

生化腐植酸对苹果轮纹病树生理 生化指标的影响*

于建国 叶水英 赵玉娟 孙英昌 王铁章

摘要 1996年进行生化腐植酸防治苹果轮纹病的试验,结果表明,生化腐植酸中的活性物质刺激果树,改变了果树的生理生化指标,提高了果树自身营养调控能力和对环境的适应能力,增强了酶活性(SOD),改善了新陈代谢过程,致使果树内固有抗菌性物质酚酸成分明显增加,有效地控制了轮纹病发病率。光合作用的加强,促进了果树体内物质的合成、运送和积累,气孔开度的改变,提高了抗性。结果衰弱果树得以复壮,农药药效得以发挥,使轮纹病发病率下降到40%以下。

关键词 生化腐植酸 苹果 轮纹病 梨生囊孢壳 生理生化指标

轮纹病的病原一般认为是梨生囊孢壳(*Physalospora piricola* Nose.),又称粗皮病、轮纹褐腐病,是苹果重要病害之一^[1]。田间调查表明,河北省饶阳县王岗果园的果树树干100%已严重染病,树势大大削弱,产量下降,坏果率高达30%。

生化腐植酸(biochemical humic acid, BHA)是中国林科院森环所(原分析中心)与河北省饶阳县林业局研制的专利产品(专利号94104441.6)。其主要成分是黄腐酸、游离氨基酸、核糖核酸和多种活性物质(表1)。本文报道使用生化腐植酸防治苹果轮纹病的研究结果。通过喷施生化腐植酸辅助农药充分发挥药效,使轮纹病得到控制,树势恢复,坏果率下降至10%。

表1 生化腐植酸主要成分

(单位: g/L)

黄腐酸	游离氨基酸	核糖核酸	酚酸	有效 N	有效 P	速效 K
27.2	3.10	1.49	0.37	1.12	1.35	3.35

1 试验区概况及试验方法

1.1 试验区概况

试验区地处黑龙港流域的河北省饶阳县王岗果园(115°39' E, 40°38' N),属暖温带半干旱大陆性气候,年平均气温12.3℃,年平均降水量549.8 mm,年平均日照时数276.4 h。土壤系沙质壤土,所含N、P、K和有机质分别为0.530、2.34、10.5、10.2 g/kg。

王岗果园总面积5.2 hm²,主栽富士苹果(*Malus pumila* Mill. cv. Fu Shi)。树龄10 a,株距4 m × 6 m。由于苗木自身带菌,加上前期管理粗放,致使轮纹病发病率达100%,坏果率为

1997—12—22 收稿。

于建国研究员,叶水英、赵玉娟(中国林业科学研究院森林生态环境研究所 北京 100091);孙英昌,王铁章(河北省饶阳县林业局)。

* 本文系1996年中国林业科学研究院基金项目,并得到林业部森林生态环境重点实验室的支持。

30%以上。尽管果农每年喷施多菌灵、乙磷铝和托布津等农药,不但病害没有得到控制,而且树势已明显衰弱。

1.2 试点布局

果园按作业道划分成3组重复(图1)。

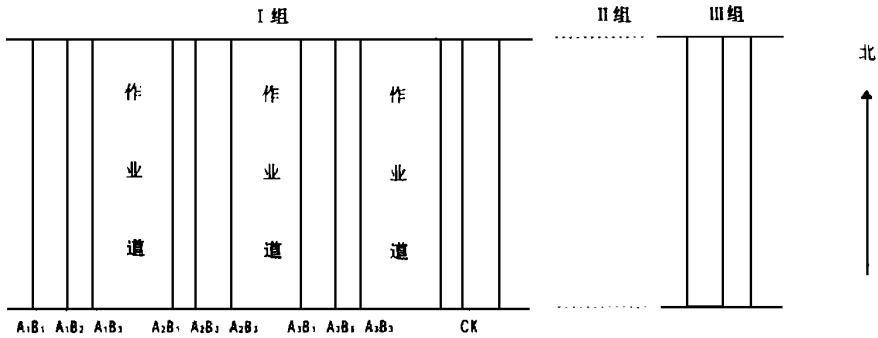


图1 果园试点布局

1.3 试验设计

根据试点布局,本试验采用2因子3水平正交试验设计(表2),按正交表 $L_9(3^4)$ 应为9种处理组合(表3)。

表2 2因子3水平正交试验

水平	叶面喷施 A (稀释倍数)	树干涂抹 B (稀释倍数)
1	A ₁ (100 倍)	B ₁ (5 倍)
2	A ₂ (200 倍)	B ₂ (10 倍)
3	A ₃ (300 倍)	B ₃ (20 倍)

表3 数据处理直观分析

处理号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
处理组合	A ₁ B ₁	A ₁ B ₂	A ₁ B ₃	A ₂ B ₁	A ₂ B ₂	A ₂ B ₃	A ₃ B ₁	A ₃ B ₂	A ₃ B ₃

1.4 试验方法

生化腐植酸由河北省饶阳县腐植酸厂提供,农药由市场农资公司购得。采用叶面喷施(A)和树干涂抹(B)相结合的方法。

叶面喷施(A):生化腐植酸稀释100倍、200倍和300倍,并结合农药(稀释800~1000倍)一起喷施。5月中旬结合多菌灵喷施1次;6~8月结合乙磷铝和多菌灵喷施3次;9月结合托布津喷施1次。

树干涂抹(B):4月上旬将树干病皮彻底刮除,直至显露出新鲜组织,但不能触及形成层。将刮除的病皮用塑料布收集,集中焚烧后埋于地下。生化腐植酸稀释5倍、10倍和20倍3个浓度分别涂抹到新刮除的树干上。

1.5 样品的采集与分析

分别于7月上旬和10月上旬各采集一次。每次按实验设计取9个样本和一个对照(对照CK只喷施农药,不加BHA。由于只喷施BHA对防治轮纹病效果不明显,本实验不考虑喷BHA的对照)。取样时,按每种处理的第5~7棵树为调查树,并从树的4个方向上取样,混匀作为一个标本。两次采集的样品分别分析,取其平均值。

样品采集后, 立即送至林业部森林生态环境重点实验室, 按标准方法处理和分析^[2]。叶片分析项目: N、P、K、Ca、Mg、Cu、Zn、Fe、Mn、叶绿素、酚酸类、超氧化物歧化酶(Super oxide dismutase, SOD) 和气孔开度; 果实分析项目: 总酸、总糖、维生素 C、Ca、Mg 等成分。

2 结果分析

实验表明, 生化腐植酸改变了果树的生理生化指标, 提高了果树自身营养调控能力, N、P、Ca 等营养成分明显增加。叶绿素、SOD 和酚酸类化合物含量的改变, 提高了果树的抗病能力。气孔开度的改变, 增加了抗性。其结果如下。

2.1 养分状况的改善

叶片的营养成分如表 4, 其 N、P、Ca、Zn 的总体均值(\bar{X}) 与对照(CK) 比较, 用 t 检验达到显著水平。这说明喷施生化腐植酸刺激了果树, 改变了果树自身营养调控能力, 吸收营养充分, 树势得到恢复。

表 4 叶片(干)营养成分直观分析

处理号	N	P	K	Ca	Mg	Zn	Fe	Mn	Cu
	(g/kg)			(μg/g)					
1	29.0	4.55	5.38	8.28	2.43	48.5	223.8	41.6	14.3
2	28.4	4.62	5.37	8.14	2.46	45.5	220.0	48.9	11.9
3	29.8	4.24	5.97	9.22	2.35	44.3	217.5	36.5	12.9
4	31.1	4.87	5.29	8.61	2.35	45.3	237.8	44.3	14.7
5	29.6	4.52	5.49	9.18	2.44	52.3	296.3	45.7	12.3
6	27.2	4.62	5.45	7.83	2.46	53.0	243.8	42.0	16.3
7	29.4	3.26	5.09	9.41	2.38	47.5	191.3	39.8	14.3
8	22.2	4.38	5.49	8.92	2.52	54.5	213.8	47.0	18.9
9	23.4	3.64	5.31	8.87	2.49	44.1	205.0	46.4	18.7
CK	21.4	4.01	5.41	7.78	2.46	28.5	218.5	43.8	15.8
\bar{X}_1	29.1	4.47	5.57	8.55	2.41	46.1	220.4	42.3	12.8
\bar{X}_2	29.3	4.67	5.41	8.54	2.42	50.2	257.9	44.0	14.6
\bar{X}_3	25.3	3.76	5.30	9.06	2.46	48.7	203.4	42.5	17.2
\bar{X}	27.9	4.30	5.43	8.72	2.43	48.3	227.3	42.9	14.9
t 检验($\alpha=5\%$)	显著	显著	不显著	显著	不显著	显著	不显著	不显著	不显著

注: \bar{X}_1 为 A_1B_1 、 A_1B_2 、 A_1B_3 的平均值, \bar{X}_2 为 A_2B_1 、 A_2B_2 、 A_2B_3 的平均值, \bar{X}_3 为 A_3B_1 、 A_3B_2 、 A_3B_3 的平均值, 下同。

2.2 光合作用的加强

光合作用是植物最重要的生理过程。叶绿素是光合作用的产物, 又是影响光合作用的重要物质基础。如表 5, 叶绿素总体均值(\bar{X}) 与对照(CK) 比较, t 检验达到显著性水平。光合作用的加强, 促进了果树体内物质的合成、运送和积累, 提高了果树的生命力。

2.3 生理代谢与活性酶

酶是与生命现象密切相关的生物催化剂。超氧化物歧化酶(SOD) 作为一种防御活性氧和其它过氧化物自由基对细胞质膜伤害的酶, 尽管它的生理机能目前研究得还很少, 但 SOD 对植物的抗热性、抗盐性和抗衰老等方面作用的研究已有报道^[3]。因此, SOD 活性水平在一定程度上体现了寄主的抗性能力, 表 5 中 SOD 活性数据与 CK 比较达到显著水平, 增强了寄主的抗性能力。

表 5 叶片(鲜)中叶绿素和 SOD 活性直观分析

处理号	叶绿素(g/kg)			SOD (活性单位/g)	处理号	叶绿素(g/kg)			SOD (活性单位/g)
	a	b	总量			a	b	总量	
1	1.19	0.50	1.69	1 011.1	9	1.16	0.48	1.64	986.4
2	1.21	0.52	1.73	1 155.3	X ₁			1.75	1124.3
3	1.26	0.56	1.82	1 206.4	X ₂			1.81	1086.3
4	1.24	0.54	1.78	1 135.5	X ₃			1.61	1015.7
5	1.27	0.55	1.82	1 124.6	X			1.72	1075.4
6	1.28	0.52	1.80	998.7	CK			1.29	984.0
7	1.15	0.45	1.60	1 010.4	t 检验($\alpha=5\%$)			显著	显著
8	1.13	0.46	1.59	1 050.2					

2.4 果树内酚酸类物质的变化

植物体内固有抗菌物质已研究过的有酚类、有机硫化物、不饱和内脂和萜类化合物。例如单宁在栗树体内的含量与抗病性呈正相关^[4]。本文研究了酚酸类物质与苹果轮纹病的关系,如表 6 中,对羟基苯甲酸、邻苯二酚、阿魏酸和肉桂酸的总体均值(\bar{X})与 CK 比较,均达到显著性水平。观察表明,凡这类抗菌物质达到显著水平的果树,轮纹病基本消除。对田间 208 株试验果树(包括 CK)调查统计,轮纹病发病率从 100% 下降到 40% 以下。从统计量看,喷施浓度稀释 100 倍(X₁)效果最佳。

表 6 叶片(鲜)中酚酸类物质直观分析

(单位: g/kg)

处理号	没食子酸	儿茶酸	对羟基苯甲酸	邻苯二酚	香豆酸	阿魏酸	肉桂酸	绿原酸	咖啡酸
1	0.010	0.050	0.156	0.214	0.008	0.008	0.031	-	0.012
2	0.010	0.060	0.097	0.269	0.010	0.013	0.041	0.024	0.006
3	0.010	0.044	0.117	0.157	0.003	0.013	0.037	-	0.012
4	0.015	0.061	0.116	0.217	0.010	0.013	0.049	-	0.010
5	0.015	0.076	0.097	0.227	0.010	0.013	0.020	-	0.007
6	0.016	0.059	0.097	0.171	0.005	0.005	0.010	0.041	0.007
7	0.014	0.011	0.097	0.202	0.012	0.009	0.021	0.021	-
8	0.010	0.060	0.078	0.128	0.010	0.015	0.009	0.065	-
9	0.013	0.058	0.070	0.192	0.014	0.005	0.013	0.034	-
CK	0.009	0.049	0.059	0.091	0.006	0.005	0.007		
X ₁	0.010	0.052	0.123	0.233	0.007	0.012	0.036		
X ₂	0.015	0.065	0.103	0.205	0.009	0.010	0.026		
X ₃	0.012	0.075	0.081	0.174	0.010	0.009	0.014		
X	0.013	0.064	0.103	0.197	0.009	0.010	0.026		
t 检验($\alpha=5\%$)	不显著	不显著	显著	显著	不显著	显著	显著		

2.5 调节气孔开度

具有活性较高的煤炭腐植酸对农作物的抗旱作用已有研究^[5]。如图 2 所示,喷施生化腐植酸(200 倍)第 7 天叶片的气孔开度,总体均值(\bar{X})为 0.718 μm ,而对照为 2.75 μm ,第 15 天气孔开度恢复到 1.32 μm 。这说明,生化腐植酸对苹果叶片气孔开度有明显调节作用。特别是在旱季,通过喷施生化腐植酸,使气孔关小,控制呼吸强度,减小蒸腾,可提高果树抗逆性。这种调节作用一般能维持 12~15 d。

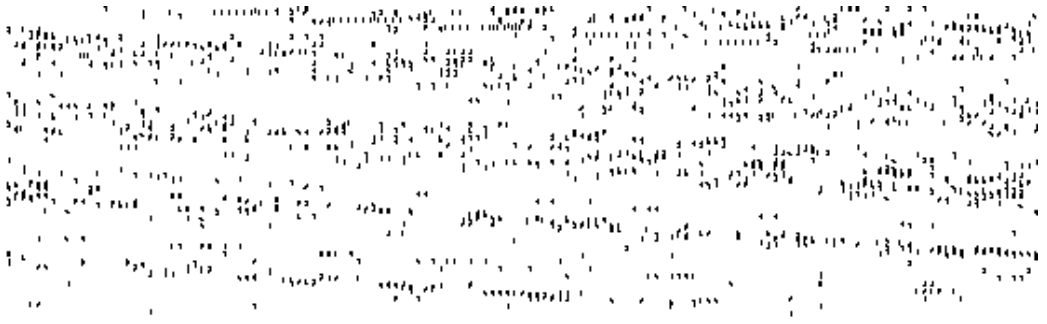


图 2 喷施生化腐植酸(200 倍)第 7 天气孔开度比较
左: 喷施生化腐植酸 右: 未喷施生化腐植酸

3 结 论

(1) 将生化腐植酸引入防治苹果轮纹病, 改善了果树自身营养调控能力和对环境的适应能力, 通过调节气孔开度, 增强了果树自身抗逆性。

(2) 由于生化腐植酸中含有黄腐酸、游离氨基酸和核糖核酸等活性物质, 对果树生长有明显刺激作用, 促进果树体内抗菌性物质酚酸的形成, 增强果树的抗病能力。轮纹病发病率下降到 40%, 坏果率下降到 10%。

(3) 生化腐植酸能促进光合作用和呼吸强度, 提高果树体内叶绿素和活性酶(SOD) 的量, 增强果树的活力, 使树势得到恢复。

(4) 至于喷施的 BHA 浓度, 除酚酸类化合物外, 统计量 X_1, X_2, X_3 之间, 经检验均未达到显著性水平, 故可选用稀释 200 倍的浓度。涂抹树干的 BHA 浓度, 经统计分析, 均未达到显著性水平, 但考虑到树干病害的严重性, 建议用稀释 10 倍浓度 BHA 涂抹。

总之, 生化腐植酸本身不是农药, 但它与农药配合使用, 通过生化腐植酸对果树的营养调控和刺激作用, 改变了病树的生理生化指标, 能有效地辅助农药充分发挥药效, 达到防治轮纹病之功效。

参 考 文 献

- 1 河北省果树研究所. 果树病虫害及其防治. 石家庄: 河北人民出版社, 1978. 197 ~ 199.
- 2 中国林科院分析中心编. 现代实用仪器分析方法. 北京: 中国林业出版社, 1994. 1 ~ 99.
- 3 Baker R C. Peroxide dismutase in ripening fruits. *Plant Physiol.*, 1976, 58: 644 ~ 647.
- 4 叶建仁, 吴小芹. 树木抗病的生理生化学研究进展. *林业科学研究*, 1997, 9(3): 311 ~ 317.
- 5 郑平. 煤炭腐植酸的生产和应用. 北京: 化学工业出版社, 1991. 247 ~ 266.

Influence of Biochemical-humic Acid on the Physiological and Biochemical Index of Apple Tree Infected with *Physalospora piricola*

Yu Jianguo Ye Shuiying Zhao Yujuan Sun Yingchang Wang Tiezhang

Abstract Biochemical-humic acid (BHA) was applied to prevent and control apple tree disease caused by *Physalospora piricola* in 1996. The results proved that the active substances in BHA provoked apple trees and improved their nutrition regulation and adaptability to environment along with the change of physiological and biochemical index. Activity of super oxide dismutase (SOD) and the process of metabolism in apple trees were strengthened. Thus the content of phenolic acids, a kind of inherent anti-biotic substances in apple trees were significantly increased, and *P. piricola* disease rate was reduced, photosynthesis was enhanced, synthesis was promoted. And nutrition in apple trees was accumulated. The opening degree of stomata was changed also. It is concluded that weak apple trees were rejuvenated and the pesticide effect could be brought into full play. The rate of the disease could be reduced to less than 40%.

Key words biochemical-humic acid apple trees ring spot *Physalospora piricola* physiological and biochemical index

Yu Jianguo, Professor, Ye Shuiying, Zhao Yujuan (The Research Institute of Forest Ecology and Environment, CAF Beijing 100091); Sun Yingchang, Wang Tiezhang (Yaoyang Forestry Bureau of Hebei Province).