

两种土壤上接种微生物对提高石油降解率的影响

常志州 何加骏

$\rho\ .\ \delta\ .\ \delta\ \sigma\hat{\xi} o\ \sigma o$

(江苏省农业科学院, 南京 $y\pi\alpha\alpha xA$)

($\Xi\&.\epsilon$ 大学 s 美国得克萨斯)

摘 要 本试验在实验室中,研究了两种土壤上接种不同来源微生物对增加石油降解速率的影响。就土壤而言,接种微生物,在培养的第 $x\chi\rho$,增加了土壤中异养微生物与石油利用菌的数量,显著提高了 $\Pi\phi$, 释放量;培养 $A\chi\rho$, 接种微生物使石油碳氢化合物消失量上升 $yA\alpha\alpha\Gamma\%$;接种微生物对粉砂土中石油生物降解没有影响;这表明土壤生境条件影响接种的效果。

关键词 石油污染 生物降解 土壤

前 言

为了加快与促进土壤中污染有机化合物的降解,采用接种微生物的方法在 Γw 年代已被世人了解 ^{$\theta\chi\ \theta y\kappa$} 。但当土壤受石油污染时,接种石油分解菌是否可以提高石油降解速度,则是个争议较多的问题。

持赞成观点的学者认为,接种外来微生物是提高石油降解速度的有效方法。因为土壤中缺乏能降解某些化合物或乳化某些水不溶性化合物能力的微生物;或土壤中虽然有降解石油能力的微生物存在,但微生物的数量达不到使石油碳氢化合物快速分解所要求的生物量 ^{$\theta z\ s\ A\kappa$} ;或既是上述两种条件都能满足,接种石油分解菌至少可以减少土壤中土著微生物对石油污染所需要的反应时间 ^{$\theta\beta s\ \Gamma\kappa$} 。

而持反对观点的学者认为,土壤微生物种群通常也包括了能降解石油碳氢化合物的菌株,且有对污染物迅速反应的能力;再则,由于土著微生物对所处土壤环境有高度的适应性,且有很强的竞争能力,可以逐步消除因接种外来微生物在石油分解初期形成的速度优势 ^{$\theta\Delta s\ E\kappa$} 。

因此,需要做更多更深入的研究工作,进一步弄清接种微生物对提高石油降解的影响。在本试验研究中,选择了两种土壤,两种不同来源的接种物,其中一个是美国 $\Sigma\phi\Xi$ 推荐的降解石油菌剂,另一个是预先加富培养的提取物。目的是探索不同菌种来源和不同土壤对接种效果的影响。

材料与方法

土壤

试验所选两种土壤,壤土与粉砂土,均采自得克萨斯 $\Xi\&.\epsilon$ 大学实验农场。采样前,土壤未有石油污染历史。土壤风干后,磨碎,通过孔径为 $x^{1\ 1}$ 的筛。土壤基本农化性状分析由该土壤测试实验室完成。数据见表 x 。

石油

石油为 $\Xi o\chi^2\ 0\theta\ 0\sigma\tau$ 原油,试验前,原油在 $x\alpha w^{\circ}C$ 下挥发 $A\phi$, 以减少易挥发性物质对土壤微生物的毒害作用或因挥发损失给试验带来的误差。在各处理中,石油的添加量为 $B\upsilon\pi\alpha w$ 土壤。

表1 两种土壤的部分物理和化学性状

土 壤	Φ	有效氮	有效磷	有效钾	有机质	粘粒	砂粒	粉砂
		10^{-6} g/g 土	10^{-6} g/g 土	10^{-6} g/g 土	%	%	%	%
壤 土	$\Delta 1E$	yA	xZc	$Ac\Delta$	$x1E$	zw	zy	zE
粉砂土	$B1E$	y	y	Δc	$y1c$	xw	1Δ	yz

表2 接种对二氧化碳累积释放量的影响 10^{-6} g/g 土

土 壤	处理	培养天数					
		Δ	xA	yx	yE	zB	Av
壤 土	对照	$y1BZ$	$xy1\Delta A$	$x\Delta 1BZ$	$ywy1A$	$yy1BZ$	$yA1AA$
	接种 x	$z1E\Delta$	$xB1cZ$	$xEwy$	$yw1BZ$	$yy1AA$	$yA1Ay$
	接种 y	$B1B0$	$xA1c1$	$x\Delta 1AA$	$xZ1AB$	$yy1u1$	$yA1y1A$
粉砂土	对照	$\Delta 1cZ$	$ywy1Zc$	$yy1Zc$	$yz1BZ$	$yA1wy$	$yA1BZ$
	接种 x	$\Delta 1cA$	$ywy1BZ$	$yy1BZ$	$yz11B$	$yA11BZ$	$yB1cA$
	接种 y	$\Delta 11A$	$ywy1Z$	$yz1wy$	$yz1E1$	$yA11c$	$yA1E1$

1.2 处理

试验分3个处理,(1)对照(不接种);(2)接种 x ,美国Sigma推荐的石油降解菌剂;(3)接种 y ,来自壤土加富培养的提取物。具体方法为H壤土加B%的石油预先培养 A_0 ,然后按水:土为 $xw:x$ 加无菌水于壤土中,振荡 wB ,澄清后的上清液为接种物,同时计数接种物中石油利用菌。两种接种物的接种量分别为:每克土壤 $x1 \times xw^1$ 、 $z1 \times xw^2$ 个石油利用菌。所有处理按石油中碳(C)氮(N)比 $17:x$,碳(C)磷(P)比 $E_{17}:x$,分别添加 $0.1 \Phi_A$ 与 $0.1 \Phi_B$,添加氮肥与磷肥的目的是避免土壤缺少氮磷养分而影响试验结果;试验在一种带盖的玻璃瓶($A_{17} 100 \text{ mL}$)中进行。每瓶装土 A_{17} ,通过不断给玻璃瓶称重加水,维持土壤水势为 $-x \times xw^2 \Phi$ 。土壤在室温($yB^\circ\text{C}$)下培养 A_0 ,试验培养过程中,两天采样测定一次 10^{-6} g/g 释放量,在培养的第 $x1$ 与 A_0 天采样计数土壤中异养微生物与石油利用菌数量,试验培养结束时,采样测定土壤中残留的石油碳氢化合物含量。所有处理均重复两次。

1.3 分析方法

二氧化碳测定用气相色谱法;土壤中异养微生物与石油利用菌计数,分别采用平板稀释与最大稀释法;石油碳氢化合物($\alpha \Phi$)

含量分析用经修改的美国Sigma法^[12]。

2 结果与讨论

2.1 培养过程中二氧化碳的释放

$z1w$ 土壤受石油污染后,土壤中增加的 10^{-6} g/g 累积释放量虽不能准确定量地衡量土壤中石油碳氢化合物生物降解量,但可以动态地反映出土壤中生物活动过程以及石油降解情况^[12]。两种土壤接种微生物后,培养 A_0 的 10^{-6} g/g 累积释放量见表2,对不同时间段的 10^{-6} g/g 累积释放量进行数理统计分析,结果表明,培养第 10 天,在壤土上,接种加富培养微生物的处理, 10^{-6} g/g 累积释放量显著高于接种菌剂产品与未接种处理,前者分别是后者的 $x1\%$ 与 $z1\%$ 。其原因很显然,加富培养的微生物来自壤土,与菌剂产品相比,它们更适应壤土的土壤环境,对石油碳氢化合物反应更迅速,因此表现出最高的 10^{-6} g/g 释放量。接种物中的有机碳含量分析结果表明,两种接种物带给土壤的有机碳不到 $z1 \times 10^{-6} \text{ g/g}$ 土壤,处理中增加的 10^{-6} g/g 释放量可以归集于土壤中有有机质与石油的降解。在培养的第 10 天, 10^{-6} g/g 累积释放量以接种菌剂产品的处理为最高,接种加富培养微生物的处理次之,未接种的对照仍显著低于接种处理,但到了培养的第 A_0 天,在接种与未接种处理

汞毒害对小麦幼苗生长的影响

赵海泉

洪法水

o 安徽农业大学生物工程系, 合肥 $yz\tau\alpha\tau\Gamma$) (淮北煤炭师范学院生物系, 淮北 $yzB\alpha\alpha\alpha$)

摘 要 研究了汞毒害对小麦幼苗生长的影响。结果表明汞毒害抑制硝酸还原酶活性、叶绿素合成,降低光合速率,因而抑制幼苗生长。

关键词 汞 小麦 生长

随着乡镇工业的发展,汞污染已成为农田的一大危害,严重地影响农作物的生长发育,导致产量下降 $\beta^x-\pi^k$ 。但汞毒害对植物生长的影响机制尚有许多未能阐明,本文探讨汞毒害对小麦幼苗生长过程中硝酸还原酶($\vartheta\varrho$)活力、叶绿素合成及光合速率的影响,以揭示有关毒害作用机制。

x 材料与方法

供试材料为小麦品种 $\phi\Phi Ey-y-y$ 。精选大小均匀、饱满的种子播种于瓷盘的石英砂中,待出齐苗后,分别施 $B\alpha v^0\partial B\times xw^{-B}$ 、 $x\times xw^{-A}$ 、 $B\times xw^{-A}$ 、 $x\times xw^{-z}130v\partial\Phi v\prod_y$ 于瓷盘中,置于自然光照下持续培养 x 周。每处理重复 z 次,对照为水处理。

培养期间取苗测定有关理化指标。硝酸还原酶活性的测定采用体内改进法 θ^{Ak} ,叶绿素含量测定采用混合液浸提法 θ^{Bk} ,光合速率测定采用氧电极法 θ^{T^k} ,单株鲜重、干重按常规法测定。

y 结果与分析

y τw 汞毒害对小麦叶片和根系硝酸还原酶活性的影响

从图 x 看出,在低浓度($B\times xw^{-B}130v\partial$)下,随着培养时间的延长,叶片 $\vartheta\varrho$ 活性和对照一样均是逐渐增加的,前者略高于后者。随着 Φv 浓度的升高,培养时间的延长, $\vartheta\varrho$

图 x 汞毒害对小麦幼苗硝酸还原酶($\vartheta\varrho$)活性的影响

活性下降速率加快。同样,对照和 $B\times xw^{-B}130v\partial\Phi v$ 处理,根系 $\vartheta\varrho$ 活性上升; $x\times xw^{-A}$ 和 $B\times xw^{-A}130v\partial\Phi v$ 处理,在培养 $x-A\varrho$ 和 $x-y\varrho$ 中,根系 $\vartheta\varrho$ 活性上升,此后逐渐下降;在 $x\times xw^{-z}130v\partial\Phi v$ 处理下,在培养 $x-A\varrho$ 中,根系 $\vartheta\varrho$ 活性一直下降。表明低浓度 Φv 可提高 $\vartheta\varrho$ 活性,高浓度 Φv 短期内对 $\vartheta\varrho$ 活性的抑制作用不太明显,随着小麦幼苗的生长, Φv 对 $\vartheta\varrho$ 活性的抑制作用越来越明显。另外,叶片和根系 $\vartheta\varrho$ 活性的变化规律相似。

y τy 汞毒害对小麦幼苗叶绿素含量及光合速率的影响

收稿日期 $xZZ\Delta-\tau A-zw$

表 x 汞毒害对小麦幼苗生长的影响

$\Phi v^{\gamma+}$ 浓度 $\vartheta_{130}\vartheta/\partial\rho$	w	$B\times x\tau w^{-B}$	$x\times x\tau w^{-A}$	$B\times x\tau w^{-A}$	$x\times x\tau w^{-\pi}$
株高 $\rho\pi_{1\rho}$	$xx.B\pm x\tau w$	$xx\tau Z\pm x\tau y$	$Z\tau w\pm x\tau B$	$E\tau w\pm x\tau w$	$\Gamma\tau w\pm x\tau y$
根长 $\rho\pi_{1\rho}$	$xE\tau\kappa\pm x\tau uA$	$xZ\tau\Gamma\pm x\tau u\Delta$	$xz\tau B\pm x\tau w$	$Z\tau u\pm x\tau uA$	$B\tau y\pm x\tau\kappa$
单株鲜重 $\vartheta_{130}\rho$	$xZE\tau\Gamma\pm A\tau\Gamma$	$y\tau u\Delta\tau uA\pm B\tau w$	$xBB\tau\kappa\pm\Gamma\tau\Gamma$	$xyZ\tau u\Delta\pm A\tau Z$	$\Gamma Z\tau E\pm z\tau B$
单株干重 $\vartheta_{130}\rho$	$x\Delta\tau E\pm y\tau w$	$xE\tau Z\pm y\tau E$	$xz\tau u\Delta\pm y\tau\kappa$	$xx\tau\Gamma\pm y\tau B$	$\Gamma\tau\kappa\pm y\tau y$

ϑ) 处理对小麦幼苗生长有一定的促进作用。随着 Φv 浓度的增加,生长的抑制作用越来越明显,表明毒害作用加重。

z 讨 论

本文研究表明,汞毒害抑制小麦幼苗的生长有许多生理方面的原因。众所周知,硝酸还原酶是植物体内氮代谢的限速酶,该酶的活性高低关系到植物的生长发育、产量高低及品质好坏 ^{$\vartheta\Delta\kappa$} 。 Φv 毒害抑制了 $\vartheta\varrho$ 的活性,影响了无机氮转化为有机氮的速率,进而影响小麦幼苗的生长。光合作用是植物生长的基础, Φv 毒害使叶绿素的合成受到一定的抑制,叶绿体结构遭到不同程度的破坏,降低了光合速率,进而又影响幼苗的生长,另外 $\vartheta\varrho$ 活性大小与光合作用有密切关系 ^{$\vartheta E\kappa$} 。光合速率下降, $\vartheta\varrho$ 活性也下降。

总之, Φv 的毒害作用机制是非常复杂的,需要进一步探讨。

参 考 文 献

x 杨克斌.汞对单子叶植物生长的影响及在各部位之分布.环境污染与防治. $xZE\Delta\Theta(\Gamma)HA$
 y 瞿爱权等.汞对水稻、油菜影响的研究初报.环境科学, $xZE\kappa\Theta(\Gamma)HBw$
 z 马成仓等. Φv 浸种对玉米种子萌发过程中几种酶活性的影响.应用生态学报. $xZZ\Delta\Theta(x)Hxw$
 A 周树等.硝酸还原酶体内分析方法的探讨.植物生理学通讯. $xZEB\Theta(x)HA\Delta$
 B 沈伟其.测定水稻叶片叶绿素含量的混合液提取法.植物生理学通讯. $xZEE\Theta(z)\Gamma y$
 Γ 上海植物生理学会编.氧电极法测定光合作用.植物生理学实验手册.上海H上海科学技术出版社. $xZEBHxw$
 Δ 方昭希.硝酸还原酶活性与氮素营养的关系.植物生理学报. $xZZZ\Theta(y)Hy\pi$
 E 潘瑞炽等编.植物生理学(上册,第二版).北京I高等教育出版社. $xZZAIB\Delta$

$y\tau\kappa$ 汞毒害对小麦幼苗生长的影响

从表 x 看出,低浓度 $\Phi v(B\times x\tau w^{-B_{130}\vartheta})$ 处理

图 y 汞毒害对叶绿素合成和光合速率的影响

由图 y 看出,随着幼苗的生长,低浓度 $\Phi v(B\times x\tau w^{-B_{130}\vartheta})$ 处理和对照叶片叶绿素含量渐渐增加,前者略高于对照。在 $x\times x\tau w^{-A_{130}\vartheta}$ Φv 处理下,培养 $x-z\rho$,叶绿素含量增加,其后明显下降。 Φv 处理浓度继续增大,在培养 $x-\Delta\rho$ 中,叶绿素含量不仅明显低于对照,并且持续下降。这表明低浓度 Φv 可促进叶绿素的合成,高浓度 Φv 阻碍叶绿素合成,表现出毒害作用。图 y 还可看出,低浓度 $\Phi v(B\times x\tau w^{-B_{130}\vartheta})$ 处理,对小麦幼苗光合速率有一定的提高作用,高浓度 Φv 处理,明显抑制小麦幼苗的光合作用。光合速率的下降与 Φv 抑制叶绿素的合成有一定的关系,也与 Φv 对叶绿体结构的破坏有关。显微镜下观察表明, Φv 处理的叶绿体大小明显小于对照,并呈皱缩状,对照的叶绿体为椭圆状,进一步表明汞的毒害作用。

汞毒害下小麦幼苗生长过程中保护酶活性变化规律的研究

赵海泉

洪法水

(安徽农业大学生物工程系, 合肥 230026)

(淮北煤炭师范学院生物系, 淮北 *yzBaa*)

摘 要 本文研究了汞毒害下小麦幼苗 $s\phi P$ 、 $II\alpha$ 、 $\phi\phi P$ 三种保护酶活性及膜脂过氧化水平, 质膜透性的变化规律。结果表明, 随着 Φ 浓度的增加和汞毒害作用时间的延长, 三种保护酶活性下降, 膜脂过氧化作用加剧 (PE 含量上升), 质膜透性增大。

关键词 汞 小麦 保护酶

前文研究了汞毒害对小麦幼苗 $\vartheta \varrho$ 活性、叶绿素合成及光合速率等生长生理过程的影响,阐明了一些汞毒害作用的机制^[2,3]。诸多研究表明,在逆境胁迫下植物体内会产生大量的自由基,它会导致植物的衰老和死亡。而 ϕP 、过氧化氢酶($II\Xi\alpha$)、过氧化物酶 $\phi\phi Pp$ 等保护酶是自由基的清除剂^[2-3],酶活性的高低关系到植物抗性的强弱。为了进一步阐明汞毒害的作用机制,本文就汞毒害下小麦幼苗生长过程中保护酶活性的变化规律研究作一报道。

x 材料与方 法

试验材料与处理方法同前文。

培养期间取苗测定有关理化指标。质膜透性(相对电导率)的测定采用电导法^[14], PE 含量的测定采用林植芳等方法^[15], POD 活性的测定采用 $2,4,6$ -三氯苯酚法^[16], PI 活性的测定采用光谱法^[17], MDA 活性的测定采用光谱法^[18], POD 活性的测定采用愈创木酚法^[19], 蛋白质含量的测定采用考马斯蓝染料结合法^[20]。

结果与分析

yx 汞毒害下小麦幼苗 $s\phi P$ 、 $\Pi\Xi\alpha$ 、 $\phi\phi P$ 活性变化的规律

从图 $\times$ 看出,随着幼苗的生长,对照和低浓度 $\Phi_v(B \times xw^{-B_1} \text{ } 30v \text{ } \partial)$ 处理的叶片 $s \phi P$ 活性上升。 $x \times xw^{-A_1} \text{ } 30v \text{ } \partial \text{ } \Phi_v$ 处理的幼苗培养 $x-1\theta$, $s \phi P$ 活性上升,培养 $\Delta\theta$ 后酶活性下降; $B \times xw^{-A_1} \text{ } 30v \text{ } \partial \text{ } \Phi_v$ 处理培养 $x-4\theta$, $x \times xw^{-\pi_1} \text{ } 30v \text{ } \partial \text{ } \Phi_v$ 处理培养 $x-y\theta$, $s \phi P$ 活性上升,其后 $s \phi P$ 活性急剧下降。除了高浓度 Φ_v 处理($B \times xw^{-A_1}$ 、 $x \times xw^{-\pi_1} \text{ } 30v \text{ } \partial$)培养 $B-4\theta$ 外,所有 Φ_v 处理在小麦幼苗生长期 $s \phi P$ 活性均明显高于对照。高浓度 Φ_v 处理后叶片 $s \phi P$ 活性先上升后急剧下降的这种变化规律说明起初细胞对 Φ_v 毒害有一定的抵抗作用,随着培养时间的延长,抵抗作用逐渐消失。

$PI\alpha$ 活性对 Φv 毒害的反应与 $s\phi P$ 同样是比较敏感的, 其变化规律也基本相似。高浓度 Φv 处理 $PI\alpha$ 活性也是先上升后突然下降, 表明细胞毒害加重。

$\phi\phi P$ 活性除了 $B \times xw^{-A}$ 和 $x \times xw^{-z}$ 130 $v \partial \Phi v$ 处理变化比较激烈外,其余处理的 $\phi\phi P$ 活性变化相对平缓。

$\Pi\Xi\alpha$ 、 $\phi\phi P$ 活性在大部分培养时间里都是 Φv 处理明显高于对照的酶活性。

yuy 汞毒害下小麦幼苗膜脂过氧化作用和叶

图 x 汞毒害下小麦幼苗保护酶活性的变化规律

片质膜相对透性的变化

据图 5, 汞毒害对小麦叶片膜脂过氧化水平(MDA 含量)和质膜相对透性的影响是十分显著的。随着 Hg^{2+} 处理浓度的增加和培养时间的延长, MDA 含量和膜透性增大。对叶片 MDA 含量与质膜透性进行相关性分析表明, 两者呈极显著的正相关($r = 0.98$)。由此可知膜脂过氧化作用的加剧会导致膜损伤, 最终表现出膜透性增加。

2 讨论

汞毒害下小麦幼苗保护酶活性的变化是引起膜透性改变的原因之一。本文研究表明,随着 Φ_0 浓度的增加,三种保护酶活性也增加,表现出小麦幼苗对汞毒害的抵抗作用。但随着汞毒害时间的延长,保护酶活性却急剧下降,小麦幼苗对汞毒害的抵御作用减弱,膜脂过氧化水平上升,质膜透性增加,细胞受到伤害。

自由基是导致过氧化的主要原因。如果植物体内清除自由基的保护酶活性较强,就

图y 汞毒害下小麦幼苗 ϵ PE含量和质膜相对透性的变化规律

能减少自由基等毒害物质的积累,膜脂过氧化水平就稳定^[9]。反之,如果保护酶活性下降,自由基大量积累,加剧细胞膜的损伤。因此在汞毒害下,保护酶活性下降,EP含量增加,质膜相对透性上升,影响小麦幼苗的生长发育。

参考文献

- x 赵海泉等. 汞毒害对小麦幼苗生长的影响. 农业环境保
护, $x\Delta(x) HZ-yw$
- y 王宝山. 生物自由基与植物膜伤害. 植物生理学通讯,
 $xZEEQ(y) Hy$
- z 王建华. $s\phi P$ 在植物逆境和衰老生理中的作用. 植物生
理学通讯, $xZEEQ(x) H$
- A 薛应龙. 植物生理实验. 北京 H 高等教育出版社, $xZEBH$
 xBr
- B 林植芳等. 水稻叶片的衰老与超氧化物歧化酶活性及脂质
过氧化作用的关系. 植物学报, $xZEAQ\Gamma(A) HwB$
- Γ $\Gamma\xi^{2\ 2\ 3\ 4\ 30}\chi\xi\ \Pi\ \vartheta\ \sigma^8\ \xi^0\ u\ s\ 9\ 4\ \sigma^{6\ 3\ 2}\chi\sigma\ \rho\xi^1\ 1\ 9\ 8\ \xi^1:\sigma\ \parallel\ u$
 $\vartheta\ \rho^6\ \rho^6\ \chi\xi^2\ \xi^2\ \chi^2\ \xi^2\ \rho\ 5\ 9\ \xi^{2\ 8}\chi\ \xi^5\ \chi^5\ \sigma\ 6\ \sigma^5\ \chi^2\ 2\ 7\ \varphi\chi^1\ 1\ \chi^6\ \varphi$
 $1\ \xi^8\sigma^6\ 7\ 3\ 9\ 0\ \sigma\ 4\ 6\ 3\ 8\ \sigma\chi^2\ \chi^2\ 7\ \sigma\ \rho\chi^1\ u\ 7\ u\ \rho^6\ \xi^2\ 8\ 4\ \varphi\ 1\ \chi^6\ \sigma$
 $x\Delta Z\Delta\Gamma B A$
- Δ $\partial\chi\xi^2\ u\ \eta\ \sigma^8\ \xi^0\ u\ X\ 3\ 0\ \xi^8\chi^3\ 2\ 3\ 7\ 1\ \chi^2\ \xi\pi\varphi\ 0\ \sigma\xi^2\ 4\ \sigma^{6\ 3\ 2}\chi^3\ 1\ \sigma^7\ \chi^2$
 $wyB\ 1\ 3\ 0\ \xi^0\ 7\ 9\ \pi^{6\ 3\ 7}\sigma\ 7\ 3\ 0\ 9\ 8\chi^2\ 2\ 0\ 3\ \vartheta\sigma\pi^{3\ 00}\rho\sigma^{2\ 7}\chi^3\ u^6\ \xi\mu u$
 $\chi^2\ 2\ 8\ \pi\sigma^{2\ 8}\chi^0\ u\ \xi^5\chi^2\ 2\ u\ 4\ \sigma^5\ 2\ 8\ 4\ \varphi\ 1\ \chi^6\ 0\ u\ xZEy\ \partial x\ H y\ xw$
- E 张志良. 植物生理学实验指导. 北京 H 高等教育出版
社, $xZEAHB A\ xPw$

作者简介

赵海泉,男, $xZBZ$ 年 xw 月生,讲师。现在安徽农业大学生物工程系从事生物学的教学与研究工作,已在省级以上学术刊物上发表论文 B 篇。