

有机污染物对水稻产量及稻米安全性的影响

洛 育

(黑龙江省农业科学院 耕作栽培研究所/国家水稻产业技术体系哈尔滨综合试验站,黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要:以水稻品系哈 04-34 为试验材料,采用盆栽的试验方法,在人工气候箱内模拟水稻生长环境,探讨了有机污染物对水稻产量及稻米安全性的影响。结果表明:有机污染物能够降低水稻的产量,但不同的有机物对水稻不同产量构成因素影响并不同。硝基苯处理的每穗粒数、结实率及每穴穗数均有降低,每穗粒数降低幅度最大;氯苯处理对降低水稻产量的影响顺序为每穴穗数>每穗粒数>结实率;随着苯处理浓度的增加,每穴穗数和每穗粒数均表现出下降的趋势,而对结实率没有影响。用有机污染物污染的水灌溉水稻,只要能生长并成熟,其植株和籽粒中的残留经检测均没能超出检测标准。

关键词:水稻;有机污染物;产量;稻米安全性

中图分类号:S511

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2010)08-0108-04

不少有机污染物是致畸、致癌、致突变的物质,这些有机污染物可以通过植物和动物进入食物链,给人类生存和健康带来严重影响^[1]。目前有关有机污染物的植物毒性响应已受到研究者关注,但大多数的研究都集中于有机污染的短期伤害效应^[2-4],而有关水稻的研究报道很少,关于有机污染物对水稻产量及品质影响的研究报道更是少之又少^[5]。为了探讨污水灌溉水稻对人类生活的影响,现对有机污染物硝基苯、氯苯和苯对水稻产量及稻米安全性的影响进行了初步研究,并为污水灌溉提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试水稻材料为品系哈 04-34,有机污染物硝基苯、氯苯和苯均购自中国医药集团上海化学试剂公司。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于 2006 年 10 月~2007 年 8 月在黑龙江省农业科学院耕作栽培研究所人工气候室及盆栽场进行。设 7 个浓度处理,4 次重复(见表 1)。

表 1 试验因素及水平

有机污染物	浓度/mg·L ⁻¹						
	CK	国家安全标准	3 倍	9 倍	27 倍	81 倍	243 倍
硝基苯	0	0.017	0.051	0.153	0.459	1.380	4.370
氯苯	0	0.3	0.9	2.7	8.1	24.3	72.9
苯	0	0.4	1.2	3.6	10.8	32.4	97.2

把用正常水浸种的种子播种于经不同处理的溶液浇透底水的育秧土中,秧苗生长期间用不同浓度的 3 种有机污染物溶液进行浇灌,4 d 后出苗;选用口径为 0.3 m 均匀一致的盆,取旱田土壤过筛后装入盆中,每盆装土 5 kg,每盆施尿素 2 g 作为底肥,调节 pH 在 5.0~5.5,用不同处理的有

机污染物溶液对盆内的土进行浸泡,泡透后待插秧;苗龄 24 d 进行移栽插秧,每处理插 4 盆,每盆 5 穴,每穴 2 株。在日本产人工气候室内进行栽培管理,栽培管理同大田生产,收获期进行考种,并于收获后进行植株及稻谷中有机物残留分析。

1.2.2 测定项目 (1)产量及其构成因子的测定:成熟后考种测产,并测定产量构成因子,包括每盆穗数、每穗粒数、千粒重、结实率。(2)残留测定:送交农业部农产品质量监督检验测试中心(哈尔滨)进行检测。

收稿日期:2010-04-21

基金项目:黑龙江省科技攻关计划项目(GB06C215-04)

作者简介:洛育(1979-),女,黑龙江省鸡西市人,硕士,研究实习员,从事水稻栽培及育种研究。E-mail: luoyusun@126.com。

2 结果分析

2.1 有机污染物对水稻产量的影响

经不同浓度有机污染物处理后,水稻每穴穗数、每穗粒数和结实率均有不同程度的变化,为客观反应各处理对产量性状的影响,以相对产量进行比较,把 CK 处理的产量性状各项指标定义为 100%,其余各处理相对于对照来计算。

2.1.1 硝基苯对水稻产量的影响 从调查结果得出,对照和标准秧苗长势良好,3 倍以内处理秧苗形态影响较小。而 9 倍以上浓度处理对秧苗生长产生显著影响,外部形态受害严重,播种 15 d 后大部分秧苗出现死亡,无法正常调查。其中,试验浓度为 243 倍和 81 倍的秧苗 10 d 开始死亡,27

倍处理的秧苗到 12 d 开始死亡,9 倍处理的秧苗 13 d 开始死亡。导致最终插秧就只有 3 个处理。由表 2 可知,低浓度硝基苯胁迫下水稻植株虽然能成熟结实,但每穴穗数、每穗粒数和结实率均有不同程度的下降,且下降幅度随处理浓度增大而增大,其中以每穗粒数下降幅度最明显,0.051 mg·L⁻¹浓度处理已使最终产量仅能达到 CK 的 71.3%。

2.1.2 氯苯对水稻产量的影响 从表 3 可以看出,不同浓度的氯苯处理后,各项指标都有下降趋势,氯苯导致产量下降的主要原因在于每穴穗数的下降,同时,每穗粒数和结实率也有小幅度的下降。

表 2 不同浓度硝基苯处理对产量性状的影响

处理浓度/mg·L ⁻¹	每穴穗数	穗数下降/%	每穗粒数	粒数下降/%	结实率/%	结实率下降/%	相对产量/%
0	16.0	—	78	—	95	—	100
0.017	15.8	1.2	76	2.6	92	3.2	93.2
0.051	15.2	5.3	62	20.5	90	5.3	71.3

表 3 不同浓度氯苯处理对产量性状的影响

处理浓度/mg·L ⁻¹	每穴穗数	穗数下降/%	每穗粒数	粒数下降/%	结实率/%	结实率下降/%	相对产量/%
0	16.0	—	78	—	95	—	100
0.3	15.9	0.6	78	0	95	0	99.4
0.9	15.6	2.4	78	0	95	0	97.6
2.7	15.4	3.7	77	1.3	95	0	95
8.1	15.0	6.4	76	2.6	95	0	91.2
24.3	12.8	20.3	75	3.8	93	2.1	78.1
72.9	4.60	71.2	72	7.7	91	4.2	15.4

2.1.3 萘对水稻产量的影响 萘的处理对所用水稻材料的结实率未产生影响,萘处理降低水稻

产量主要表现在每穴穗数和每穗粒数的下降,且下降幅度随处理浓度增大有增大趋势(见表 4)。

表 4 不同浓度萘处理对产量性状的影响

处理浓度/mg·L ⁻¹	每穴穗数	穗数下降/%	每穗粒数	粒数下降/%	结实率/%	结实率下降/%	相对产量/%
0	16.00	—	78	—	95	—	100
0.4	15.97	0.2	78	0	95	0	99.8
1.2	15.90	0.4	77	1.3	95	0	98.3
3.6	15.89	0.7	76	2.6	95	0	96.7
10.8	15.80	1.1	74	5.1	95	0	93.9
32.4	12.70	20.7	73	6.4	95	0	75.3
97.2	10.90	31.9	71	9.0	95	0	62.0

2.2 水稻植株和籽粒有机污染物的残留分析

由于硝基苯处理浓度大于 $0.051 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 水稻秧苗在移栽前死亡, 试验最终硝基苯处理只得到了 3 个低浓度的水稻残留检测结果, 而其它 2

种有机污染物的 7 个处理都进行了残留分析, 结果表明只要水稻能正常成熟, 其植株和籽粒中均不能检测出有机污染物的残留 (见表 5, 表 6, 表 7)。

表 5 水稻植株和籽粒中硝基苯含量检测结果比较

样品编号	样 品 名 称	硝基苯/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	检出限/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$
2006c0629	$0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理水稻植株	未检出	<0.01
2006c0628	$0.017 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理水稻植株	未检出	<0.01
2006c0633	$0.051 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理水稻植株	未检出	<0.01
2006c0636	$0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理水稻籽粒	未检出	<0.01
2006c0635	$0.017 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理水稻籽粒	未检出	<0.01
2006c0640	$0.051 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理水稻籽粒	未检出	<0.01

表 6 水稻植株和籽粒中氯苯含量检测结果比较

样品编号	样 品 名 称	氯苯/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	检出限/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$
2007c1731	$0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理水稻植株	未检出	<0.02
2007c1732	$0.3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理水稻植株	未检出	<0.02
2007c1733	$0.9 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理水稻植株	未检出	<0.02
2007c1734	$2.7 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理水稻植株	未检出	<0.02
2007c1735	$8.1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理水稻植株	未检出	<0.02
2007c1736	$24.3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理水稻植株	未检出	<0.02
2007c1737	$72.9 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理水稻植株	未检出	<0.02
2007c1724	$0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理水稻籽粒	未检出	<0.02
2007c1725	$0.3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理水稻籽粒	未检出	<0.02
2007c1726	$0.9 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理水稻籽粒	未检出	<0.02
2007c1727	$2.7 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理水稻籽粒	未检出	<0.02
2007c1728	$8.1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理水稻籽粒	未检出	<0.02
2007c1729	$24.3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理水稻籽粒	未检出	<0.02
2007c1730	$72.9 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理水稻籽粒	未检出	<0.02

表 7 水稻植株和籽粒中萘含量检测结果比较

样品编号	样 品 名 称	萘/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	检出限/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$
2007c1745	$0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理水稻植株	未检出	<0.02
2007c1746	$0.4 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理水稻植株	未检出	<0.02
2007c1747	$1.2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理水稻植株	未检出	<0.02
2007c1748	$3.6 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理水稻植株	未检出	<0.02
2007c1749	$10.8 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理水稻植株	未检出	<0.02
2007c1750	$32.4 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理水稻植株	未检出	<0.02
2007c1751	$97.2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理水稻植株	未检出	<0.02
2007c1738	$0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理水稻籽粒	未检出	<0.02
2007c1739	$0.4 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理水稻籽粒	未检出	<0.02
2007c1740	$1.2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理水稻籽粒	未检出	<0.02
2007c1741	$3.6 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理水稻籽粒	未检出	<0.02
2007c1742	$10.8 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理水稻籽粒	未检出	<0.02
2007c1743	$32.4 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理水稻籽粒	未检出	<0.02
2007c1744	$97.2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理水稻籽粒	未检出	<0.02

3 结论与讨论

与对照相比,所有处理的产量均有不同程度的下降,但不同的有机物对水稻不同产量构成因素影响并不同。硝基苯处理的每穗粒数、结实率及每穴穗数均有降低,每穗粒数降低幅度最大,而徐应明等在小麦上试验认为,硝基苯降低了小麦的结实率和千粒重^[5],可能是硝基苯对旱田作物和水田作物的影响是有区别的;试验结果显示,氯苯处理对降低水稻产量的影响顺序为每穴穗数>每穗粒数>结实率。有关氯苯对水稻产量的影响,王泽港^[6]认为,有机污染物 1,2,4-三氯苯(TCB)明显降低水稻品种的移栽成活率,这是导致产量明显降低的主要原因,而前人^[5]对小麦的研究则认为高浓度氯苯降低小麦的结实率和千粒重;随着萘处理浓度的增加,每穴穗数和每穗粒数均表现出下降的趋势,而对结实率没有影响,这与王泽港等^[6]的研究结果,萘处理主要影响每盆穗数和结实率有所不同。说明有机污染对水稻分蘖发生有一定的抑制作用。

用有机污染物污染的水灌溉水稻,只要能生

长并成熟,其植株和籽粒中的残留经检测均没能超出检测标准,可能是水稻有一定的抗污能力,生长发育过程中可以将其滤出,只要能发育成熟,有机污染物残留就不会超出国家限定的标准浓度。证明用一定浓度的有机污染物的污水浇灌水稻没有安全隐患。

参考文献:

- [1] 易筱筠,党志,石林. 有机污染物污染土壤的植物修复[J]. 农业环境科学,2002,21(5):477-479.
- [2] 刘宛,孙铁珩,李培军,等. 1,2,4-三氯苯胁迫对萌发大豆种子中活性氧的影响[J]. 应用生态学报,2002,13(12):1655-1658.
- [3] 刘建武,林逢凯,王郁,等. 多环芳烃(萘)污染对水生植物生理指标的影响[J]. 华东理工大学学报,2002,28(5):520-525.
- [4] 刘宛,李培军,周启星,等. 氯苯类胁迫对蚕豆幼苗超氧化物歧化物活性的影响[J]. 农业环境科学学报,2004,23(3):432-436.
- [5] 徐应明,袁志华,李军幸,等. 硝基苯和氯苯灌溉对春小麦品质影响研究[J]. 灌溉排水学报,2004,23(3):17-19.
- [6] 王泽港,万定珍,杨亚春,等. 1,2,4-三氯苯和萘对水稻产量及品质的影响[J]. 中国水稻科学,2006 20(3):295-300.

Effect of Organic Contaminations on Yield and Food Safety of Rice

LUO Yu

(Crop Tillage and Cultivation Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences/
Harbin All-around Experimental Station, Rice Technology Research System of State, Harbin
Heilongjiang 150086)

Abstract: Taking rice line Ha04-34 as tested material, the effect of organic contaminations on rice growth was explored by potted trail in climate cabinate. The results showed that organic contaminations could decline yield of rice, but effect of different organic contaminations on constitutes of yield was different. The effect of nitrobenzene was: grains number per ear, seed setting rate and panicles number per hill were declining. The sequence of effect of chlorobenzene on constitutes of yield was as follows: panicles number per hill>grains number per ear>seed setting rate. Along with increasing concentration of naphthalene, panicles number per hill and grains number per ear were decline, but there was not effect on seed setting rate. It had not overstepping testing standard that the detected residue of each organic contaminations in seed and plant only the rice could to maturity.

Key words: rice; organic contamination; yield; safety of rice