

xικ 进水方式与历时水力负荷

试验在xZZΔ年A月Z日—Γ月xz日进行,在此期间,每星期连续均匀地从土表面人工进水y次。A月Z日—B月B日为初期,每次进水zααω1∂,历时B1χ2,水力负荷为ωωΓΔ1εvο1γ·φρ;B月Γ日—Γ月xz日为中后期,每次进水Aααω1∂,历时xzικ1χ2,水力负荷为ωωΔεzε1εvο1γ·φρ。x号槽进养鳖废水,y号槽进化粪池水,两槽进水次数与水力负荷相同。

xιΔ 水质检测指标与方法

ΠφP_{II}H重铬酸钾法

OφP_BHγω℃Bρ溶解氧稀释测定法

∂Φ_A^rt∂H直接比色法

φφ_A^{z'}I靛蓝比色法

ιΦI精密ιΦ试纸测定

xιB 原始土壤性状

试验用土为粉砂性壤土,取自某蚕桑场,透水通气性好,持水能力较差,土质肥沃(由于多年施有机肥),适宜茄子等作物生长。经分析^{θκ},该土壤主要化学特性指标为HιΦΔιΔ,∂Φ_A^rt∂xx1υv∂s速效φZαω1υv∂。

y 试验结果与分析

yιω 废水处理效率

试验中每周对进水与出水进行水质检测HΠφP_{II}y次,OφP_Bx次,∂Φ_A^rt∂y次,φφ_A^{z'}y次,结果列于表y。

表y 主要水质污染指标去除率

指 标	ΠφP _{II} ο1υ/∂ρ		OφP _B υ1υ/∂ρ		∂Φ _A ^r t∂ο1υ/∂ρ		φφ _A ^{z'} ο1υ/∂ρ	
	进水	出水	进水	出水	进水	出水	进水	出水
初期IA月Z日—B月B日								
养鳖废水	变化范围 xBεωy~xBEικ EZιΔ~xωZιB							
	平均值 xBAικ ZZικ							
	去除率 zBιΓ%							
化粪池水	变化范围 xΓΓιΔ~yδΓιΔxxιΔE~xAxιB							
	平均值 xEΓιΓ xγΓιΔ							
	去除率 zyιω%							
中后期IB月Γ日—Γ月xz日								
养鳖废水	变化范围 xAΓιΔ~xBEιB BAικ~ZyιΔ		xικ~xγω ΔΔ~EΓ		BυιB~EΔιω Διω~yυιB		AιΔ~xxιZxxιΓ~xΔιΓ	
	平均值 xΓAιω ΔΓιω		xxxιB BxιB		ΓyιA xZιΔ		ΔιZ xAιB	
	去除率 BxιΔ%		BxιE%		ΓEιω%		淋失ΓιΓ	
化粪池水	变化范围 xααυΔ~xAEιω zEιΓ~ZΓιω		Zω~xγω yz~Bω		xBιB~yEιω xιB~EιB		zιB~ΓιΔ ZiE~xBυA	
	平均值 xAxιE ΓEιy		xιB zΓιB		yxιω Aικ		Aιω xyιω	
	去除率 BxιZ%		ΓBιy%		ΔZιΓ%		淋失Eιω	

从表y可见,在试验初期ΠφP_{II}去除率较低,只有zω%多一点。在试验中后期,养鳖废水经过土壤栽培系统的净化,有机物(ΠφP_{II}与OφP_B)去除率达到BA%左右。有机物的去除是通过物理作用、物理化学作用、微生物作用和作物吸收来完成的。土壤颗粒间的孔隙对废水中的有机悬浮颗粒发生过滤和截留作用,土壤胶体颗粒的巨大表面积对废水中的有机和无机胶体有物理吸附作用,带负电的土壤颗粒还能与废水中的有机离子发生离子交换吸附。这些作用使废水中悬浮

和胶体状的有机物转移到土壤表面而与废水分离。土壤中含有大量的异养性微生物对悬浮、胶体和溶解状有机物进行生物降解,使之矿化成无机养分^{θκ}。这些养分被作物根系吸收利用。从表y还可看到,化粪池水的ΠφP_{II}去除率与养鳖废水差不多,前者OφP_B去除率高一些s可能是由于化粪池水中微生物量较丰富而致,但总的说来两者的有机物去除机理应该是基本相同的。

表y中显示,养鳖废水中含∂Φ_A^rt∂量很高,达到ΓyιA1υv∂,经该系统净化后,去

除率达到 $17E\mu\%$ ，绝对去除量为 $Ay\mu\Delta\ 1\ \nu\nu$ ∂ ；化粪池水 $\partial\ \Phi_A^r\ t\ \partial$ 的去除率与绝对去除量也分别达到 $\Delta Z\Gamma\mu\%$ 和 $x\Gamma\mu E\ 1\ \nu\nu\ \partial$ ，说明该系统具有良好的脱氮功能。这主要与系统的特性及作物种类有关。系统的栽培介质是中性的粉砂性壤土，土层的透水与通气状况良好，氧气含量较充足。废水中的有机氮通过异养微生物的矿化作用大部分转化成 $\partial\ \Phi_A^r\ t\ \partial$ ，而在中性条件下 $\partial\ \Phi_A^r\ t\ \partial$ 极少转化成气态氮散失掉，又在好氧环境中，其中有一部分通过硝化过程转化成 $\partial\ \phi\ z'$ ，最后 $\partial\ \phi\ z'$ 与 $\partial\ \Phi_A^r$ 一起被作物吸收利用^[26]。茄子生长过程对氮的需要量大，特别是在试验后期茄子开花结果时，大量吸收系统中的氮，使这时期 $\partial\ \Phi_A^r\ t\ \partial$ 的去除率达到 $Z\mu\%$ 左右 (Γ 月中旬 y 次检测中 $\partial\ \Phi_A^r\ t\ \partial$ 的去除率都超过 $Z\mu\%$)。

yiy 磷的淋失原因

从试验结果来看，养鳖废水和化粪池水通过试验系统后，使系统的 $\partial\ \phi\ z'$ 含量分别淋失了 $\Gamma\mu\Gamma\ 1\ \nu\nu\ \partial$ 和 $E\mu\mu\ 1\ \nu\nu\ \partial$ 。这主要与本系统土壤介质的性状有关。一般情况下，在土壤栽培系统中可溶态 $\partial\ \phi\ z'$ 在酸性条件下会被 $T\sigma$ 、 Ξ 氧化物等吸附固定，而在碱性条件下会被 $IE\ \Pi\ \phi\ z'$ 、 $\epsilon\ \nu\ \Pi\ \phi\ z'$ 等吸附固定。这样形成各种形式的磷酸盐被作物吸收利用。以上过程至少需要在 $\nu\mu\epsilon\ \sim\ \nu\mu\Gamma\ 1$ 的上层土中才能完成^[26]。本试验用土为中性 $\partial\ \Phi$ 为 $\Delta\mu\Delta$ 的粉砂性壤土，土层厚仅 $\nu\mu\mu\ y\ 1$ ，且土壤颗粒间的孔隙度大，透水性好，土壤胶体对磷的吸附量少，而土壤本身所含速效 ϕ (中性土壤中的速效磷多以磷酸一钙和磷酸二钙存在^[26]) 高达 $Z\mu\ 1\ \nu\nu\ \partial$ 。在这种情况下，当试验废水通过土层时，水中的 $\partial\ \phi\ z'$ 含量不但不能被吸附固定，反而在一定的水力负荷下溶解淋失了系统中原有的一部分磷含量，以致达不到除磷的目的。

y\mu\epsilon 水力负荷对去除率的影响

试验初期水力负荷较大，为 $\nu\mu\mu\Gamma\Delta\ 1\ z'\nu$

$\nu\ 1\ y' \cdot \phi\ p$ ，这时 $\Pi\ \phi\ P\ \mu$ 的去除率较低。中后期把水力负荷调整到原来的一半，为 $\nu\mu\mu\ E\ z\ 1\ z'\nu\ \nu\ 1\ y' \cdot \phi\ p$ ，结果发现去除率明显上升，表明水力负荷对去除率有较大影响。

y\mu\Delta 作物生长情况

试验开始时移栽的茄子苗植株高约 $y\mu\ \pi\ 1$ ，试验 x 个月后，进养鳖废水的水槽 x 内茄子长到约 $y\ B\ \pi\ 1$ ，进化粪池水的水槽 y 内茄子长到约 $y\ y\ \pi\ 1$ ；试验 y 个月后， y 个水槽内茄子都已结果；试验结束时，茄子继续开花结果。总的来看 x 号槽的茄子比 y 号槽的长得好一些，这主要是因为养鳖废水中有机物及氮、磷含量比化粪池水要丰富一些，促使作物长得更好一些。

z 小 结

从生态学原理出发，利用土壤栽培系统处理人工养鳖废水和生活污水，取得了较好的效果。两种废水中有机物去除率达到 $B\mu\%$ 以上， $\partial\ \Phi_A^r\ t\ \partial$ 去除率可达到 $\Delta\mu\% \sim E\mu\%$ ，若经过适当调整可回用于养殖场或其它用途。试验结果表明，本系统没有除磷作用，还反映了水力负荷等对处理效果有影响。根据暴露出来的情况，我们认为今后进一步研究应注意以下几方面的问题。

z\ \mu\ \mu 土壤性状的影响

考虑处理系统时，必须根据废水的水质情况，选择相适应的土壤类型，必要时还要对土壤介质的性状进行适当的改良或调整，才能取得预期的处理效果。

z\ \mu\ y 农作物生理特性的影响

不同农作物对废水中各种营养元素 (氮、磷等) 的吸收与利用量是不同的，而同一种作物在不同的生长期对这些养分的需要量也有一定的差别，故在设计处理系统时要针对废水的净化目标，选择合适的作物。

z\ \mu\ \epsilon 土层厚度的影响

土层太薄，废水停留时间太短，容易在