	4.0	4.8	3.4	28.2	7.28	3.43	0.15

投配水深较接近,投配频率减少(利用周期增加),反而使某些污染物质如 TN、SS 的去除率降低。

三、讨论与分析

1. 水力负荷率

水力负荷率是至少在一个负荷周期,每单位土地面积上投配的污水体积。水力负荷率一般用 cm/周或 m/a 表示。水力负荷率是一个重要的设计参数,通常用它来计算 SR 工艺所需的土地面积。

在 SR 系统设计中,水力负荷率通常限制在 0.6—6m/a。美国农业系统 SR 水力负荷率一般为 1.0—4.2m/a,但有的 SR 系统(如佛罗里达州的特勒哈什系统)水力负荷率夏季高达 10.4m/a,冬季也维持在 5.2m/a^[2]。对某一污水使用的水力负荷率的大小,除污水本身的水质因素外,主要依赖于土壤性能和选择作物的耐氮性能。这是因为根据土壤传输水的能力(即土壤渗透率)和通过根区的渗滤水中氮浓度,可分别确定两个不同的水力负荷率。设计时,采用二者中较小的那个水力负荷率,多数情况下渗滤水的氮浓度决定水力负荷率。

表 1 的结果说明,土壤渗透率不是水力负荷率的限制因素。由于限制性土层埋深开始出现在 1.2—1.5m 处,而恰好在这土层中设置有排水暗管,即使试验水力负荷率高达 11.66m/a,仍在上层土壤剖面允许的渗透率范围内。

水力负荷率与有机污染物有一定的联系。在一定水力负荷率范围内,出水 BOD、TOC、COD 和 SS 的浓度差异不显著,但超过一定负荷率,如 9.00—11.66m/a 时,系统出水的有机污染物浓度均急剧增加,其含量在 10—30mg/L 之间变化。

水力负荷率直接影响渗滤水中氮、磷浓度。图 1 的曲线说明,随着水力负荷率增加,水生和旱作 SR 系统的 TN 变化不一致。一般地说,水稻 SR 系统的水力负荷率越大,1.5m 处的土壤渗滤水 TN 浓度则越高,与之相反。牧草、小麦和天竺葵 SR 系统的水力负荷率增加,土壤渗滤水 TN 浓度反而有不同程度的降低。

SR 系统出水的 NH₄-N 和总磷浓度与系统的水力负荷率呈正相关(图 2)。即随着系统水力负荷率的不断变大,渗滤水中 NH₄-N 和 TP 浓度均有不同程度的增加。

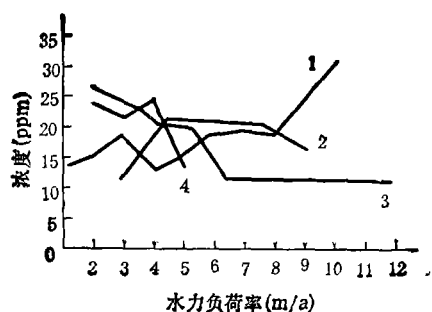


图 1 TN 与水力负荷率的关系
1.水稻 2.天竺葵 3.牧草 4.小麦

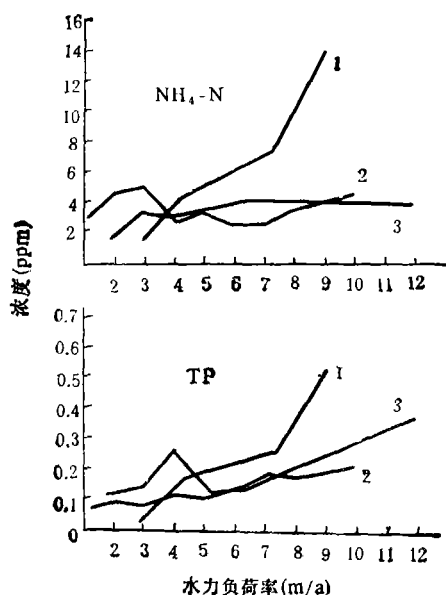


图 2 $\text{NH}_4\text{-N}$ 和 TP 与水力负荷率的关系
1.天竺葵 2.水稻 3.牧草

事实上,根据氮极限值确定的水力负荷率计算是按 80% 的去除率进行设计的。检验选用的设计水力负荷率是否正确,应以这个设计目标为准绳,同时,也应结合考虑系统出水尽可能符合承接水体的要求。表 4 的结果说明,天竺葵 SR 系统选择 3m/a ,水稻 SR 系统选择 4m/a ,黑麦草 SR 系统选择 6m/a 的水力负荷率是较为适当的。

对于农作物 SR 系统而言,过分追求氮的高去除率可能不太现实。因为农作物 SR 系统常位于历史上的污灌区,长期的精耕细作,使土壤较为肥沃,且这些地区都要追求高额产量。用运行系统的土壤进行室内模拟浸提实验表明,向土壤浇灌大量有机物质含量较低的污水,会使土壤中有有机物(腐殖质)淋洗出来^[3],其中有机氮量为 $6\text{--}16\text{mg/g}$ 土, $\text{NH}_4\text{-N}$ 量为 $1.40\text{--}3.09\text{mg/g}$ 土,有资料认为,土壤液相含 $1\text{--}3\text{mg/L}$ $\text{NH}_4\text{-N}$ 是作物生长所必需的^[4]。当水田土壤中铵氮浓度在 3mg/L 以下时,一般可以通过农业技术措施(如烤田等)消除氮过剩危害,超过 5mg/L 就不可避免地导致水稻减产^[5]。由耕层淋溶出来的腐殖质可以在有机质含量低的底层土壤中淀积,渗滤水中的 $\text{NH}_4\text{-N}$ 也会被下层土壤吸附。因此,本研究的 SR 系统总水力负荷率约为 4.5m/a 时,不会造成对地下水的污染(表 5)。

2. 污染物负荷率

表 4 农作物 SR 系统在不同水力负荷率时的氮磷去除率(%)

水力负荷率 (m/a)	TN			$\text{NH}_4\text{-N}$			TP		
	天竺葵	水稻	黑麦草	天竺葵	水稻	黑麦草	天竺葵	水稻	黑麦草
1.8—2.1	—	71	51	—	84	94	—	95	94
3.0	78	64	54	94	83	88	98	96	93
4.0—4.2	62	76	61	85	91	89	91	94	87
5.0—5.2	—	72	62	—	89	87	—	94	94
5.9—6.4	—	65	79	—	91	85	—	93	92
7.6—8.0	63	66	—	74	88	—	87	91	—
9.0—11.7	70	43	78	51	84	85	74	89	81

表 5 SR 系统的除氮效果 (mg/L)

处 理	TN	NH ₄ -N	NO ₃ -N	NO ₂ -N
SR 系统进水	55.71	26.82	0.164	0.026
土壤渗滤水(1.2—1.5m)	13.13	2.56	0.682	0.076
受影响的地下水(5—7m)	0.85	0.60	0.030	0.011
对照的地下水(5—7m)	1.04	0.76	0.090	0.014

表 6 处理污水有机污染物的可生化率

频数比例 (%)	TOC/BOD 比值	TOC 可生化率 (%)	BOD 可生化率 (%)
8.33	>1.0	88.57±1.42	94.42±3.04
6.66	0.92—1.0	79.76±11.76	92.07±4.53
18.33	0.8—0.91	89.55±7.22	94.64±4.70
66.68	<0.8	92.45±5.42	96.64±2.30

习惯上, SR 的设计和运行不用污水组分(如 BOD 和氮)的质量负荷率,这是因为一般系统使用的负荷率还远低于可以影响工艺性能的负荷率。但是,在高水力负荷率的 SR 系统设计中,应充分考虑设计系统的污染物负荷率的允许极限值。

表 2 的结果证明,在昆明地区的气候条件下,土壤微生物最佳生活条件优越,加之污水中有机污染物可生化率高(见表 6),故 BOD 的污染负荷率的极限值大于 $3.57\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$,这至少说明 BOD 污染负荷率在 $3.57\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 时,系统出水的 BOD 浓度可以保证在 $<10\text{mg}/\text{L}$ 的范围内。这个测定值比长谷川清调查的 BOD 数值是 $2\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 的结论高^[3]。当用总氮的负荷量来表示时,氮去除率为 80—90%,氮负荷率极限值为 $0.60\text{—}0.30\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 。本研究系统实际采用的水力负荷率折算为氮负荷率约为 $0.69\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$,略高于 $0.60\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$,SR 系统的出水总氮去除率仍接近 80%,说明将氮负荷率的极限值定在 $0.6\text{—}0.7\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 可能是一个经济的指标。

3. 投配频率和投配水深

在美国 SR 土地处理的实践中,投配频率(或称利用周期)的变化范围从 3—4 天投配一次(砂质土壤)到约每两周投配一次(重粘

质土壤),通常使用每周投配一次的投配频率^[2]。本研究结果表明,在旱作的 SR 系统,过大的利用周期易使土壤因干燥而产生裂隙,这种裂隙会在下一次的污水投配过程中造成污水与土粒的不良接触,并发生局部的短路现象。同时,过大的利用周期使投配水深过高,会降低污水中某些组分的去除效果。

就试验条件而言,控制牧草、树木、香料和农作物 SR 系统的投配水深在 7cm 以下都是比较安全的。由此推算和实际测定的结果都表明,在砂壤土的处理场地,4—5 天投配一次污水的投配频率是适宜的。

四、结 束 语

根据我国水资源状况和污灌的历史和现状,我国多数地区发展污水土地处理的技术路线和策略必然是首先着眼于原始污灌方式的改进。可以预计,在较长一段时间内,我国发展土地处理的重点将是科学污灌的延伸和工程化。然而,要真正建成一个高效、经济,并促进农作物增产的 SR 系统并非易事,除正确解决预处理及非灌溉季节的污水处置措施外,还取决于正确选择水力负荷率、污染物负荷率、投配频率和投配水深。研究结果表

(下转第 34 页)

表 10 不同类型土壤 Cu 的临界含量 (ppm)

土 类	临界含量	亚 类	临界含量	土 种	临界含量
灰钙土	110	灰钙土	110	普通灰钙土 砂砾质灰钙土	110 100
褐色土		草甸褐色土			
黑土	230	黑土	230	薄层黑土 中厚黑土 深厚黑土	230 298 289
棕壤		草甸棕壤			
黄棕壤	99	黄岗土	99	下蜀黄岗土 盱眙黄岗土 孝感黄岗土	99 123 115
紫色土	70	酸性紫色土 中性紫色土 石灰性紫色土	70 110 130		
红壤	53	红壤	53		
赤红壤	45	赤红壤 潜 土	45 104		
砖红壤	80	砖红壤	80		

参 考 文 献

- [1] Перповская, А. Ф., Химия, ИАР, В, Чх(3), 12(1982).
- [2] Ильин, В. Б., Химия, ИДР, В, Чх(3), 5(1982).
- [3] Умаров, М. М., Гигиена и Санитария, 2, ИДР 53(1911).
- [4] Davis, R. D. et al., Plant soil, 49, 395(1978).
- [5] Kakuzo, Kitagishi et al., Heavy Metal pollution in Soil of Japan, Japan Scientific Societies Press, 1981.
- [6] George, A. et al., J. W. P. C. F. 12(49), 2380(1977).
- [7] Webber, M. D. et al., J. W. P. C. F. 55(2), 180(1983).

(收稿日期: 1991 年 4 月 1 日)

(上接第 61 页)

明, 各类作物组成的 SR 系统均有较高的去除有机污染物的能力, 但由于作物的不同特性和作物构成的土壤氧化还原条件差异, 系统出水的氮极限值通常成为工程设计的核心参数。氮极限值确定的水力负荷率表明, 天竺葵 SR 系统为 3m/a, 水稻 SR 系统为 4m/a, 小麦 SR 系统为 5—6m/a, 多年生黑麦草 SR 系统为 6m/a。一般地说, BOD 负荷率不是限制因素, 即使高达 $3.57\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 也不会影响系统的工艺性能, 但氮负荷率一般不应超过 $0.6—0.7\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 。规定的水力负荷率和氮负荷率范围内, 投配水深采用 $<7\text{cm}$, 4—5

天投配一次污水的投配频率较为合适。

参 考 文 献

- [1] 国家环保局《水和废水监测分析方法》编委会, 水和废水监测分析方法, 第 108, 252—286, 354—368 页, 中国环境科学出版社, 1989 年。
- [2] U. S. Environmental Protection Agency, Technology Transfer Process Design Manual for Land Treatment of Municipal Wastewater, pp. 4—6 and E-2, Center for Environmental Research Information, Cincinnati, 1981.
- [3] 长谷川清, 国外农业环境保护, (1), 21(1986).
- [4] 中国科学院南京土壤研究所主编, 中国土壤, 第 366 页, 科学出版社, 1978 年。
- [5] 杨景辉, 国外农业环保动态, 试刊(1), 3(1984).

(收稿日期: 1991 年 4 月 1 日)

Abstracts

Chinese Journal of Environmental Science

complete set of wastewater treating method by plants all the year round.

Key Words: artificial substratum, soilless cultivation, filtrate wastewater, *Ipomoea aquatica* Forsk, biopurification.

Removal of Pollutants in Sewage by Slow Rate Infiltration Land Treatment. Cai Siyi, Zheng Zhenhua, Lu Hua, Yang Hong (Institute of Agro-Environmental Protection, Ministry of Agriculture, Tianjin): *Chin. J. Environ. Sci.*, 12(4), 1991, pp. 52—56

This paper discusses the efficiency of the removal of pollutants from sewage with slow rate infiltration land treatment at different conditions including sewage qualities and quantities as well as plant species growing in the treating land. Compared with other treatment techniques, this method was found to be more effective.

Key Words: slow rate infiltration, land treatment, sewage, pollutants.

Study on the Design Parameters for Slow Rate Land Treatment. Lui Zhonghan (Yunnan Institute of Environmental Science, Kunming): *Chin. J. Environ. Sci.*, 12(4), 1991, pp. 57—61

The main design parameters of slow rate land treatment are hydraulic loading rate, constituent loading rates, application frequency and depth of water applied. As SR systems share better capability of deleting organic contaminants and the organic contaminant contents of municipal wastewater are far below the loading rates of SR system, the design parameters of SR system will be dominated by nitrogen concentration of wastewater. Under Kunming experimental conditions, 3.57g/m²·d of BOD₅ loading amount will not affect the process performance, however, nitrogen loading rate should not exceed 0.6—0.7g/m²·d. Hydraulic loading rate based on nitrogen limits is 3—6m/a. Under given allowable loading rates, the depth of applied water should be less than 7cm and the intervals between applications range from 4 to 5 days.

Key Words: land treatment, hydraulic loading rate.

Recent Advances in Dyeing Wastewater Treatment. Wang Kaimin Jin Zhijun (Engineering Institute of the Ministry of Textile Industry): *Chin. J. Environ. Sci.*, 13(4), 1991, pp. 62—67

Advances of the techniques in dyeing Wastewater treatment in recent years lies mainly in two aspects: improvement of biological processes, and development of new wastewater treatment chemicals. This paper presents the achievements during the Seventh Five-year Plan, most of which have already been tested by pilot experiments, and some of them have already had history of practical application. These include anaerobic aerobic bio-treatment

systems, bio-ferrous system, selection and application of fine varieties of decolouring bacteria and PVA degradation bacteria, new types of efficient coagulants, high voltage pulse electrolysis processes. All the techniques mentioned above, when applied to dyeing wastewater treatment, high treatment efficiency can be acquired: CODcr reduced by 70—90%, and colourity reduced by more than 70%.

Key Words: dyeing wastewater, biological treatment, chemical treatment, dominant species, sludge disposal.

Development of National Environmental Information System. Li Ya, Zhang Jiqiang (Chinese Research Academy of Environmental Sciences, Beijing): *Chin. J. Environ. Sci.*, 12(4), 1991, pp. 68—72

"National Environmental Information System" (NEIS) was a National Key Project of the 7th 5-year Plan. The research background, methodology of the project as well as the structure, scale, main functions of NEIS and its further development objectives in the 8th 5-year Plan Period were described in this paper. The current situation of the information techniques was also outlined.

Key Words: National Environmental Information System.

A Study on Residues and Persistence of Insecticide 1-(4-Chlorophenyl)-3-(2-Chlorobenzoyl) Urea (CCU) in Chinese Cabbage and Soil. Mo Hanhong, An Fengchun (Research Center for Eco-Environmental Sciences, Academia Sinica), Zhou Zhenhui, Xu Zhengyin, Weng Chaolian (Shanghai Institute of Entomology, Academia Sinica), Bi Wangfu, Deng Wenhong, Li Dengzhen, Li Yanning (Biology Center of Beijing Forestry University): *Chin. J. Environ. Sci.*, 12(4), 1991, pp. 73—78

A study on the residues and persistence of insecticide 1-(4-chlorophenyl)-3-(2-chlorobenzoyl) urea (CCU), a chitin synthetase inhibitor, in Chinese cabbage and soil was carried out in northern and southern China during 1988 and 1989, respectively. The results in the study indicated that CCU could break down easily in plant and soil. The half-life values for CCU was 3.8—14.0 days in Chinese cabbage and 8.8—27.0 days in soil. The maximum level of CCU residues was 2.67 ppm in Chinese cabbage and 13.81 ppm in soil 21 days after the last application of the pesticide at the application rates of 150 or 300g a. i./hectare and with application frequencies of 2 or 3. 3ppm as the maximum residues level for CCU in Chinese cabbage and 21 days as the safety interval for the vegetable treated with CCU were recommended.

Key Words: residue, persistence, insecticide 1-(4-chlorophenyl)-3-(2-chlorobenzoyl) urea (CCU), Chinese cabbage, soil.

A Comparison of the Elemental Character-