

苏州几种植物群落及主要园林树种的抑菌效应研究

蒋华伟,田 婷,江 君,徐 君,李 欣

(江苏太湖地区农业科学研究所,江苏 苏州 215155)

摘要:为了研究苏州植物群落及主要园林树种的抑菌效应,选择苏州市区桐泾公园内香樟林、杜英林、桂花林、乐昌含笑+银杏林、草坪等5个植物群落为研究样地(草坪为对照),通过平板培养法测定植物群落空气中的细菌、真菌数量,比较植物群落的抑菌效应,同时采集32种植物的叶片,测定植物叶片乙酸乙酯提取液对真菌(黑曲霉菌)的抑菌效应。试验结果如下:(1)9—12月,随着气温逐渐降低,各植物群落空气中细菌、真菌的数量逐渐下降,其中12月空气中细菌未检出。(2)5个植物群落空气中细菌、真菌数量差异极显著,和对照草坪相比,其他4个植物群落对细菌具有明显的抑菌效应,其中乐昌含笑+银杏林群落的效果最好;而对真菌的抑菌效应,只有乐昌含笑+银杏林群落空气中真菌数量低于草坪,而其他样地则是对照草坪样地的357.6%—1 121.9%,极显著地高于草坪样地。(3)32种植物叶片乙酸乙酯提取液对真菌(黑曲霉菌)的抑菌能力有极显著差异,其中枫杨的抑菌能力最强,达到对照的312.0%;乐昌含笑次之,为对照的180.9%。上述相关研究结果可对苏州园林建设及植物应用提供参考。

关键词:抑菌效应;真菌;细菌;植物群落;园林树种;苏州

中图分类号:S718.52⁺1.3;X173

文献标志码:A

doi:10.3969/j.issn.1001-7380.2017.05.001

园林植物是城市园林绿化建设中最重要的重要组成部分,也是城市生态系统中主要初级生产者^[1],为城市生态系统的健康提供了固碳释氧、吸收污染物、降温增湿、保持水土、抑菌效应、生物多样性保护等诸多的生态服务^[2]。随着国民经济发展,城市化与现代化的推进,人们对环境的保健意识日益增强。构建城市森林,发挥绿化植被的生态保健功能,改善人居环境,提高市民生活质量,已成为广大市民的迫切需求^[3]。

植物作为生物活性物质的天然宝库,许多植物提取物都可被用来防治细菌、真菌病害^[4-5],国内众多学者^[6-12]对不同植物提取液在植物病原真菌抑制效果及在食品保鲜等方面的作用进行了大量的研究。李晓储等^[3]对扬州古运河沿岸生态林主要绿化树种及其群落的抑菌功能进行了初步研究;罗英等^[13]研究淮安市城市森林不同类型绿地植物配置抑菌效应。而目前对苏州园林植物的研究主要集中在光合特性^[14-16]、水分利用^[14]等方面,对苏州园林绿化中常见的园林

植物抑菌效应的研究未见报道。本文选择苏州市区公园5种植物群落及32种植物为研究对象,研究植物群落空气中细菌及真菌数量的变化及植物叶片提取液对真菌的抑菌效应,相关研究结果为苏州道路绿化、小区、公园建设中树种的选择、配置提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 植物群落空气中细菌、真菌数量测定

测定地点:室外测定地点位于苏州市桐泾公园内,公园面积约20万m²,为苏州中心城区最大的市级公园,植物种类100种以上,2003年建成开放。2015年9—12月,选取公园内5个植物群落样地,其中草坪作为对照,通过测定植物群落空气中细菌、真菌的数量变化,探讨相对于草坪,其他4个植物群落的抑菌效果,样地详情见表1。

培养基制备方法:取牛肉膏培养基和查氏培养基融化,待冷却到50℃左右时,按无菌操作,将其倒入直径9cm的无菌培养皿中制成平板。

收稿日期:2017-09-06;修回日期:2017-09-15

基金项目:苏州市应用基础研究项目“苏州城市绿道植物景观优化及生态功能评价研究”(SYN201529)

作者简介:蒋华伟(1981-),男,江苏沭阳人,助理研究员,硕士。主要从事园林植物生理生态研究。E-mail:jhw0128@126.com。

表 1 5 个样地情况

序号	物 种	郁闭度/%	高度/m	胸径/cm	面积/m ²
1	乐昌含笑(<i>Michelia chapensis</i>) + 银杏(<i>Ginkgo biloba</i>)	95	18	20—25	550
2	杜英(<i>Elaeocarpus decipiens</i>)	90	12	15—18	400
3	狗牙根(<i>Cynodon dactylon</i>)	—	0.1	—	1 000
4	香樟(<i>Cinnamomum camphora</i>)	85	13	40—45	500
5	桂花(<i>Osmanthus fragrans</i>)	70	4	10—13	350

空气菌落接种方法:植物群落空气菌数测定,将平板放置距地面高 1.5 m 采样点,设置 3 个重复,打开平板盖暴露于空气中 0(对照),5,10,15 min,让空气中的微生物沉降到平板表面上,然后盖好平板,置于培养箱中,细菌于 37 ℃ 培养 48 h,真菌于 25 ℃ 培养 96 h^[17]。

计数方法:培养后计算平板上的菌落数量,并按奥氏公式计算出各检测环境空气中的含菌数(个/m³), $X=(N\times100\times100)/(3.14\times R^2)$ ^[17]。

式中, X 为每立方米空气中的含菌量, R 为所用平板的半径($R=4.5\text{ cm}$), N 为各处理在平板上长出的菌落总数[以 5 min 平板的菌落总数为标准,即 $n=(n_1+n_2/2+n_3/3)/3$,其中, n_1,n_2,n_3 分别为各处理同一暴露时间长出的菌落平均数减去 n_0 的平均数得到的值]。

1.2 植物叶片提取液抑菌(真菌)效应测定

摘取 32 种园林植物的叶片,植物名录见表 2,叶片在 80 ℃ 的烘箱中烘干,切碎,备用。

表 2 植物名录

植物种类	科名	植物种类	科名
香樟(<i>Cinnamomum camphora</i>)	樟科	五角枫(<i>Acer mono</i>)	槭树科
银杏(<i>Ginkgo biloba</i>)	银杏科	樱花(<i>Prunus serrulata</i>)	蔷薇科
垂柳(<i>Salix babylonica</i>)	杨柳科	紫薇(<i>Lagerstroemia indica</i>)	千屈菜科
杜英(<i>Elaeocarpus decipiens</i>)	杜英科	桂花(<i>Osmanthus fragrans</i>)	木犀科
乐昌含笑(<i>Michelia chapensis</i>)	木兰科	紫荆(<i>Cercis chinensis</i>)	豆科
重阳木(<i>Bischofia polycarpa</i>)	大戟科	山麻杆(<i>Alchornea davidii</i>)	大戟科
榉树(<i>Zelkova schneideriana</i>)	榆科	夹竹桃(<i>Nerium indicum</i>)	夹竹桃科
枫杨(<i>Pterocarya stenoptera</i>)	胡桃科	垂丝海棠(<i>Malus halliana</i>)	蔷薇科
枫香(<i>Liquidambar formosana</i>)	金缕梅科	金丝桃(<i>Hypericum monogynum</i>)	藤黄科
朴树(<i>Celtis sinensis</i>)	榆科	海桐(<i>Pittosporum tobira</i>)	海桐花科
女贞(<i>Ligustrum lucidum</i>)	木犀科	八角金盘(<i>Fatsia japonica</i>)	五加科
乌桕(<i>Sapium sebiferum</i>)	大戟科	金叶女贞(<i>Ligustrum × vicaryi</i>)	木犀科
鹅掌楸(<i>Liriodendron chinensis</i>)	木兰科	杜鹃花(<i>Rhododendron simsii</i>)	杜鹃花科
红叶李(<i>Prunus ceraifera</i> Ehrh cv Atropurpurea)	蔷薇科	红花檵木(<i>Lorpetalum chinense</i> var <i>rubrum</i>)	金缕梅科
金边黄杨(<i>Euonymus japonicus</i> cv Aureo-ma)	卫矛科	洒金东瀛珊瑚(<i>Aucuba japonica</i> var <i>variegata</i>)	山茱萸科
红枫(<i>Acer palmatum</i> cv Atropurpureum)	槭树科	红叶石楠(<i>Photinia×Fraseri</i> ‘Red Robin’)	蔷薇科

植物叶片活性成分提取:取剪碎的植物叶片 5 g,提取液分为 2 种,分别为去离子水和乙酸乙酯,量取 30 mL,浸泡 2 h 后在 60 ℃ 的水浴中提取 2 h^[18]。

抑菌活性的测定:(1)药敏纸片的制备 将定性滤纸用打孔器制成直径为 10 mm 的圆形纸片,用无菌镊子分别夹取到浸提液中浸泡 1 min 备用,以

提取液作为对照。(2)菌板的制备 供试菌种为黑曲霉菌,试验时用镊子挑起一些霉菌孢子于去离子水中,用接种环蘸取并涂于制备好的平板培养基上。(3)抑菌活性的测定 将浸泡好的纸片用镊子夹取放置于平板上,每个平板 1 个,放置培养基中心位置,3 个重复,将培养皿倒置于 25 ℃ 的培养箱种

培养,96 h 后测定纸片周围的抑菌圈宽度,测定纸片周围 3 个最近菌斑到纸片的距离,以 cm 表示,根据有无抑菌圈及抑菌圈大小判定提取物抑菌效果。

2 结果与分析

2.1 植物群落对空气中细菌的抑菌效应

5 个样地空气中细菌数量变化见图 1,从 9 月到 12 月,各样地空气中细菌数量逐渐减少,12 月各样地均没有检出细菌,数量为 0。草坪样地空气中细菌含量在 9—11 月中均为最高,其他 4 个样地在各个月的细菌数量和草坪相比,均有大幅降低。其中乐昌含笑+银杏林样地空气中细菌数量在 9—11 月中均为最低,细菌数量分别只有草坪样地相应月的 11.3%,4.8%,3.1%;杜英林样地为对照相应月的 58.4%,44.9%,28.3%;香樟林样地为对照的 51.2%,40.8%,36.8%;桂花林样地为对照的 70.1%,64.8%,43.1%,各样地对空气中细菌均表现出一定的抑菌效应。通过双因素方差分析(见表 3), p 值 <0.01 , $F>F_{crit}$,表明植物群落和月变化及其交叉作用均对空气中细菌含量有极显著影响。

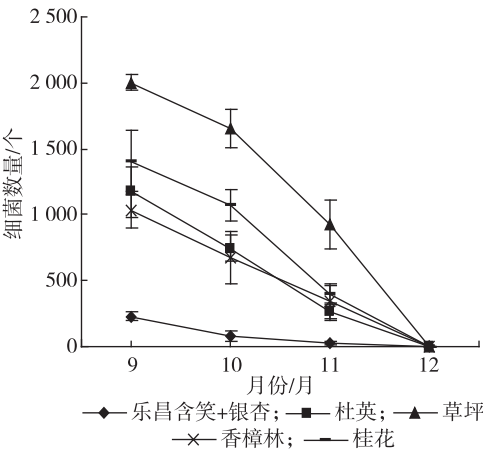


图 1 植物群落空气中细菌数量变化

差异源	细菌			真菌		
	<i>F</i>	<i>P</i> -value	<i>F</i> crit	<i>F</i>	<i>P</i> -value	<i>F</i> crit
样地	131.72	0.00	5.39	583.64	0.00	4.31
月份	136.79	0.00	4.02	991.92	0.00	3.83
交互	6.14	0.00	3.17	57.93	0.00	2.66

2.2 植物群落对空气中真菌的抑菌效应

结果见图 2。从 9 月到 12 月,各样地空气中真菌数量逐渐减少,但减少比例各有不同,从高到低

分别为草坪下降 83.%,杜英林下降 81.3%,桂花林下降 61.3%,香樟林下降 56.7%,乐昌含笑+银杏林下降 51.2%。从数值上看,只有乐昌含笑+银杏林样地空气中的真菌数量少于草坪,各个月份的空气真菌数量相当于对照草坪对应月数量的 32.2%,29.8%,49.6%,93.5%;而其他样地则是对照的 357.6%—1 121.9%,极显著高于草坪样地。通过双因素方差分析(见表 3), p 值 <0.01 , $F>F_{crit}$,表明植物群落和月份变化及其交叉作用均对空气中真菌含量有极显著影响。

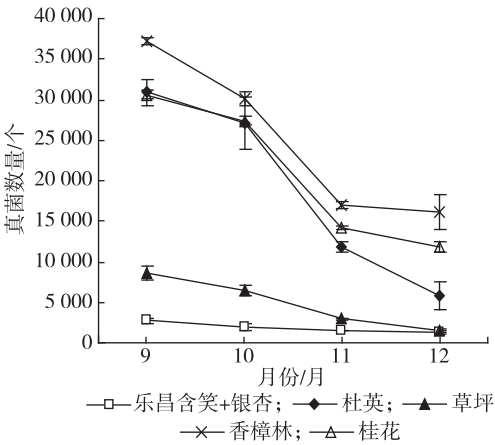


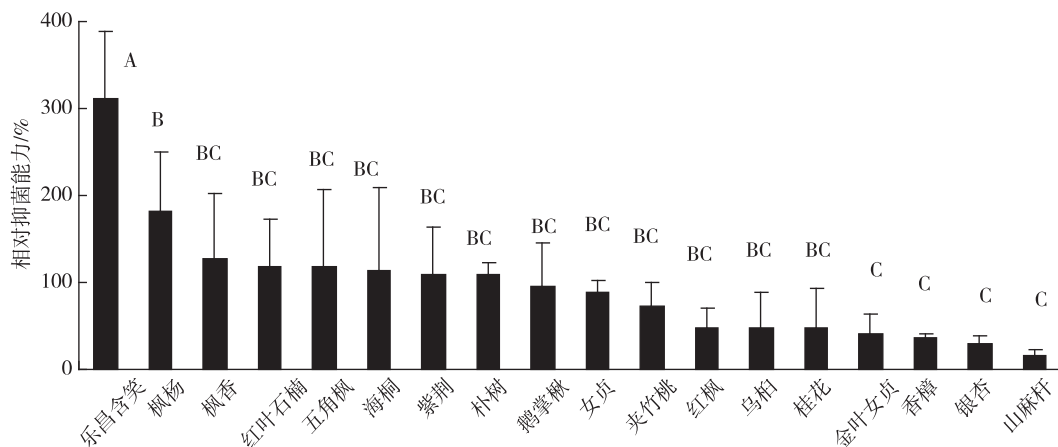
图 2 植物群落空气中真菌数量变化

2.3 植物叶片提取液的抑菌效应

初步试验以水作为提取溶剂,培养结果无抑菌圈,证明叶片水提液无抑菌能力,试验中采用乙酸乙酯作为提取溶剂。作图数据计算方法为[抑菌能力=(样本抑菌圈数值-对照抑菌圈数值)/对照抑菌圈数值],只反映各植物叶片提取液抑菌能力的相对大小。榉树、樱花、金丝桃、紫薇、洒金东瀛珊瑚、八角金盘、垂丝海棠、红花檵木、杜鹃花、金边黄杨、杜英、垂柳、红叶李、重阳木等 14 种植物叶片的抑菌能力为 0,其余 18 种植物叶片的抑菌能力大小不同,具体见图 3。从图 3 可以看出,枫杨的相对抑菌能力最强,达到 312.0%,比排名第 2 的乐昌含笑(180.9%)高出 131.1%,2 者之间有极显著差异($P<0.01$)。其他 16 种植物叶片提取液的相对抑菌能力在 126.9%(枫香)到 15.7%(山麻杆)之间,无极显著差异。

2.4 聚类分析

从图 4 中可以看出,通过 L 线可以将 18 种植物叶片的抑菌能力分为 4 类,加上无抑菌能力类,共 5 类。第 1 类超强:1 种,枫杨;第 2 类强:1 种,乐昌含



不同大写字母表示 2 者之间有极显著差异 ($P < 0.01$)

图 3 18 种植物叶片乙酸乙酯提取液的抑菌能力比较

笑;第 3 类较强:9 种,枫香、红叶石楠、五角枫、海桐、紫荆、朴树、鹅掌楸、女贞、夹竹桃;第 4 类为弱:7 种,红枫、乌桕、桂花、金叶女贞、香樟、银杏、山麻杆;第 5 类无抑菌能力,14 种。

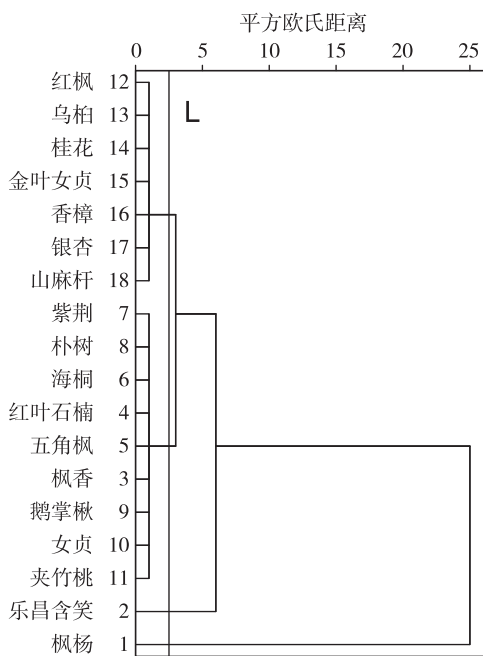


图 4 18 种植物叶片抑菌能力聚类分析

3 讨论与结论

植物群落是开放的环境,其物质、能量时刻和外部环境进行交换、流动,因此其空气中细菌、真菌的含量受到周围环境、气候变化等各种因素的影响,同时群落内部阴湿的小环境也有利于菌类的滋生繁殖,枯枝落叶、落花落果如果不及时清扫,也成

为菌类生长的营养。通过测定植物群落内部空气中细菌、真菌的数量,比较各植物群落菌落数量的差异,可以反映出不同植物种类组成的植物群落对细菌、真菌的抑菌效果。

陈自新等^[19]研究了北京 66 种园林植物的抑菌能力,并依据其抑菌能力的大小,将其分为强、较强、中等、弱等 4 级,并对其园林应用做出建议;李晓储等^[3]利用平板培养法对植物群落的抑菌效应进行过相关研究,得出侧柏、雪松、香樟、桂花、合欢、水杉林群落对细菌有明显抑菌效果,而对霉菌无明显抑菌效果。本试验的结果和李晓储等^[3]的研究结果相类似。和对照草坪相比,各植物群落对细菌均有明显的抑菌效应,而对霉菌,除了乐昌含笑+银杏群落有抑菌效果外,其他几种植物群落的霉菌含量均显著的高于草坪。从研究结果看,月变化对植物群落内部空气中的细菌、真菌含量有显著的影响。如 9 月,气温及空气相对湿度均较其他月高,各植物群落的细菌、真菌数量均高于其他月,且随着气温、空气湿度的降低,无论细菌还是真菌,各个植物群落空气中的数量均在减少;在植物组成方面,植物群落的抑菌能力大小不一,但在各个月的抑菌能力排序相对一致,如桂花林对细菌的抑菌效应均高于除草坪外的其他 3 个植物群落,而香樟林对真菌的抑菌效应则在各月均表现最差。可见,月变化和植物群落组成均对空气中细菌、真菌的含量有极显著的影响。

植物抗菌化合物按结构和生源合成途径可分为生物碱、甾体类、萜类、黄酮类、醌类、苯丙素类、单宁、苷类等^[18],提取方法主要有固液浸提、微波提

取、超声波提取、酶法提取等^[20-21]。对植物叶片有效抑菌成分提取方面,不同的学者使用不同的有机溶剂,乙醇^[6]、甲醇^[9]、丙酮^[22]、乙醚^[3]、乙酸乙酯^[23]等均有使用,本试验中参考周玉^[23]的方法,使用乙酸乙酯作为提取溶剂,研究结果能够很好地区分不同植物的抑菌效果,并将研究的植物分为5类,其中枫杨、乐昌含笑2种植物的抑菌效应比较好。在植物群落空气中细菌、真菌数量实地检测中,乐昌含笑+银杏植物群落对空气中细菌、真菌的抑菌效果均表现最好,各植物群落对空气中真菌的抑菌效果表现为乐昌含笑+银杏>草坪>杜英>桂花>香樟,而在室内试验中,几种植物对霉菌的抑菌效果表现为乐昌含笑>桂花>香樟>银杏>杜英,除杜英外,其他植物种类对真菌的抑菌能力得到相互验证。但是,室内试验和室外试验的过程及环境差别巨大,试验结果不一定能够完全对应;植物的抑菌机理及降落物在降解过程中是否产生对抑菌效果施加影响的其他物质,这些都还需要更多的研究。

在植物群落空气含菌量测定中,由于只选取秋冬季节4个月的时间,取得的数据相对较少,如在整个年度对植物群落的抑菌效果进行测定、评价,结果会更加客观、可信;在植物群落的选取方面,也相对单一,样地数量较少,只是对相关研究起到初探的作用。在后期试验中,应对植物群落空气中细菌、真菌的含量进行长期持续测定,植物群落的样本数量也应扩大,加大对混合林地的研究,使结果更全面,更具应用性。

参考文献:

- [1] 史红文,秦 泉,廖建雄,等.武汉市10种优势园林植物固碳释氧能力研究[J].中南林业科技大学学报,2011,31(9):87-90.
- [2] 毛齐正,罗上华,马克明,等.城市绿地生态评价研究进展[J].生态学报,2012,32(17):5589-5600.
- [3] 李晓储,蒋继宏,陈凤美,等.扬州古运河沿岸生态林主要绿化树种抑菌功能的初步研究[J].林业科学,2006,42(6):129-133.
- [4] BOWERS J H, LOCKE J C. Effect of formulated plant extracts and oils on population density of *Phytophthora nicotianae* in soil and control of *Phytophthora* blight in the greenhouse [J]. Plant Disease, 2004, 88(1):11-16.
- [5] KIM J C, CHOI G J, LEE S W, et al. Screening extracts of *Achyranthes japonica* and *Rumex crispus* for activity against various plant pathogenic fungi and control of powdery mildew.[J]. Pest Management Science, 2004, 60(8):803-808.
- [6] 程永芳,宗 磊,赵 莉,等.广玉兰叶乙醇提取物对植物病原真菌抑菌活性研究[J].中国农学通报,2010,26(4):267-270.
- [7] 李建涛,刘书深,刘姝玮,等.大蒜浸提液的抑菌效应[J].黑龙江农业科学,2017(1):65-66.
- [8] 姜秋阳,李大军.5种植物提取物抑菌抗侵袭效应比较[J].长春中医药大学学报,2013,29(3):531-533.
- [9] 戴君勇,贲爱玲,孙 璨,等.小叶黄杨和广玉兰叶片甲醇提取物的基本特性及抑菌活性[J].江苏农业科学,2010(6):164-167.
- [10] 李 涛,王 飞,田治国,等.6种宿根花卉挥发性物质抑菌效应初报[J].园艺学报,2009,36(12):1816-1820.
- [11] 刘 菲,蔡小宁,杨 平,等.32种植物提取物对常见植物病原真菌的抑制作用[J].安徽农业科学,2009,12(12):133-135.
- [12] 吕 平,黄惠芳,韦丽君.四种植物提取物的抑菌作用研究[J].食品科技,2010(12):216-219.
- [13] 罗 英,李晓储,何小弟,等.城市森林不同类型绿地植物配置抑菌效应初析[J].中国城市林业,2005,3(6):23-25.
- [14] 蒋华伟,罗红雨,李静会,等.江苏省苏州市32种园林植物的光合及水分利用特征[J].江苏农业科学,2014,42(03):131-133.
- [15] 蒋华伟,罗红雨,李 欣,等.苏州主要园林树种的光合固碳能力对比分析[J].江苏林业科技,2014,41(6):7-11.
- [16] 李 欣,蒋华伟,李静会,等.苏州地区10种常见园林树木光合特性研究[J].江苏林业科技,2014,41(1):20-23.
- [17] 刘国强,周 娅.校园空气污染微生物的检测与评价[J].微生物学杂志,2004,24(3):56-58.
- [18] 姚志蕊.毛竹叶中抑菌活性成分的提取及其分析[D].无锡:江南大学,2008.
- [19] 陈自新,苏雪痕,刘少宗,等.北京城市园林绿化生态效益的研究(2)[J].中国园林,1998,14(56):51-54.
- [20] 王建新.化妆品天然功能成分[M].北京:化学工业出版社,2006.
- [21] 周立刚.植物抗菌化合物[M].北京:中国农业科学技术出版社,2005.
- [22] 甘 聘,陈功雨,熊 健,等.樟树叶片提取物抑菌作用研究[J].化工时刊,2003,17(1):51-52.
- [23] 周 玉.无花果叶和石楠叶有效抑菌成分的提取分离及抑菌作用研究[D].烟台:烟台大学,2011.