

# 杨树叶缘枯病原菌鉴定及生物学特性

高国平, 王红, 邓秋越, 王月, 谢皖豫, 马腾飞

(沈阳农业大学 林学院, 辽宁 沈阳 110161)

**摘要:**以从杨树发病叶分离到的病原菌为试材,采用形态学与分子生物学法鉴定病原菌,利用菌丝培养法,研究不同培养基、温度、光照、pH值、碳源和氮源对病原菌菌落生长的影响。结果表明:病原菌为大茎点属(*Macrophoma* sp.)真菌;病原菌菌丝生长最适温度为25~30℃,适宜pH值为6.0,适宜培养基为PA培养基与PDA培养基,不同的光照条件对病原菌菌丝生长速度影响不大,适宜病原菌P1生长的最佳碳源为乳糖,氮源为酵母膏。

**关键词:**杨树;病原菌鉴定;生物学特性;ITS rDNA

**中图分类号:**S 763.15 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)04-0119-05

杨树(*Populus* spp.)是世界上广泛栽植的树种,中国是世界上杨树人工林面积最大的国家。杨树具有生长快、成材早、产量高、易于更新的特点,在工业和生活上具多种用途,而且在环保和绿化工程中也占有重要地位<sup>[1]</sup>。近几年来,在沈阳地区杨树上发现了一种叶枯病,该病害可造成杨树叶片枯黄、提早落叶,对杨树的发育构成较大危害,给林业生产和城市园林绿化事业造成损失。杨树叶枯病过去报道多由链格孢菌(*Alternaria alternata*)引起<sup>[2]</sup>,但近些年来,在辽宁省的沈阳、鞍山等地区陆续发现了引起杨树叶枯病的病原菌形态与链格孢菌完全不同,目前为止,尚鲜见有相关文献资料对该种病原菌的研究报道。现通过形态学和分子生物学相结合的方法对该病原菌进行鉴定,并对该病原菌的生物学特性进行了研究,以期今后对该病害的深入研究和有效控制提供理论基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

1.1.1 供试菌种 从沈阳故宫停车场旁的杨树病株上,选择新发病叶片(带子实体),采集作为菌种分离材料,采用组织分离法分离出该病原菌(编号为P<sub>1</sub>),经纯化后得到母菌种,放入4℃的冰箱中备用<sup>[3-4]</sup>。

1.1.2 供试培养基 马铃薯葡萄糖琼脂培养基(PDA):马铃薯200 g,葡萄糖20 g,琼脂20 g,水1 000 mL;麦芽糖琼脂培养基(MA):麦芽糖25 g,琼脂17 g,水1 000 mL;牛肉汁蛋白胨培养基(LB):牛肉膏5 g,蛋白胨10 g,琼

脂20 g,水1 000 mL;燕麦片琼脂培养基(OA):燕麦片30 g,琼脂17 g,水1 000 mL;玉米粉琼脂培养基(CA):玉米粉300 g,琼脂17 g,水1 000 mL;查彼氏(Czapek)琼脂组合培养基:硝酸钠2 g,磷酸氢二钾1 g,硫酸镁0.5 g,氯化钾0.5 g,硫酸铁0.01 g,蔗糖30 g,琼脂20 g,水1 000 mL;杨树浸汁葡萄糖琼脂培养基(PE):杨树枝条400 g,葡萄糖20 g,琼脂20 g,水1 000 mL;杨树浸汁与PDA混合培养基(PA:杨树剪枝液占总溶液的20%);杨树枝条40 g,土豆160 g,葡萄糖20 g,琼脂20 g,水1 000 mL。

### 1.2 试验方法

1.2.1 形态学鉴定 症状观察:观察病斑的形状、大小、色泽、位置,同时拍摄照片。制作切片并显微镜检查:从邻近健全组织的部分切取新鲜材料,采用徒手切片法将材料切成薄片,以蒸馏水为浮载剂制作病理切片,显微镜观察菌丝结构、质地、颜色,孢子的形状、颜色、测量大小。观察的同时做文字描述并拍摄照片记录。通过形态特征初步鉴定其种类<sup>[5-8]</sup>。

1.2.2 分子生物学鉴定 采用CTAB法提取DNA<sup>[9]</sup>。以ITS1与ITS4作为测序引物进行PCR扩增,测序工作由生物公司完成。登陆GenBank,输入目的基因进行BLAST比对,用MEGA构建系统发育树<sup>[10-14]</sup>。

1.2.3 不同培养基对菌丝生长的影响 从冰箱中取出保存的PDA平板菌种,用直径为0.5 cm的打孔器打取菌落的外缘,将菌种接种在供试培养基上。置于培养箱中25℃恒温培养,每个处理5次重复,培养24 h后采用生长速率法测量菌落直径<sup>[15-16]</sup>。

1.2.4 温度对菌丝生长的影响 将打取的菌饼接种在PDA培养基的中央,置于温度为5、10、15、20、25、30、35℃的培养箱中培养。每个处理5次重复,培养24 h后采用生长速率法测量菌落直径。

**第一作者简介:**高国平(1961-),男,博士,教授,研究方向为林木病理学和园林植物病理学。E-mail:ggp8881@163.com。

**收稿日期:**2014-11-13

1.2.5 光照对菌丝生长的影响 将打取的菌饼接种在PDA培养基的中央,置于全光照、12 h光照/12 h黑暗交替、全黑暗的25℃培养箱中恒温培养。每个处理5次重复,培养24 h后采用生长速率法测量菌落直径。

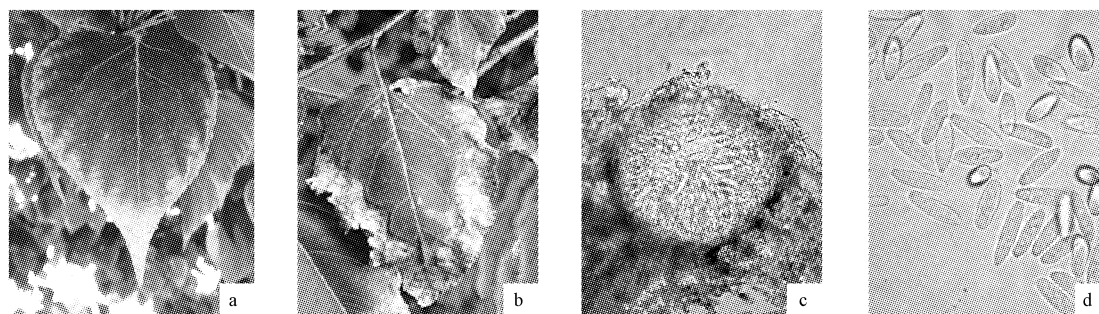
1.2.6 碳源对菌丝生长的影响 以查彼氏琼脂组合培养基为基础配方,碳源分别为葡萄糖、麦芽糖、淀粉、果糖、木糖、乳糖、柠檬酸,以不加碳源的培养基作为对照培养。置于25℃培养箱中恒温培养,每个处理5次重复,培养24 h后采用生长速率法测量菌落直径。

1.2.7 氮源对菌丝生长的影响 以查彼氏琼脂组合培养基为基础配方,氮源分别为蛋白胨、硝酸铵、甘氨酸、酵母粉、氯化铵、L-谷氨酸、草酸铵、L-甲硫氨酸,以不加氮源的培养基作为对照培养。置于25℃培养箱中恒温培养,每个处理5次重复,培养24 h后采用生长速率法测量菌落直径。

## 2 结果与分析

### 2.1 菌种鉴定

2.1.1 形态特征 病斑初期发生在叶尖部(图1a),约0.5 cm,颜色为浅黄色,后沿叶片边缘向内呈波状逐渐发展(图1b),颜色由浅黄色至褐色,子实体主要发生在枯死的叶面上。分生孢子器圆形、近圆形,壁黑褐,单生,埋生,后期突出寄生表面,直径大小为100~150 μm,具孔口(图1c);分生孢子梗短,无色,有隔,不分枝,长短不一;分生孢子长椭圆形、梭形或杆状,常常一端平截,另一端钝圆,单胞,无色,(22.5~33.7) μm × (6.3~10.0) μm(图1d);根据菌株P<sub>1</sub>的形态特征,该病原菌的形态符合大茎点属(*Macrophoma*)的基本形态特征,文献资料尚鲜见与该种形态相同或近似的种类,故该病原菌按形态暂定为杨树大茎点霉(*Macrophoma* sp.)。



注:a.发病初期症状;b.发病后期症状;c.分生孢子器;d.分生孢子。

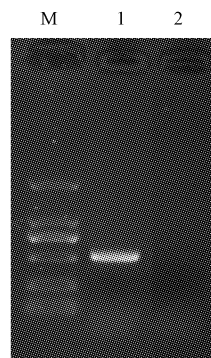
Note:a. Infected symptoms of early;b. Infected symptoms of late;c. Pycnidium;d. Conidia.

图1 杨树叶缘枯病病斑与病原形态

Fig. 1 Poplar leaf margin blight scab and pathogen morphology

2.1.2 分子生物学鉴定结果 由图2菌株rDNA ITS序列的PCR扩增结果可知,扩增产物片段大小为544 bp(见图3)。菌株P<sub>1</sub>rDNA ITS序列在GenBank中进行BLAST序列相似性搜索,检测到与该菌株相似率高达100%的*Botryosphaeria dothidea*。菌株P<sub>1</sub>为无性型,形态特征与有性型的葡萄座腔菌属(*Botryosphaeria*)完全不同,而葡萄座腔菌属(*Botryosphaeria*)的无性型常常包括大茎点属(*Macrophoma*)、梭孢壳孢属(*Fusicoccum*)、壳孢属(*Dothiorella*)以及叶点霉属(*Phyllosticta*)。同时将测得结果与基因库中的以上几种无性型一起比较进行系统发育分析。由图4可知,6个序列形成3个大的聚类组:菌株P<sub>1</sub>与大茎点属(*Macrophoma*)、梭孢壳孢属(*Fusicoccum*)、壳孢属(*Dothiorella*)3个无性型属同一个聚类组,且每个分支间的自举支持率高(>77%),序列差异小,亲缘关系较近。菌株P<sub>1</sub>与叶点霉属(*Phyllosticta*)、茎点属(*Phoma*)自举支持率都很低(<50%),序列差异大,亲缘关系远。在亲缘关系较近的大茎点属(*Macrophoma*)、梭孢壳孢属(*Fusicoccum*)、壳孢属

孢属(*Dothiorella*)3个无性型中,后二者发育过程中均产生子座,而大茎点属(*Macrophoma*)不产生子座,由此可基本判定杨树叶缘枯病的病原菌为大茎点属的菌物,与形态鉴定基本吻合。



注:M:DL 2 000;1:PCR产物;2:阴性对照。

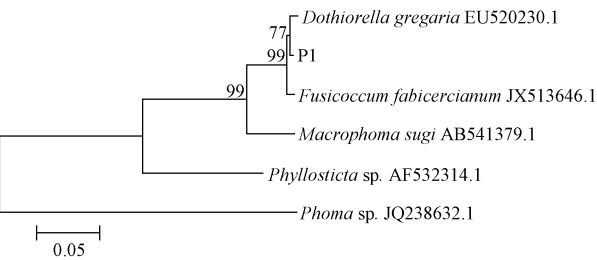
图2 ITS PCR结果

Fig. 2 ITS PCR result

1 TGGTAACCGG AGATTTCGGGC TCGGCCGAT CCTCCCACCC TTTGTGTACC TACCTCTGTT  
61 GCTTTGGCGG GCGCGGGTCC TCCGCGGCCG CCCCCCTCCC CGGGGGGGTG GCCAGCGCCC  
121 GCCAGAGGAC CATCAAACCTC CAGTCAGTAA ACGATGCAGT CTGAAAAACA TTTAATAAAC  
181 TAAAACTTTC AACACGGAT CTCTTGGTTC TGGCATCGAT GAAGAACGCA GCGAAATGCG  
241 ATAAGTAATG TGAATTGCAG AATTCAGTGA ATCATCGAAT CTTTGAACGC ACATTGCGCC  
301 CTTTGGTATT CCGAAGGGCA TGCCTGTTCG AGCGTCATTA CAACCCCTAA GCTCTGCTTG  
361 GTATTGGGCA CCGTCCTTTG CGGGCGCGCC TCAAAGACCT CGGCGGTGGC GTCTTGCCCTC  
421 AAGCGTAGTA GAACATACAT CTCGCTTCGG AGCGCAGGGC GTCGCCCGCC GGACGAACCT  
481 TCTGAACCTT TCTCAAGGTT GACCTCGGAT CAGGTAGGGA TACCCGCTGA ACTTAAGCAT  
541 ATCA

图 3 DNA 测序结果

Fig. 3 DNA sequencing result



注:节点上的数字表示自举支持率,1 000 次重复,50%以下未显示出。

图 4 用 ITS 序列构建系统发育树

Fig. 4 ITS sequence phylogenetic tree construction

2.2 病原菌的生物学特性

2.2.1 培养基对菌丝生长的影响 由表 1 可知,病原菌在供试培养基上均能生长,以 CA 培养基、PA 培养基、PDA 培养基菌落生长速度最快,但在 CA 培养基上的菌落极稀疏、纤细,PA 培养基中菌落中心致密,呈绒毛状,PDA 培养基菌落致密,气生菌丝较粗壮,呈绒毛状。其次为 Czapek 培养基菌落极稀疏、絮状,LB 培养基菌丝较致密,OA 培养基菌丝稀疏,气生菌丝极细,杨树汁葡萄糖琼脂培养基菌落致密、呈绒毛状。MA 培养基中菌丝生长状况最不好,生长速度最慢。

表 1 不同培养基对菌丝生长的影响

Table 1 Effect of different medium on mycelial growth

培养基	菌落直径
Culture medium	Colony diameter/cm
马铃薯葡萄糖琼脂培养基(PDA)	7.94±0.14 <sup>d</sup>
麦芽糖琼脂培养基(MA)	4.58±0.46 <sup>a</sup>
牛肉汁蛋白胨培养基(LB)	6.10±0.17 <sup>c</sup>
燕麦片琼脂培养基(OA)	5.64±0.38 <sup>bc</sup>
玉米粉琼脂培养基(CA)	8.25±0.04 <sup>d</sup>
查彼氏琼脂组合培养基(Czapek)	7.78±0.23 <sup>d</sup>
杨树浸汁葡萄糖琼脂培养基(PE)	5.29±0.04 <sup>b</sup>
杨树剪枝液与 PDA 混合培养基(PA)	8.22±0.01 <sup>d</sup>

注:同一列数字后不同字母表示在 0.05 水平上差异显著。菌落直径指培养 4 d 后净生长直径。

2.2.2 温度对菌丝生长的影响 由表 2 可知,不同温度对病原菌菌落生长速度的影响差异显著,病原菌在 10~35℃ 范围内可以生长,在 5℃ 的低温下未生长,适宜生长

温度为 25~30℃,此温度下菌落生长较快,菌落致密,菌丝粗壮呈白色、绒毛状。温度低于 20℃,高于 35℃ 时菌落生长缓慢,菌落稀疏,菌丝纤细。

表 2 温度对菌丝生长的影响

Table 2 Effect of different temperature on mycelial growth

温度	菌落直径	菌丝日均生长量
Temperature/℃	Colony diameter/cm	Mycelium average growth/(cm·d <sup>-1</sup> )
5	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>
10	0.20±0.03 <sup>b</sup>	0.07±0.05 <sup>a</sup>
15	3.48±0.28 <sup>c</sup>	0.87±0.16 <sup>ab</sup>
20	7.00±0.16 <sup>d</sup>	1.75±0.38 <sup>b</sup>
25	7.94±0.14 <sup>e</sup>	1.98±0.75 <sup>b</sup>
30	8.10±0.03 <sup>e</sup>	2.02±0.50 <sup>b</sup>
35	0.32±0.04 <sup>b</sup>	0.18±0.07 <sup>a</sup>

2.2.3 光照对菌丝生长的影响 由表 3 可知,病原菌在 3 种光照条件下均能生长,不同的光照条件对病原菌菌丝生长速度影响不大,没有显著差异,但菌落形态不同。全光照下菌落较稀疏、菌丝纤细,而在全黑暗下,菌落致密、菌丝粗壮,光暗交替条件下菌落形态介于全光照与全黑暗之间。

表 3 光照对菌丝生长的影响

Table 3 Effect of different illumination on mycelial growth

光照	菌落直径	菌丝日均生长量
Illumination	Colony diameter/cm	Mycelium average growth/(cm·d <sup>-1</sup> )
全光照	8.16±0.05 <sup>b</sup>	2.09±0.63
光暗交替	7.98±0.13 <sup>a</sup>	2.00±0.65
全黑暗	8.36±0.02 <sup>ab</sup>	2.07±0.82

2.2.4 pH 值对菌丝生长的影响 由图 4 可知,病原菌在 pH 3~11 的培养基上均能生长,pH 4~9 之间生长良好,日平均生长量在 1.88~2.03 cm/d。最适 pH 6,此 pH 值下菌落生长速度最快,菌落致密,菌丝粗壮呈白色、绒毛状。当 pH>8 时,菌落生长速度呈减慢趋势。

2.2.5 碳源对菌丝生长的影响 由表 4 可知,病原菌在各种碳源培养基上均可以生长,不添加碳源的对照培养基也可以生长。该病原菌的最适碳源为乳糖,其次为葡萄糖、果糖、麦芽糖、木糖、淀粉,以柠檬酸为碳源生长最差,生长第 4 天菌落直径仅为 2.98 cm。碳源对菌落生长没有太大的影响。该病原菌在以上供试碳源培养基



上生长的菌落形状相似,菌落近圆形或不规则形,气生菌丝薄且较稀疏。

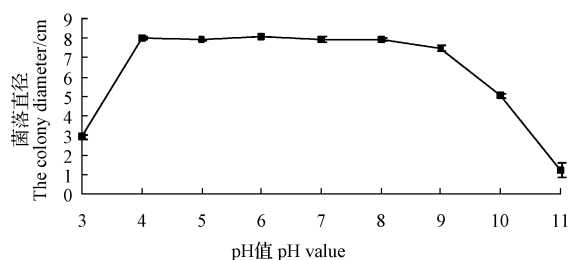


图4 不同 pH 值对菌落直径的影响

Fig. 4 Effect of pH value on the colony diameter

表4 不同碳源对菌丝生长的影响

Table 4 Effect of different carbon sources on mycelial growth

碳源 Carbon source	菌落直径 Colony diameter/cm	菌丝日均生长量 Mycelium average growth/(cm · d <sup>-1</sup> )
葡萄糖	7.94 ± 0.28 <sup>d</sup>	1.99 ± 0.58
麦芽糖	7.05 ± 0.27 <sup>c</sup>	1.76 ± 0.44
柠檬酸	2.98 ± 0.14 <sup>a</sup>	0.74 ± 0.21
乳糖	8.29 ± 0.01 <sup>d</sup>	2.07 ± 0.58
淀粉	4.69 ± 0.16 <sup>b</sup>	1.17 ± 0.28
果糖	7.64 ± 0.33 <sup>cd</sup>	1.91 ± 0.53
木糖	5.35 ± 0.51 <sup>b</sup>	1.34 ± 0.55
对照	6.95 ± 0.09 <sup>c</sup>	1.74 ± 0.41

2.2.6 氮源对菌丝生长的影响 由表5可知,病原菌在各种氮源培养基上均可以生长,在无氮源的对照培养基中也可以生长,以L-甲硫氨酸为氮源的培养基上菌丝日均生长量最大,但菌丝非常纤细。病原菌对以草酸铵为氮源的培养基利用最差,菌丝日均生长量为1.27 cm/d。病原菌最适氮源为酵母膏,在酵母膏为氮

表5 不同氮源对菌丝生长的影响

Table 5 Effect of different nitrogen sources on mycelial growth

氮源 Nitrogen source	菌落直径 Colony diameter/cm	菌丝日均生长量 Mycelium average growth/(cm · d <sup>-1</sup> )
酵母粉	6.12 ± 0.19 <sup>b</sup>	1.53 ± 0.33
L-谷氨酸	8.03 ± 0.02 <sup>de</sup>	2.01 ± 0.68
草酸铵	5.06 ± 0.26 <sup>a</sup>	1.27 ± 0.33
氯化铵	7.53 ± 0.20 <sup>d</sup>	1.88 ± 0.57
硝酸铵	6.53 ± 0.04 <sup>be</sup>	1.63 ± 0.47
甘氨酸	8.05 ± 0.02 <sup>de</sup>	2.01 ± 0.79
L-甲硫氨酸	8.08 ± 0.04 <sup>e</sup>	2.02 ± 0.48
蛋白胨	6.97 ± 0.34 <sup>c</sup>	1.74 ± 0.46
对照	8.12 ± 0.06 <sup>e</sup>	2.03 ± 0.42

源的培养基上菌丝日均生长量为1.53 cm/d,菌落密实、近圆形,边缘呈波浪状,气生菌丝粗壮,呈白色、绒毛状。

### 3 结论

该试验同时采用形态学鉴定和分子生物学2种鉴定方法,形态学鉴定与分子生物学鉴定结果基本相符,确定危害杨树叶缘枯病的病原菌为杨叶大茎点霉(*Macrophoma* sp.)。

病原菌生长适宜温度为25~30℃,最适pH值为6,适宜培养基为PA培养基与PDA培养基,不同的光照条件对病原菌菌丝生长速度影响不大,病原菌在多种碳源氮源培养基上均能生长,最佳碳源为乳糖,最佳氮源为酵母膏。

### 参考文献

- [1] 曾大鹏.我国杨树病害的研究现状与防治[J].中国森林病虫,2002,21(1):20-26.
- [2] 徐素琴,原树忠,陈晓青.杨叶枯病菌:细链格孢(*Alternaria tenuis*)的研究[J].东北林学院学报,1984,12(1):56-64.
- [3] 项存梯.林病研究法[M].哈尔滨:东北林业大学出版社,1991.
- [4] 方中达.植病研究方法[M].北京:中国农业出版社,1998.
- [5] 喻璋,张猛.半知菌分属图册[M].北京:科学出版社,2009.
- [6] 邵力平,沈瑞祥,张素轩,等.真菌分类学[M].北京:中国林业出版社,1984.
- [7] 袁嗣令,周仲铭,邵力平.中国乔、灌木病害[M].北京:科学出版社,1997.
- [8] 陈捷.现代植物病理学研究方法[M].北京:中国农业出版社,2007.
- [9] 刘小勇,田素忠,秦国夫,等.提取植物和微生物DNA的SDS-CTAB改进法[J].北京林业大学学报,1997,19(13):100-103.
- [10] 刘晓倩,祁建民,陈玉森,等.中国红麻炭疽病原菌的分离鉴定及rDNA-ITS序列分析[J].中国农业科学,2012,45(17):3515-3521.
- [11] Kumar S, Tamura K, Nei M. MEGA3: Integrated software for molecular evolutionary genetics analysis and sequence alignment[J]. Briefings in Bioinformatics, 2004, 5(2): 502-631.
- [12] 马原松,裴冬丽,王文静,等.河南省几种白粉病的ITS序列分析[J].河南农业科学,2012,41(9):87-90.
- [13] Ji H F, Yang Q, Song R H. Biological characters and rDNA ITS sequences of pathogen of poplar leaf blight[J]. Journal of Forestry Research, 2006, 17(1): 17-20.
- [14] Kurtzman C P, Robnett C J. Identification and phylogeny of ascomycetous yeasts from analysis of nuclear large subunit (26S) ribosomal DNA partial sequences[J]. Antonie van Leeuwenhoek, 1998, 73(4): 331-371.
- [15] 高国平,信雯,郑亚楠,等.刺槐心材腐朽菌的鉴定及其生物学特性[J].东北林业大学学报,2010,38(8):60-62.
- [16] 王丽丽,高国平,张伟,等.裂褶菌生物学特性的研究[J].辽宁林业科技,2009(6):15-17.

## Study on Pathogen Identification and Biological Characteristics of Pathogenic Fungal of Poplar Leaf Margin Blight

GAO Guo-ping, WANG Hong, DENG Qiu-yue, WANG Yue, XIE Wan-yu, MA Teng-fei  
(School of Forestry, Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110161)

# MA 包装对鲜食核桃冷藏期货架品质及内源激素的影响

李 晴<sup>1</sup>, 刘 丹<sup>2</sup>, 马艳萍<sup>3</sup>, 寇莉萍<sup>1</sup>, 贾彩霞<sup>3</sup>

(1. 西北农林科技大学 食品科学与工程学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 西北农林科技大学 生命科学学院, 陕西 杨凌 712100;  
3. 西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨凌 712100)

**摘 要:**以“辽核 2 号”鲜食核桃为试材, 采用 Thn-PE11(11  $\mu\text{m}$ )、PE30(30  $\mu\text{m}$ )、PE50(50  $\mu\text{m}$ ) 和 Thk-PE90(90  $\mu\text{m}$ ) 4 种 MA 包装后于  $(0 \pm 0.5)^\circ\text{C}$  下贮藏, 定期转入  $7^\circ\text{C}$  货架期贮藏 7 d, 以 6  $\mu\text{m}$  的普通薄膜包装为 CK, 监测各包装袋内气体成分、核仁品质及内源激素含量的变化。结果表明: 各 MA 包装处理均具有提高  $\text{CO}_2$  浓度和降低  $\text{O}_2$  浓度的气调能力; 4 种包装下鲜核仁的酸价、过氧化值和羰基价均极显著低于 CK, 其中以 PE30 和 PE50 包装最低; PE30 和 PE50 包装核桃的粗蛋白和脂肪含量较高; 同时, 4 种 MA 包装降低了鲜食核桃脱落酸(abscisic acid, ABA)的含量, 显著维持了其贮藏后期较高的赤霉素(gibberellic acid, GA)与玉米素核苷(zeatin riboside, ZR)的含量。综合考虑各指标变化及成本因素, 确定 PE30 为脱青皮鲜食核桃适宜的 MA 包装。

**关键词:**贮藏; 鲜食核桃; 气调包装(MA); 货架品质; 内源激素

**中图分类号:**S 664.109<sup>+</sup>.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)04-0123-06

核桃含有丰富的不饱和脂肪酸、蛋白质及矿物质等营养物质而被称为“天然脑黄金”, 在国际食品市场上占有极其重要的地位<sup>[1-2]</sup>。目前, 鲜食核桃因其脂肪含量低、氨基酸和维生素含量高及其风味特殊等特性, 其消费量及价格稳步攀升, 在我国核桃主产区已形成了一定的消费市场<sup>[3]</sup>。有关鲜食核桃研究包括青皮果实贮藏与脱青皮鲜食核桃贮藏 2 种。项目组前期研究发现, 贮藏用青皮核桃在接近成熟期时需严格控制采收期, 这与生产者提早采收以获取市场高价的矛盾突出, 而提早采

收的青皮核桃冷藏后去青皮难度显著加大, 明显增加了处理成本。与青皮核桃相比, 脱青皮鲜食核桃不仅保留了其丰富营养和独特的风味, 也有效解决了其上市前去青皮困难的突出问题, 可满足市场的长期需求。然而, 鲜食核桃贮藏期间存在发霉、失水等问题, 缩短其冷藏货架寿命。可见, 寻求去青皮鲜食核桃简易可行的贮藏方式对满足其市场长期需求具有重要意义。

自发气调(modified atmosphere, MA)包装是采用对氧气( $\text{O}_2$ )和二氧化碳( $\text{CO}_2$ )具有不同透性的薄膜密封包装来调节果实微环境气体条件以增强保鲜效果的方法<sup>[4-5]</sup>。近年来, MA 包装因其方便、成本低廉等优点, 被广泛应用于果蔬贮藏保鲜中<sup>[5-6]</sup>, 但在青皮核桃中的应用目前仅处于初探阶段<sup>[7-10]</sup>, 有关其在脱青皮鲜食核桃中的应用尚鲜见报道, 致使 MA 包装在脱青皮鲜食核桃中的应用缺乏理论依据。

研究表明, 贮藏品质是衡量包装优劣的关键<sup>[9]</sup>; 内

**第一作者简介:**李晴(1990-), 女, 硕士, 研究方向为果蔬贮藏与加工。E-mail:liqing900414@gmail.com.

**责任作者:**马艳萍(1976-), 女, 博士, 讲师, 现主要从事经济林果品贮藏与加工等研究工作。E-mail:mypl273@163.com.

**基金项目:**国家自然科学基金资助项目(31200518); 西北农林科技大学试验示范站科技成果推广资助项目(TGZX2014-20)。

**收稿日期:**2014-11-28

**Abstract:** Taking the leaves infected by poplar isolated pathogenic bacteria as experimental materials, pathogenic bacteria was identified by morphology and molecular biology method, the effects of different culture medium, temperature, light, pH value, carbon source and nitrogen source on colony growth were studied by method of mycelium culture. The results showed that pathogen P1 was identified as *Macrophoma* sp.. The optimum temperature of the mycelium growth was  $25-30^\circ\text{C}$ , the optimum pH value was 6, PA medium and PDA medium were suitable, and different illumination had no obvious effect on mycelium growth. The mycelium grew best on media with Lactose as carbon source, yeast as nitrogen resource.

**Keywords:** *Populus*; identification; biological characteristics; ITS rDNA