

果蔬采后病害的生物防治(综述)

庞学群¹ 张昭其^{2*} 黄雪梅²

(1. 华南农业大学生命科学学院, 广东 广州 510642; 2. 华南农业大学园艺学院, 广东 广州 510642)

摘要: 采用生物防治措施控制采后病害是当前果蔬采后保鲜的重要研究方向。概述了生物防治果蔬采后病害的方法, 包括利用拮抗菌、诱导抗病性、天然植物产物以及抗病基因工程技术在果蔬病害防治上的研究与应用。

关键词: 果蔬; 采后病害; 生物防治

中图分类号: S436 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-3395(2002)02-0186-07

Biological Control of Postharvest Diseases of Fruits and Vegetables

PANG Xue-qun¹ ZHANG Zhao-qi² HUANG Xue-mei²

(1. *College of Life Science, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China;*

2. *College of Horticulture, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)*

Abstract: This review describes recent advances in effective biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables, including application of antagonistic microorganisms, induction of disease resistance, using natural plant products, and genetic engineering for improving plant resistance to pathogens.

Key words: Fruit and vegetable; Postharvest diseases; Biological control

果蔬采后病害导致的巨大损耗已成为全球性的问题。在发达国家约有 10%–30% 的新鲜果品由于采后病害导致腐烂损失, 而在缺乏贮运冷链设备的发展中国家, 腐烂损失率则更高, 达 40%–50%^[1]。目前, 控制果蔬采后病害的主要手段是使用化学杀菌剂, 但它在果蔬中的残留毒性对人类健康有潜在危险, 已成为全社会关心的问题。目前越来越多原先用于果蔬采后处理的化学杀菌剂已被禁止使用, 如苯来特、多菌灵、双胍盐等。此外, 杀菌剂长期在某一地区使用会导致抗药菌株的产生, 从而降低防治效果, 其结果是, 化学杀菌剂的使用剂量及其化学残留量大大加重, 对人类健康的威胁也加大。因此, 迫切需要寻求一些新的、无毒高效的防腐技术, 以逐步取代化学杀菌剂在采后果蔬上的使用。借鉴采前作物病害生物防治的思路, 人们提出了果蔬采后病害生物防治的设想。Wilson 和 Wisniewski^[2] 提出果蔬采后病害生物防治的主要途径: (1) 利用拮抗菌 (Antagonist) (包括拮抗细菌和真菌) 的拮抗作用来控制病原菌; (2) 诱导果蔬提高自身抗病力来抵抗病原菌的侵染; (3) 利用植物中有抗菌活性的次生代谢物质; (4) 利用

收稿日期: 2001-06-21 接受日期: 2001-12-24

* 通讯作者 Corresponding author

基因工程方法导入抗病基因,培育抗病品种。生物防治具有不污染环境、无农药残毒、不产生抗药性、处理费用低廉等优点,受到人们广泛的关注。20世纪80年代以来,不少国家的研究人员都致力于这一领域的研究。本文介绍果蔬采后病害生物防治方面的研究进展,为进一步研究安全无毒的果蔬采后保鲜技术提供新思路。

1 利用拮抗菌控制果蔬采后病害

有关拮抗菌控制果蔬采后病害的研究工作始于20世纪80年代,至今已开始从实验室走向商业化应用,并有多个拮抗菌获得专利,是一项具有潜力的新兴技术。目前,已从植物表面和土壤中分离出了许多对果蔬采后病原菌具有拮抗作用的微生物^[1]。利用拮抗菌控制果蔬采后病害主要通过三种途径。

1.1 提高果蔬表面已存在的拮抗菌的拮抗能力

实践中发现,用清水冲洗过的果蔬更易腐烂,说明果蔬表面存在某些拮抗菌落。因此,利用采前或采后措施,使果蔬表面的环境有利于拮抗菌而不利于病原菌生长,就能达到控制果蔬采后病害的目的。例如,在苹果表面上喷洒L-天冬酰胺、L-天冬氨酸能促进有益菌的生长^[4]。另外,喷洒2-脱氧葡萄糖可抑制病原菌的葡萄糖代谢,从而控制苹果的青霉病^[5]。El Ghaouth等^[6]指出,利用这类化合物作为杀菌剂控制果蔬采后病害具有很大的潜力。果蔬潜伏侵染病害通常较难防治,若能通过相应的栽培措施和喷施某些营养剂来改善果蔬表面有益微生物的生长环境,对于减少果蔬潜伏侵染病害具有重要意义。

1.2 人工导入拮抗菌

向果蔬表面人工导入拮抗菌,这是目前利用拮抗菌的主要途径。导入拮抗菌的方法有:(1)用含拮抗菌的悬浮液浸渍或喷施果蔬,这是人工导入的主要方法^[7-9]。(2)采前在花或幼果表面喷施拮抗菌悬浮液,如用拮抗类酵母真菌(*Aureobasidium pullulans*)悬浮液喷施草莓的花,能显著减少草莓果实采后灰霉病的发生^[10]。(3)将拮抗菌混入果蔬涂膜材料中,Pusey等通过此方法成功地利用枯草杆菌(*Bacillus subtilis*)控制了桃的褐腐病^[11];由于该方法与采后涂膜处理相结合,因此越来越受到重视^[9]。

1.3 利用拮抗菌分泌的抗生素

利用灭活的拮抗菌溶液或从拮抗菌中提取的抗生素,对果蔬采后病害进行控制。蒋跃明等^[12]将枯草杆菌培养液的上清液进行高温灭菌,然后用于控制荔枝的霜疫霉病,取得较好效果。拮抗菌洋葱假单胞菌(*Pseudomonas cepacia*)分泌的一种代谢物 pyrrolnitrin,可用来控制苹果和梨的灰霉病^[13]。Bull等^[14]报道从拮抗菌丁香假单胞菌(*Pseudomonas syringae*)提取的丁香霉素E,也能较好地控制柠檬的绿霉病。这类方法的优点在于,拮抗菌分泌的抗生素制剂比活的拮抗菌制剂更易保存。

2 采后果蔬抗病性的诱导

果蔬采后自身具有防御病害的能力。近年来,许多研究致力于提高采后果蔬的免疫

力或诱导采后果蔬的抗病性,并以此作为控制果蔬采后病害的一个途径。

一些物理性因子能诱导果蔬采后的抗病性。如低剂量的紫外线 UV-C 照射能减少洋葱和甜薯的贮藏腐烂和延长货架寿命。葡萄预先用 UV-C ($0.125-0.5 \text{ kJ m}^{-2}$) 辐照,然后接种灰霉菌,能使葡萄的发病率及坏死斑的直径明显减少,而且 UV 处理后 24-48 h 接种病菌比 10-15 min 后接种的发病率要低得多,表明抗病性是被诱导形成^[15]。此外,38℃ 热处理能降低苹果由青霉菌和灰霉菌引起的烂果率^[16,17]。柠檬果实经 36℃ 处理 3 d 后,烂果率显著降低^[18]。由于 36℃ 和 38℃ 远低于病原菌的致死温度,这种腐烂率的降低被认为是诱导提高果实抗病性的结果。

一些无毒的化学性因子也可诱导提高果蔬采后抗病性。人们对臭氧 (O_3) 控制果蔬采后病害研究很多,如葡萄果实无论是在接种 *Rhizopus stolonifer* 前或后进行 O_3 (8 mg min^{-1} , 20 min) 处理,均可减少果实腐烂^[19],表明 O_3 诱导果实抗病性的形成。黑莓采后经 O_3 (0.3 ml L^{-1}) 在 2℃ 下处理 12 d,与对照相比,灰霉菌的生长受抑制,无烂果产生,而且对果实无不良效果^[20]。采后 Ca 处理也被证明能减少果蔬由病原菌引起的腐烂。CaCl₂ 真空渗入苹果后,可使炭疽病 (*Glomerella cingulata*)、青霉菌和灰霉菌引起的腐烂分别减少 70%, 37% 和 50%^[19],Ca 还能增加拮抗菌对果蔬采后病害的防治效果。假丝酵母 (*Candida* sp.) 与 1%-2% CaCl₂ 配合使用可有效防治苹果由灰霉菌和青霉菌引起的坏死和腐烂;而红酵母 (*Rhodotorula glutinis*) 结合 CaCl₂ 处理苹果可完全抑制蓝霉菌的感染,其效果与化学杀菌剂 iprodione 和 benomyl 一样,而且由于 Ca 的加入,拮抗菌的浓度只需原来的 1/10^[21]。脱乙酰几丁质 (chitosan) 除了能形成薄膜覆盖于果实和蔬菜表面调节气体和水分交换外,它还具有杀菌能力,并且能诱导马铃薯、黄瓜、草莓和青椒果实采后抗病性,减少采后腐烂^[22]。

茉莉酸 (JA) 和茉莉酸甲酯 (MJ) 是植物界中普遍存在的天然植物生长调节剂,它们可能作为信号分子在植物防御病害中发挥重要作用。采后用 MJ 处理能有效地抑制草莓和玫瑰切花的灰霉病^[23,24]。施用 JA 或 MJ ($10 \mu\text{mol/L}$) 能抑制葡萄柚采后由青霉菌引起的腐烂^[25]。

3 利用天然植物产物控制果蔬采后病害

果蔬中含有许多固有的或可以被诱导产生的抗菌化合物。例如,未熟油梨果实内含有一种双烯帖类的抗菌物质。该物质与由盘长孢状刺盘孢 (*Colletotrichum gloeosporioides*) 引起的油梨炭疽病的潜伏侵染具有密切关系;随着油梨的后熟,该抗菌物质含量降低,当降低到一定水平时,果实开始发病腐烂^[26,27]。柠檬果实的油胞中含有抗菌物质柠檬醛,可抑制由指状青霉 (*Penicillium digitatum*) 引起的青霉病。在绿熟柠檬中的柠檬醛含量是黄熟柠檬的 1.5-2 倍,而绿熟柠檬则几乎不发生青霉病^[28]。Kobiler 等^[29]在芒果果实中也发现了间苯二酚类的抗菌物质,该物质含量的降低与炭疽病暴发具有密切关系。

近年来,利用天然植物抗菌物质来控制采后果蔬腐烂的研究逐渐增多。研究表明,一

些植物的提取物对病菌生长具有明显的抑制效果,对植物病害也具有减轻和治疗的作用^[30]。银杏的外种皮提取液含有多种酸类、酚类物质,具有较好的抑菌作用^[31],对苹果炭疽病斑的抑制率为54%,田间防治效果达82.2%^[32]。Sholbery^[33]等发现,从日本柏树中提取的日柏醇对防治桃和草莓果实的采后病害有较好效果,19-44 $\mu\text{g ml}^{-1}$ 的日柏醇就能有效地控制灰霉菌、褐腐病和青霉菌孢子的萌发。席钦芳等^[34]用大蒜汁和洋葱汁控制柑桔果实的青绿霉菌,取得了较好效果,达到甚至超过了多菌灵的效果。此外,利用我国特有的中医理论和中草药来保鲜水果也进行了不少的尝试,如用天然中草药丁香、桂皮、花椒、百部、高良姜、虎杖、藿香等的提取液制成保鲜剂、保鲜纸等,对多种水果均具有较好的保鲜效果^[35-37]。可见,天然植物产物在控制病害上是很有潜力的。

此外,果实产生的一些挥发性代谢产物也具有控制采后病害的作用。Dubey等^[38]从柑桔叶子中提取精油,并应用于几种贮藏产品的保鲜,可减少曲霉病的侵染,精油的浓度为500-2 000 mg L^{-1} 。Wilson等^[39]发现果实后熟时产生的许多挥发性物质具有很高的杀菌效果,例如,苯甲醛在25 mg L^{-1} 和125 mg L^{-1} 时可分别完全抑制灰霉病和灰星病的孢子萌发;370 mg L^{-1} 水杨酸甲酯和苯甲酸乙酯也可完全抑制灰霉病和灰星病发生。

由于植物源杀菌剂含有复合抑菌成分,对病原菌具有多种作用机制,尤其是对那些产孢量大、繁殖周期短又易产生抗性的真菌能从多方面加以抑制,从而避免了化学杀菌剂引起的抗药性问题。与化学杀菌剂相比,植物源杀菌剂更加安全、无副作用,并能通过扩大栽培而得到价廉而丰富的原料,因此它是控制果蔬采后病害的一个很有潜力的发展方向。目前要深入研究的主要内容有:确定植物杀菌剂的功效及杀菌活性;确定这些杀菌物质的化学结构及活性机理。

4 利用抗病基因工程技术

长期以来,在选育品种过程中人们很少重视改进采后果蔬的抗病能力。按园艺学标准选育出的果蔬品种大多数是薄皮、低单宁和高糖的品种,这些品种极易受病菌侵害,而那些抗病性状则被淘汰和丢失。那么,是否有可能重新获得那些抗采后病害的性状? Austin^[40]从二倍体无块茎的野生马铃薯(*Solanum brevidens*)与三倍体的马铃薯(*Solanum tuberosum*)的体细胞原生质体融合中筛选出一种杂交块茎,这种块茎能抵抗由*Erwinia sp.*引起的细菌软腐病。这种抗性基因已被成功地转入到三倍体马铃薯中。

利用遗传转化的方法将抗病基因引入果蔬是培育抗病新品种的既经济又有效的方法。目前已有多种抗病基因被分离与克隆,其中几丁质酶基因在植物抗病基因工程中应用最为广泛。几丁质酶基因不仅能催化几丁质(真菌细胞壁的主要成分)水解,而且能分解肽聚糖(细菌细胞壁的主要成分)。通过基因工程技术的方法将不同来源(植物、微生物)的几丁质酶基因转入植物后获得的转基因植物,其高活性表达的几丁质酶使植株的抗病力明显提高^[41,42]。Lorito等^[43]发现从生防真菌*Trichoderma harzianum*分离的几丁质酶具有很高的抗真菌活性,随后他们分离和克隆了编码几丁质酶的*ThEn-42*基因,并将其转入烟草、马铃薯和苹果中,获得的转基因植株对烟草赤星病(*Alternaria alternata*)、马

铃薯早疫病菌 (*Alternaria solani*)、灰葡萄孢菌 (*Botrytis cinerea*)、立枯丝核菌 (*Rhizoctonia solani*) 和苹果黑星菌 (*Venturia inaequalis*) 具较强的抵抗力。因此, 针对果蔬的采后病害, 将抗病基因定向转入植株以提高果蔬采后的抗病性是可行的。

5 结语

控制果蔬采后病害的主要化学杀菌剂的使用, 其造成的污染及危险性正受到全球的普遍重视, 已有越来越多的化学杀菌剂被禁止在采后果蔬上使用。欧洲议会也通过一项决议, 一旦条件成熟, 将全面禁止在采后果蔬上采用化学杀菌剂。在当前形势下, 主要对策有: 采收和处理时尽量减少伤口、使用非选择性杀菌剂 (如 NaCO_3 、 NaHCO_3 、活性氯等)、保持环境卫生、采用辐射、热处理、冷藏、气调贮藏等措施。然而, 这些方法并不能完全满足生产的需求, 而果蔬采后病害的生物防治技术将有希望填补这方面的不足。从人们在采后果蔬拮抗菌的筛选与应用、果蔬采后抗病性的诱导、具有杀菌剂功效的天然植物产物的筛选和应用、以及抗真菌基因工程等研究表明, 我们能够找到一类“生防制剂”和相应措施, 它的应用效果和化学杀菌剂一样, 但对人类和环境更加安全。

参考文献:

- [1] El Ghaouth A, Wilson C L. Biologically-based technologies for the control of postharvest diseases [J]. Postharvest News and Information, 1995, 6:5-11.
- [2] Wilson C L, Wisniewski M E. Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables: An emerging technology [J]. Annu Rev Phytopathol, 1989, 27:425-441
- [3] 庞学群, 张昭其, 董春. 拮抗菌控制果蔬采后病害研究进展[J]. 园艺学报, 2000, 27(增刊): 546-552.
- [4] Janisiewicz W J, Usall J, Bors B. Nutritional enhancement of biocontrol of blue mold on apples [J]. Phytopathol, 1992, 82:1364-1370.
- [5] Janisiewicz W J. Enhancement of biocontrol of blue mold with the nutrient analog 2-deoxy-D-glucose on apples and pears [J]. Appl Environ Microbiol, 1994, 60:2671-2676.
- [6] El Ghaouth A, Wilson C L, Wisniewski M. Sugar analogs as potential fungicides for postharvest pathogens of apple and peach [J]. Plant Dis, 1995, 79:254-258.
- [7] Tronsmo A, Dennis C. The Use of *Trichoderma* species to control strawberry fruit rots [J]. Neth J Plant Pathol, 1977, 83:449-455.
- [8] Chalutz E, Cohen L, Weiss B, et al. Biocontrol of postharvest diseases of citrus fruit by microbial antagonists [A]. Citriculture, Vol. 3: Proceedings of the Sixth International Citrus Congress [C], Rehovot: Israel, 1988. 1467-1470.
- [9] Korsten L. Status of research on biological control of avocado pre- and post-harvest diseases [J]. Yearbook South African Avocado Growers' Association, 1995, 18:114-117.
- [10] Lima G, Ippolito A, Nigro N, et al. Effectiveness of *Aureobasidium pullulans* and *Candida oleophila* against postharvest strawberry rots [J]. Postharvest Biol Technol, 1997, 10(2):169-178.
- [11] Pusey P L, Hotchkiss M W, Dulmage H T, et al. Pilot tests for commercial production and application of *Bacillus subtilis* (B-3) for postharvest control of peach brown rot [J]. Plant Dis, 1988, 72:622-626
- [12] 蒋跃明, 陈芳, 李月标, 等. 生物菌剂防治荔枝采后病害的初步研究 [J]. 果树科学, 1997, 14(3):185-186.
- [13] Janisiewicz W J, Yourman L, Roitman J, et al. Postharvest control of blue mold and gray mold of apples and pears by dip treatment with pyrrolnitrin, a metabolite of *Pseudomonas cepacia* [J]. Plant Dis, 1991, 75:490-494.
- [14] Bull C T, Wadsworth N L, Sorensen K N, et al. Syringomycin E produced by biological control agents green mold on

- lemons [J]. *Biol Control*, 1998, 12 (2):89-95.
- [15] Nigro F, Ippolito A, Lima G. Use of UV-C light to reduce *Botrytis* storage rot of table grapes [J]. *Postharvest Biol Technol*, 1998, 13(3):171-181.
- [16] Klein J D, Conway W S, Whitaker B D, et al. *Botrytis cinerea* decay in apples is inhibited by postharvest heat and calcium treatments [J]. *J Amer Soc Horti Sci*, 1997, 122(1):91-94.
- [17] Fallik E, Grinberg S, Gambourg M, et al. Prestorage heat treatment reduces pathogenicity of *Penicillium expansum* in apple fruit [J]. *Plant Pathol*, 1996, 45(1):92-97.
- [18] Shellie K C, Skaria M. Reduction of green mold on grapefruit after hot forced-air quarantine treatment [J]. *Plant Dis*, 1998, 82(4): 380-382.
- [19] Sarig P, Zahavi T, Zutkhi Y, et al. Ozone for control of post-harvest decay of table grapes caused by *Rhizopus stolonifer* [J]. *Physiol Mol Plant Pathol*, 1996, 48(6):403-415.
- [20] Barth M M, Zhou C, Mercirr J, et al. Ozone storage effects on anthocyanin content and fungal growth on blackberries [J]. *J Food Sci*, 1995, 60(6):1286-1288.
- [21] Holmes R J, Alwis S de, Shanmuganathan N, et al. Disease resistance in fruit [A]. *ACIAR Proceedings Series*, Vol. 80 [C], 1998. 162-166.
- [22] Wilson C L, El Ghaouth A, Chalutz E, et al. Potential of induced resistance to control postharvest diseases of fruits and vegetables [J]. *Plant Dis*, 1994, 78(9):837-844.
- [23] Moline H E, Buta J G, Saftner R A, et al. Comparison of three volatile natural products for the reduction of postharvest decay in strawberries [J]. *Adv Strawberry Res*, 1997, 16:43-48.
- [24] Meir S, Droby S, Davidsov H, et al. Suppression of *Botrytis* rot in cut rose flowers by postharvest application of methyl jasmonate [J]. *Postharvest Biol Technol*, 1998, 13(3):235-243.
- [25] Abdel Said W M, Abdel Ghafar N Y, Shelata S A M. Application of salicylic acid and aspirin for induction of resistance to tomato plants against bacterial wilt and its effect on endogenous hormones [J]. *Ann Agri Sci Cairo*, 1996, 41(2):1007-1020.
- [26] Prusky D, Kobiler I, Fishman Y, et al. Identification of an antifungal compound in unripe avocado fruits and its possible involvement in the quiescent infections of *Colletotrichum gloeosporioides* [J]. *J Phytopathol*, 1991, 132(4):319-327.
- [27] Prusky D, Plumbly R A, Kobiler I. The relationship between antifungal diene levels and fungal inhibition during quiescent infection of unripe avocado fruits by *Colletotrichum gloeosporioides* [J]. *Plant Pathol*, 1991, 40(1):45-52.
- [28] Rodov V, Ben-Yehoshua S, Fang D Q, et al. Preformed antifungal compounds of lemon fruit: citral and its relation to disease resistance [J]. *J Agri Food Chem*, 1995, 43(4):1057-1061.
- [29] Kobiler I, Reved R, Artez L, et al. Antifungal compounds regulating quiescent diseases in mango, disease resistance in fruit [A]. *ACIAR Proceedings Series*, Vol. 80 [C], 1998. 109-114.
- [30] 张金林, 常志卷, 李维宽. 植物性杀菌剂研究进展 [J]. *河北农业大学学报*, 1998, 21 (3):112-115.
- [31] 孟昭礼, 吴献忠, 高庆霄, 等. 银杏提取液对四种植物病原菌的抑菌作用 [J]. *植物病理学报*, 1995, 25 (4): 357-360.
- [32] 王连荣, 吴桂发, 吴桂余. 银杏外种皮提取液对防治苹果炭疽病的效应 [J]. *中国果树*, 1995, (4):30-31.
- [33] Sholbery P L, Shimizu B N. Use of natural plant product, hinokitiol, to extend shelf-life of peaches [J]. *J Can Inst Food Sci Technol*, 1991, (2):273-276.
- [34] 席坎芳, 瞿传清, 郑永华. 植物杀菌素抑制柑桔青绿霉菌的研究 [J]. *浙江农业大学学报*, 1994, 20 (2):169-170.
- [35] 毛琼, 宋晓岗. 中草药提取物保鲜水果的效果研究 [J]. *食品科学*, 1999, 20 (5):54-56.
- [36] 宋晓岗, 陈敏. 几种中草药及其复合保鲜纸对鸭梨保鲜效果的研究 [J]. *食品科学*, 1996, 17 (2):67-69.
- [37] 石小琼, 王在明. 中草药煎制液配合真空脱气处理对金柑贮藏保鲜的研究 [J]. *中国柑桔*, 1995, 24 (3): 7-9.
- [38] Dubey N K, Kishore N. Fungitoxicity of some higher plants and synergistic activity of their essential oil [J]. *Trop*

- Sci, 1987, 27(1):23-27.
- [39] Wilson C L. Fruit volatiles inhibitory to *Monilinia fructicola* and *Botrytis cinerea* [J]. Plant Dis, 1987, 71: 316-319.
- [40] Austin S. Fertile interspecific somatic hybrids of *Solanum*: A novel source of resistance to *Erwinia* soft rot [J]. Phytopathol, 1988, 78:1216-1222.
- [41] 单丽波, 贾旭. 几丁质酶及其在抗真菌病基因工程中的应用 [J]. 生物工程进展, 1998, 18 (3):37-40.
- [42] 高必达. 转几丁质酶基因防植物病害的研究进展、问题与展望 [J]. 生物工程进展, 1999, 19(2): 21-28.
- [43] Lorito M, Woo S L, Fernandez I R, et al. Genes from mycoparasitic fungi as a source for improving plant resistance to fungal pathogens[J]. Proc Natl Acad Sci, USA, 1998, 95:7860-7865.

中国科学院华南植物研究所 2002 年 “百人计划”招聘启事

中国科学院华南植物研究所是中国科学院知识创新工程试点单位之一, 是以恢复生态学和系统演化植物学为核心的基础与应用基础研究为主的社会公益型国家研究机构, 设有恢复生态学研究中心、系统演化植物学研究中心、华南植物园、鼎湖山树木园、生物化学与分子生态研究实验室等 5 个研究机构。为加强我所的科技创新能力, 特向国内外诚聘学科带头人。同时热诚欢迎国内外优秀的科技人才以高级访问学者、客座研究员等形式来我所参与上述领域的科学研究工作。

一、招聘学科、研究方向及招聘人数

生态学 分子生态学或景观生态学 1 人

二、申报人条件

1. 获得博士学位后有连续 2 年以上国外科研工作经历, 一般应在国外获得助理教授及以上或其他相应职位。
2. 独立主持或作为主要骨干参与过课题(项目)研究的全过程并做出显著成绩。
3. 在国内外学术界有一定的影响, 能把握本学科领域的发展方向, 具有长远的战略构思, 能带领一支队伍在国际科学前沿从事研究并做出具有国际水平的创新成果。
4. 在本学科领域有较深的学术造诣, 做出过具有国际水平的研究成果, 在重要核心刊物上发表过 3 篇以上有影响的论文并被 SCI 或 EI 收录和引用; 或拥有重大发明(专利), 掌握该学科领域能影响高新技术产业化的关键技术。
5. 学风严谨, 具有较强的组织、领导和协调能力。身体健康。

三、应聘材料

1. 《中国科学院“引进国外杰出人才”候选人推荐(自荐)表》;
2. 发表论文(著)目录及代表性论文 3 篇; 发表论文的收录和引用情况;
3. 博士学位证书复印件, 奖励、专利等成果证书复印件;
4. 至少 2 位国外知名专家的推荐信。

四、入选后待遇

聘为研究员, 提供三居室住房; 获中国科学院 200 万元/3 年的专项科研经费支持, 享受“百人计划”1000 元/月的特殊津贴; 提供必要的工作条件。

联系地址: 广州天河区乐意居华南植物研究所人事教育处(邮政编码: 510650)

联系电话: 020-85231882

传真: 020-85231831 或 85231711

联系人: 邓了因

刘丽香

E-mail: liulx@scib.ac.cn 或 dly@scib.ac.cn