

李洋洋, 薛彬, 占鹏飞, 等. 基于纳米 TiO₂ 开发的蚕饲料添加剂在生产上的应用[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(3): 134-136.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.03.038

基于纳米 TiO₂ 开发的蚕饲料添加剂在生产上的应用

李洋洋¹, 薛彬¹, 占鹏飞², 李兵¹

(1. 苏州大学医学部基础医学与生物科学学院, 江苏苏州 215123; 2. 湖州市农业科学研究院, 浙江湖州 313000)

摘要: 纳米 TiO₂ 由于具有独特的尺寸效应, 被广泛应用于工业、农业等各领域。为了研究纳米 TiO₂ 在家蚕生产中的应用效果, 根据纳米 TiO₂ 的理化特征和家蚕食性特点, 开发新型添加剂。生产应用表明, 添食该添加剂可以增强家蚕对病毒病、细菌病的抗病能力; 可以使单位质量茧数减少 10.5 粒/kg, 万头蚕收茧量提高 1.45 kg, 从而提高蚕茧的产量; 添食该添加剂可以分别使蚕茧的全茧量、茧层量、茧层率提高 0.04 g、0.04 g、1.64 百分点, 从而提高蚕茧的质量。研究结果为纳米 TiO₂ 的产业化应用奠定了基础。

关键词: 纳米 TiO₂; 家蚕; 饲料添加剂; 产茧量; 丝质; 抗病能力

中图分类号: S889⁺.9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)03-0134-02

纳米 TiO₂ (titanium dioxide nanoparticles, 简称 TiO₂ NPs) 是尺寸在 1~100nm 的无机化工材料^[1], 由于纳米 TiO₂ 具有独特的尺寸效应和漂白功能, 被广泛应用于涂料、化妆品和牙膏生产^[2-3]。近年来, 纳米 TiO₂ 也被应用于食品添加剂、环境净化剂等方面^[4]。韩建兵等研究表明, TiO₂ NPs/壳聚糖的复合膜具有很强的杀菌作用^[5]; 张萍等报道, TiO₂ NPs 可以抑制植物叶面病斑的形成, 促进叶绿素、类胡萝卜素的生成^[6]。

占鹏飞等研究表明, 从家蚕 (*Bombyx mori*) 5 龄起蚕开始连续添食低剂量 TiO₂ NPs 3 d 后, 检测到家蚕体内解毒酶基因上调表达, 表明低剂量的 TiO₂ NPs 可以增强家蚕的解毒能力^[7]。Zhang 等添食家蚕 TiO₂ NPs 后, 发现可以提高饲料效率^[8]。Ni 等研究表明, TiO₂ NPs 添食可以促进家蚕丝蛋白的合成^[9]。Li 等研究表明, TiO₂ NPs 提高了抗性相关基因的表达量, 如超氧化物歧化酶 (superoxide dismutase, 简称 SOD)、过氧化氢酶 (catalase, 简称 CAT)、谷胱甘肽过氧化物酶 (glutathione peroxidase, 简称 GSH-Px)、乙酰胆碱酯酶 (AChE)、羧酸酯酶 (carboxylesterase, 简称 CarE)、谷胱甘肽 S 转移酶 (gultathione S transferases, 简称 GSTs) 等基因^[10], 说明 TiO₂ NPs 可以提高家蚕的抗性。

笔者所在研究团队以 TiO₂ NPs 为主要原料, 结合家蚕的食性特点, 采用专利技术开发了性状稳定的添加剂^[11], 商品名称为苏大蚕之宝。本研究调查了该添加剂在浙江省湖州市蚕区的应用效果。

1 材料与方法

1.1 材料

家蚕品种为苏菊 × 明虎和菁松 × 皓月, 由江苏省蚕种管理所提供。

TiO₂ NPs 购自杭州万景新材料有限公司, 粒径 6 nm; 其他试剂购自生工生物工程(上海)股份有限公司, 采用专利技术制备添加剂备用。

1.2 方法

1.2.1 TiO₂ NPs 的制备 将 TiO₂ NPs 分散于质量体积分数 0.5% 羟丙基甲基纤维素 (HPMC) 溶液, 然后将悬浊液用超声处理 30 min, 并用机械振动 5 min, 用于添加剂的制备。

1.2.2 添加剂的使用方法 使用前将添加剂充分摇匀。1 瓶 (70 mL) 添加剂兑清水 100 kg, 4 龄眠期喷洒 667 m² 桑园, 桑叶采摘后正常连续饲喂 5 龄期家蚕至上簇。

1.2.3 蚕病发病率的调查方法 用于蚕病调查的每个试验区设 3 个重复区, 每区试验家蚕为 1 000 头, 在同样的条件下饲养, 调查各龄期蚕每天的发病情况, 分别对病毒病、细菌病进行统计, 不属于病毒病、细菌病的统计在其他蚕病中, 计算 5 龄各试验区的发病率。

1.2.4 蚕茧产量的调查方法 将各试验区采用常规饲养方法分别饲养家蚕 2 张, 1 张添食添加剂, 1 张采用清水添食作为对照, 至家蚕熟蚕分别上簇, 营茧 5 d 后采鲜茧, 分别称取鲜茧的质量, 统计单位质量茧数、万头家蚕收茧量。

1.2.5 蚕茧质量的调查方法 从各试验区中随机取鲜茧进行剖茧, 各取 25 粒雌、雄茧, 称取全茧量、茧层量, 计算茧层率。

2 结果与分析

2.1 添加剂对蚕病的抑制效果分析

2015 年在浙江省湖州市推广使用 TiO₂ NPs 添加剂, 在试验区对蚕病的发生情况进行抽样统计。表 1 表明, 使用添加剂后, 家蚕对病毒病、细菌病和其他蚕病的抗性都强于对照; 使用添加剂后, 试验区苏菊 × 明虎的病毒病发病率为

收稿日期: 2015-12-13

基金项目: 江苏省研究生培养创新工程实践创新计划 (编号: SJZZ15-0156); “浙江省蚕桑科技创新团队” 自主资助项目 (编号: 2011R50028)。

作者简介: 李洋洋 (1988—), 男, 安徽宿州人, 硕士研究生, 主要从事家蚕生理及生态研究。Tel: (0512) 65880262; E-mail: 346919707@qq.com。

通信作者: 李兵, 博士, 教授, 主要从事家蚕分子毒理学研究。E-mail: lib@suda.edu.cn。

0.24%,对照区为0.63%,发病率减少61.90%;试验区菁松×皓月的病毒病发病率为0.06%,对照区为0.09%,发病率减少33.33%;试验区苏菊×明虎的细菌病发病率为0.20%,对照区为0.33%,发病率减少39.39%;试验区菁松×皓月的细菌病发病率为0.00%,对照区为0.01%;试验区苏菊×明虎的其他蚕病的发病率为2.16%,对照区为4.86%,发病率减

少55.56%;试验区菁松×皓月的其他蚕病的发病率为0.01%,对照区为0.02%。以上结果表明,不同蚕区饲养的试验品种发病情况不同,总体来说饲养菁松×皓月蚕区的饲养条件较苏菊×明虎的条件好,发病率较低。在同样的饲养条件下,使用添加剂的试验区发病率明显低于对照区,表明添加剂 TiO₂ NPs 能够提高家蚕对各种蚕病的抵抗能力。

表1 纳米 TiO₂ 添加剂对蚕病的抑制效果

试验点	蚕品种	发病率(%)					
		病毒病		细菌病		其他蚕病	
		试验组	对照组	试验组	对照组	试验组	对照组
环渚乡大钱村	苏菊×明虎	0.00	0.03	0.00	0.01	0.01	0.03
善璜镇港南村	苏菊×明虎	0.18	0.83	0.00	0.00	3.18	7.22
千金镇东马干村	苏菊×明虎	0.66	1.30	0.47	0.74	2.15	5.64
千金镇千金村	苏菊×明虎	0.10	0.36	0.32	0.55	3.30	6.53
平均	苏菊×明虎	0.24	0.63	0.20	0.33	2.16	4.86
练市镇朱家兜村	菁松×皓月	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
和孚镇重兆村	菁松×皓月	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
南浔镇辑里村	菁松×皓月	0.21	0.31	0.00	0.02	0.02	0.03
新安镇舍南村	菁松×皓月	0.02	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
平均	菁松×皓月	0.06	0.09	0.00	0.01	0.01	0.02

2.2 添加剂应用对蚕茧产量的影响

表2表明,试验区饲养菁松×皓月的成绩优于苏菊×明虎,对照区苏菊×明虎的单位质量茧数为548粒/kg,试验区苏菊×明虎的单位质量茧数为535粒/kg,试验区的茧形大于对照区;对照区菁松×皓月的单位质量茧数为531粒/kg,试验区菁松×皓月的单位质量茧数为523粒/kg,试验区的茧形也大于对照区;苏菊×明虎、菁松×皓月的试验区万头蚕收茧量分别比对照区高1.4、1.5 kg,表明添加剂 TiO₂ NPs 可以提高蚕茧的产量。

2.3 添加剂应用对蚕茧质量的影响

表3表明,对照区苏菊×明虎的全茧量、茧层量、茧层率分别为1.83 g、0.40 g、21.86%,添加剂处理区的全茧量、茧层量、茧层率分别为1.87 g、0.44 g、23.53%;对照区菁松×皓月的全茧量、茧层量、茧层率分别为1.88 g、0.42 g、22.34%,添加剂处理区的全茧量、茧层量、茧层率分别为1.92 g、0.46 g、23.96%。由结果可见,添加剂的使用,不仅可

表2 纳米 TiO₂ 添加剂对蚕茧产量的影响

试验点	蚕品种	单位质量茧数(粒/kg)				万头蚕收茧量(kg)	
		对照区		试验区		对照区	试验区
		对照区	试验区	对照区	试验区	对照区	试验区
环渚乡大钱村	苏菊×明虎	551	543	17.8	19.2		
善璜镇港南村	苏菊×明虎	533	521	18.1	19.6		
千金镇东马干村	苏菊×明虎	558	542	17.1	18.7		
千金镇千金村	苏菊×明虎	548	532	17.3	18.6		
平均	苏菊×明虎	548	535	17.6	19.0		
练市镇朱家兜村	菁松×皓月	523	518	18.1	19.8		
和孚镇重兆村	菁松×皓月	535	527	17.8	19.2		
南浔镇辑里村	菁松×皓月	545	525	17.5	19.1		
新安镇舍南村	菁松×皓月	520	521	18.0	19.5		
平均	菁松×皓月	531	523	17.9	19.4		

以提高蚕茧的产量,还可以增加茧层量,提高茧层率,即添加剂可以提高家蚕丝蛋白的合成。

表3 纳米 TiO₂ 添加剂对蚕茧质量的影响

试验点	蚕品种	全茧量(g)		茧层量(g)		茧层率(%)	
		对照区		试验区		对照区	试验区
		对照区	试验区	对照区	试验区	对照区	试验区
环渚乡大钱村	苏菊×明虎	1.82	1.85	0.39	0.43	21.43	23.24
善璜镇港南村	苏菊×明虎	1.88	1.92	0.40	0.46	21.28	23.96
千金镇东马干村	苏菊×明虎	1.79	1.84	0.39	0.42	21.79	22.83
千金镇千金村	苏菊×明虎	1.81	1.88	0.40	0.45	22.10	23.94
平均	苏菊×明虎	1.83	1.87	0.40	0.44	21.86	23.53
练市镇朱家兜村	菁松×皓月	1.91	1.93	0.44	0.48	23.04	24.87
和孚镇重兆村	菁松×皓月	1.86	1.90	0.41	0.44	22.04	23.16
南浔镇辑里村	菁松×皓月	1.82	1.91	0.38	0.46	20.88	24.08
新安镇舍南村	菁松×皓月	1.92	1.93	0.46	0.47	23.96	24.35
平均	菁松×皓月	1.88	1.92	0.42	0.46	22.34	23.96

3 讨论

3.1 添加剂提高家蚕抗病性

相关实验室的研究已经表明,低浓度的 TiO₂ NPs 可以提

高家蚕对 BmNPV 的抗性^[10],经生产应用表明,本研究以 TiO₂ NPs 为原料开发的添加剂不仅可以提高家蚕对 BmNPV 的抗性,还能够提高家蚕对细菌病和其他蚕病的抗性,表明 TiO₂ NPs 提高家蚕抗病性可能是通过提高家蚕自身的免疫能力,

侯彬彬,宋江涛,马 骁,等. 复合溶剂预处理对葵花秆木质素去除率和结构的影响[J]. 江苏农业科学,2017,45(3):136-140.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.03.039

复合溶剂预处理对葵花秆木质素去除率和结构的影响

侯彬彬, 宋江涛, 马 骁, 陈福欣, 周安宁

(西安科技大学化学与化工学院,陕西西安 710054)

摘要:采用 NaOH、乙醇复合溶剂对葵花秆进行预处理,通过单因素试验研究了反应时间、温度、固液比、溶剂质量分数及复合溶剂比例对葵花秆木质素去除率的影响,然后利用正交试验法对预处理条件进行优化,得到最佳预处理条件为温度 170 ℃,2% NaOH 和 70% 乙醇的复合溶剂体积比为 2:1,固液比 1:25(g:mL),反应时间 1 h,该条件下木质素去除率为 53.75%。酶解试验表明,木质素去除率越高,葡萄糖产率越高。最后通过红外光谱、扫描电镜对预处理前后的葵花秆进行结构分析,发现预处理后的葵花秆结构遭到破坏,出现不规则的裂痕,木质素与半纤维素之间的结构被破坏,暴露出更多的纤维素和半纤维素。

关键词:葵花秆;预处理;复合溶剂;酶解;木质素

中图分类号:TS721⁺.1;TQ914.1 **文献标志码:**A

文章编号:1002-1302(2017)03-0136-05

中国作为传统的农业大国,每年葵花秆产量约 7 亿多 t^[1]。葵花秆作为一种重要的生物综合利用资源,在农村多数被就地焚烧或弃置腐烂,不仅浪费资源,也污染环境。葵花秆的主要成分为木质素、纤维素等,可作为生产生物质能

源的重要原料^[2]。在制备生物乙醇方面,关键步骤是将纤维素、半纤维素水解为单糖,而在自然状态下,木质素像保护层一样包围在纤维素和半纤维素之间,且有很高的结晶度^[3],导致纤维素酶对其水解能力变弱,所以有必要对葵花秆进行木质素脱除。对秸秆木质素进行预处理的方法较多,较早的方法是机械处理法^[4],但成本高;蒸汽爆破处理法^[5-6]木质素转化及半纤维素溶解效果好,但易产生有毒物质;微波加热法速率快,所需能量少^[7],可以破坏纤维素的结晶区,降低表皮木质素含量^[8],但对酶水解促进作用小;生物法主要利用白腐菌、褐腐菌、软腐菌、木腐菌对秸秆木质素进行预处理^[9-12],其优点是条件温和,环境友好,但缺点是受菌种及其分泌酶状况的影响,且处理周期长,水解得率较低;碱法可以发生溶剂化、皂化作用,导致生物质膨胀,可有效脱除木质素,

收稿日期:2016-04-28

基金项目:国家自然科学基金(编号:51174279);教育部博士学科专项基金(编号:20116121110005)。

作者简介:侯彬彬(1991—),男,陕西榆林人,硕士研究生,主要从事煤炭基精细化学品合成及有机合成研究。E-mail:774716071@qq.com。

通信作者:周安宁,博士,教授,博士生导师,主要从事煤及生物质多联产转化与功能材料制备研究。E-mail:psu564@139.com。

从而提高对所有病原的抗性,其作用机制有待于深入研究。

3.2 添加剂提高家蚕的蚕茧产量和质量

Ni 等研究表明,用低浓度 TiO₂ NPs 添食家蚕,可以促进家蚕丝蛋白的合成^[9],本研究开发的添加剂也具有相同的效果,可以提高蚕茧的产量。Zhang 等研究表明,添食 TiO₂ NPs 可以提高家蚕的饲料效率^[8],本研究发现添食添加剂后可以明显提高蚕茧的茧层量、茧层率,这对于以生产茧丝为目的的蚕丝业来说是非常重要的,可以提高产丝量。另外,之前的相关研究表明,TiO₂ NPs 添食可以促进丝蛋白的合成,本研究发现可以提高蚕茧的产量,至于 TiO₂ NPs 添食对丝蛋白的分泌是否具有调节作用,还有待深入研究。

参考文献:

- [1]朱融融,汪世龙,姚思德. 纳米二氧化钛的生物学效应[J]. 生命的化学,2005,25(4):344-346.
- [2]刘小强,杜仕国,闫 军,等. 纳米二氧化钛改性及其在涂料中的应用[J]. 化学时刊,2004,18(11):13-16.
- [3]徐存英,段云彪. 纳米二氧化钛在防晒化妆品中的应用[J]. 云南化工,2004,31(3):36-38.

- [4]Zhang R, Niu Y, Li Y, et al. Acute toxicity study of the interaction between titanium dioxide nanoparticles and lead acetate in mice[J]. Environmental Toxicology and Pharmacology, 2010, 30(1):52-60.
- [5]韩建兵,苏海佳,谭天伟. 纳米 TiO₂/壳聚糖复合膜对大肠杆菌杀菌作用的研究[J]. 化工新型材料,2006,34(7):65-68.
- [6]张 萍,崔海信,李玲玲. 纳米 TiO₂ 半导体溶胶的光生物学效应[J]. 无机材料学报,2008,23(1):55-60.
- [7]占鹏飞,李 兵,费建明. 家蚕添食纳米 TiO₂ 后体内解毒酶活性及相关基因转录水平的变化[J]. 蚕业科学,2014,40(3):458-461.
- [8]Zhang H, Ni M, Li F, et al. Effects of feeding silkworm with nanoparticulate anatase TiO₂ (TiO₂ NPs) on its feed efficiency[J]. Biological Trace Element Research, 2014, 159(1/2/3):224-232.
- [9]Ni M, Li F, Tian J, et al. Effects of titanium dioxide nanoparticles on the synthesis of fibroin in silkworm (*Bombyx mori*) [J]. Biological Trace Element Research, 2015, 166(2):225-235.
- [10]Li B, Xie Y, Cheng Z, et al. BmNPV resistance of silkworm larvae resulting from the ingestion of TiO₂ nanoparticles [J]. Biological Trace Element Research, 2012, 150(1/2/3):221-228.
- [11]李 兵,沈卫德,洪法水. 一种家蚕增产添加剂: ZL201310569044[P]. 2015-02-18.