

# 攀西地区生物资源开发与生物农药发展

张金盈<sup>1,2</sup>, 苏春江<sup>1</sup>

(1. 中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所, 四川 成都 610041; 2. 中国科学院研究生院 北京 100039)

**摘要:**分析了攀西地区独特的自然条件,丰富的生物资源,指出攀西地区是生物农药原料的“宝库”。通过对国内外的生物农药发展现状的介绍,分析了目前国内生物农药市场,发现其具有广阔的发展空间。阐述了攀西特色生物资源开发中印楝和真菌农药的开发研究进展。论述了发展攀西生物农药可改善当地的生态环境,并可形成长江上游生态环境屏障,促进攀西生态产业的形成。得出了攀西具有良好的生物农药发展潜力和广阔前景的结论。

**关键词:**生物农药;攀西地区;印楝;真菌农药;市场

**中图分类号:**Q819, X37

**文献标识码:**A

1990 年代以来,随着人类对环境要求的越来越高,化学农药日渐显出的种种弊端,如危害人体健康,破坏生态环境等,且化学农药的开发难度越来越大,开发费用也越来越昂贵。而“无公害”生物农药的开发费用要相对较低,加之生物农药的一系列优点,因而拥有巨大的社会需求和极其广阔的市场前景。为此,在 20 世纪 90 年代后期,全世界又掀起了生物农药的开发热潮,生物农药以每年 10%~20% 的速度发展。从近 10 a 的情况看,1990 年农药销售额中生物农药仅占 0.44%,2000 年比例上升到 20%,生物农药将越来越引人注目<sup>[1]</sup>。

攀西地区位于四川省西南部,包括攀枝花市(含 2 县)及凉山彝族自治州的 1 市(西昌)16 县,面积为  $6.7 \times 10^4 \text{ km}^2$ ,区内有人口 474 多万。攀西地区素有“资源聚宝盆”的美称,是我国自然条件优越,资源富集的几个地区之一,是我国内陆最具发展潜力和后劲的地区之一<sup>[2]</sup>。在众多资源中最具开发潜力的是矿产资源、水资源和生物资源。在国家西部大开发方针指引下,开发攀西特色生物资源,改善当地的生态环境,对促进攀西地区资源开发与经济社会可持续发展的作用和意义更加重要。

## 1 攀西地区自然条件概况

### 1.1 热量丰富,光照充足,光热资源得天独厚

攀西地区南部属于典型“岛状”南亚热带高原季风气候,干湿季分明,雨热同季。具有日照充足,气候温和,年温差小,日温差大,热量充沛的特点,年平均气温在  $17.5 \text{ }^\circ\text{C} \sim 21 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $>10 \text{ }^\circ\text{C}$  积温在  $5\ 819.6 \sim 7\ 276.5 \text{ h}$ ,无霜期在 300 d 以上;雨量充沛,年降水量  $800 \sim 1\ 200 \text{ mm}$ (表 1)。气候资源具有垂直分布,类型多样、复杂,空间变化大等特点。由于气候垂直差异明显,小气候复杂多样,因此有着“一山有四季,十里不同天”的说法。既有南方的热量,又有北方的光照,呈现出南亚热带至北温带的多种热量条件组合,为多种生物的栖息繁衍创造了有利条件,使该地区生物资源独具特色,有优越的综合开发优势<sup>[3]</sup>。

### 1.2 土地资源、水利资源丰富

攀西地区土地资源非常丰富,安宁河流域最大的西昌坝子是仅次于成都平原的四川省第二大平原,全区土地总面积达  $6.8 \times 10^6 \text{ hm}^2$ ,人均  $1.5 \text{ hm}^2$ ,为全国和四川平均水平的 1.77 倍和 3 倍<sup>[3]</sup>。

收稿日期(Received date):2004-02-19;改回日期(Accepted):2004-03-30。

基金项目(Foundation item):国家十五科技攻关“攀西地区特色生物资源综合开发与示范”(编号:2001BA901A40)。[Supported by China's National Key Technologies Research and Development Program in the 10<sup>th</sup> Five-Year Plan(2001BA901A40).]

作者简介(Biography):张金盈(1980-),男,山东泰安人,硕士生,研究方向:生物资源开发与生态环境建设。[Zhang Jinying(1980-) male, master, research direction:bio-resources exploitation and eco-construction. E-mail:zhangjinying@mails.gscas.ac.cn]

表 1 攀枝花与西昌气候差异比较

Table 1 Difference of climate between Panzhihua and Xichang

	气候类型	年平均气温	日照	年降水量	无霜期天数
攀枝花市	南亚热带为基带的季风气候	20.1 ℃	2 700 h	700~1 600 mm	320 d
西昌市	亚热带高原季风气候	17.2 ℃	2 432 d	1 079 mm	273 d

总耕地  $3.44 \times 10^5 \text{ hm}^2$ , 被称为“川西南粮仓”。在干热河谷地带和宽谷盆地, 宜农荒地共  $2.9 \times 10^5 \text{ hm}^2$ , 其中近期可开垦  $8.1 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。

攀西地区具有极为丰富的水资源, 水资源总量为  $1.56 \times 10^{10} \text{ m}^3$ 。人均水量  $9 644 \text{ m}^3$ , 耕地公顷均水量  $120 210 \text{ m}^3$ , 分别比四川省高出 2 倍和 1.5 倍, 为全国的 2~3 倍。过境水则有金沙江、雅砻江、安宁河等河流。区内建有一大批大、中、小、微等水利工程, 为农业的发展创造了必要的条件<sup>[3]</sup>。

## 2 丰富的生物资源宝库

攀西地区包括了凉山山地的全部以及横断山东缘高山峡谷的一部分地区, 生态环境多样, 拥有多种类型的生态系统, 生物多样性突出, 物种资源十分丰富, 各类生物资源在 6 000 种以上, 高等植物有 200 余科、2 870 多种, 占全省高等植物总种数的 50% 以上。经济植物中, 药用植物有 2 448 种, 芳香植物有 63 种, 淀粉植物 64 种, 油脂植物 91 种, 纤维植物 78 种, 单宁植物 90 种, 花卉植物有 30 种, 珍稀濒危植物 45 种。野生动物资源也很丰富, 共有野生脊椎动物 607 种(含亚种), 其中在经济动物中: 皮毛制革和羽用动物 87 种, 渔猎动物 82 种, 药用动物 81 种。另外攀西地区有野生真菌 500 多种, 占四川省真菌总种数 1 291 种的 40%, 其中食用菌类有 282 种, 如松茸、鸡枞菌; 药用菌类有 106 种, 如茯苓、雷凡、灵芝、虫草(凉山冬虫夏草); 具有抗癌、防癌功效菌种有 112 种, 占 22.4%; 其他用途的有 127 种, 占 25.5%; 毒菌 59 种, 占 11.8%。而且在独特的自然条件下, 攀西地区发育了众多特色的生物资源。攀西地区特色生物资源达 100 多种, 其中特色植物资源有 50 多种, 国内特有 4 种(攀枝花苏铁、越西木香、凉山乌头、凉山虫草)。珍稀树种有攀枝花苏铁、香杉、云南大山茶花、黄杉、肉桂、米的杉、榨树、棺木、银杏等<sup>[4]</sup>; 珍稀动物有大熊猫、牛羚、小熊猫、豹、岩羊、大鲵等 35 种。可见攀西地区生物资源极为丰富。

## 3 生物农药发展概况

生物农药是指直接利用生物产生的生物活性物质或生物活体作为农药, 以及人工合成的与天然化合物结构相同的农药。这类农药具有安全、有效、无污染等特点, 具有杀虫、杀菌或抗病、除草等能力, 是具有农药功效和商品价值的生物制剂, 主要包括微生物源(细菌、病毒、真菌及其次级代谢产物)、植物源、动物源和抗病虫草害的转基因植物等, 目前发展生物农药已成为生物领域的“热点”。

### 3.1 国际生物农药的发展状况

当今世界, 生物产业是 21 世纪的主导产业, 它带动了生物农药的快速发展, 许多发达国家投入了相当大的力量和资金, 开展生物农药项目的研究, 并广泛的开展了国际性协作。

目前, 国际上生物农药的发展已初具规模, 针对化学农药的种种弊病, 生物农药开发逐渐受到重视, 国际上已有商品化的生物农药 30 多种。美国 1990 年销售额达 9 500 万~1.47 亿美元, 占整个美国市场的 1.3%~2.4%<sup>[5]</sup>。北美和西欧保持最大的市场份额, 约占整个市场的 70%。在北美和西欧, 政府制定的环保规则将继续对生物农药产业产生积极的、深远的影响<sup>[6]</sup>。而亚洲、太平洋地区和拉丁美洲等发展中国家则具有巨大的发展潜力, 中国将成为最强的、成长性最好的生物农药市场。随着各个发展中国家政府和人民对环保的重视, 严格的环保规则将促进发展中国家的生物农药工业, 如巴西、中国和印度。这些地区的生物农药发展激发了绿色产业发展的活力, 并不断提高环保意识, 促进产品质量的提高以满足出口贸易, 促进国家经济的发展。

### 3.2 国内生物农药发展的现状

随着国家对生态环境的日益重视, 人民对生活的质量要求越来越高, 生物农药将在我国农业发展中担负越来越重要的作用。我国生物资源丰富, 发展生物农药的条件得天独厚。近年来, 我国开发的生物农药已得到国际农药界的关注。近十几年来,

我国生物农药事业得到了长足的发展。至 2000 年底, 中国正式生产的生物农药品种达 50 多种, 生产企业近 200 家, 使用面积约  $2.7 \times 10^7 \text{ hm}^2$ 。生物农药以年销售额增长 10%~20% 速度迅猛发展。目前国内研究主要集中在苏云金杆菌(Bt)、核型多角体病毒(NPV)、阿维菌素、抗菌素、印楝素等几个类型上, 并且已经取得了巨大的突破<sup>[7]</sup>。苏云金杆菌(Bt)研究与生产起始于 1960 年代, 至今已发展到 80 个厂家, 每年生产约 30 000 t 产品, 在 20 多个省市用于防治粮、棉、果、蔬、林等作物上的 20 多种害虫, 使用面积达  $5.3 \times 10^6 \text{ hm}^2$ <sup>[8]</sup>。

## 4 国内生物农药的市场潜力与问题

### 4.1 发展有潜力、未来市场大

我国加入 WTO 后, 在国际农产品和食品贸易中, 将面对苛刻的农药残留标准, 很多产品将放弃使用化学农药来应对出口的严格限制, 它为生物农药的发展提供了巨大的机遇。同时我国小麦、水稻、玉米和棉花的种植面积约  $9 \times 10^7 \text{ hm}^2$ , 蔬菜、烟叶种植面积约  $3 \times 10^6 \text{ hm}^2$ , 生物农药的市场是巨大的。因此, 未来生物农药发展潜力巨大, 它必将成为我国 21 世纪的新型主导农药。

### 4.2 国内生物农药市场面临的问题

生物农药在社会上已形成共识, 即具有广阔的发展前景。以其残留低、安全、环保、可保护天敌, 使用后病虫害不易产生抗性等优点必然在市场中占据重要的地位, 进而占主导地位。但目前市场销售中却没有形成热销的局面。不少地方的销售冷淡, 生物农药在国内农药行业中所占比例依然很低, 这已成为严峻的事实。与常规农药产品比较, 生物农药入市的难点体现在: 农民认为生物农药价格高, 用了不合算。事实上使用生物农药并不一定就不划算。生物农药产品还不够稳定, 受雨淋高温后极易失效, 而化学农药几个小时就能见效, 而生物农药没有几天时间是看不到效果的。更重要的是广大农民对生物农药的杀虫机理、使用技能及环保效应认识还远远不够。因此, 生物农药的推广和使用就陷入了“叫好不叫座”的境地。

国内生物农药的生产销售还面临着一个区域差异的现象, 东部沿海地区和中部分省份在生产的生物农药的品种数量、质量都要远远的高于西部不发达地区(表 2)。国内一些主要生产厂家都集中在沿海和长江中下游地区, 如武汉的科诺公司、浙江升华拜

克等, 它们的销售市场也主要集中在沿海省份和长江地区。而广大的西部地区市场还未开发, 西部只作为东部地区的原料产地, 效益是很低的。西部市场还有待进一步的拓展, 会有很大的发展空间。

表 2 国内省份主要生物农药企业统计

Table 2 The Stat. of chief bio-pesticide factories in domestic provinces

省份	企业数量	主要代表产品系列
江苏	10	井冈霉素水剂、苏云金杆菌(Bt)、悬浮剂、HNP 系列
江西	9	赤霉素、阿维菌素乳油、HNP 系列
浙江	5	微生物发酵农药、井冈霉素系列
河北	5	阿维菌素、伊维菌素、赤霉素结晶
福建	4	植物生长剂、中生菌素、真菌类产品
湖北	3	苏云金杆菌(Bt)、Bt 复合剂
西部 9 省 1 市	7	阿维菌素、苏云金杆菌(Bt)、有机复合肥

### 4.3 生物农药的出路在于产业化

解决上述问题的根本出路在于使生物农药产业化, 产业化的生物农药会有更大的发展空间, 才能真正的立足于农药市场。国家要加大在科技政策、产业政策、投资政策等方面的管理和扶持力度, 从而真正建立起集生物农药产、学、研一体化的生物农药技术联合体和经济利益共同体。要加速我国生物农药产业化进程, 就必须着重解决好以下几个要素: 加速优秀生物农药产品的开发; 拓宽投资渠道, 加大投资力度; 研发和制造先进的生物反应工艺与装备; 加速生物农药市场启动, 加快生物农药的审核速度。当前, 国家应加大对高毒、高残留化学农药的淘汰力度, 将禁止高毒、高残留化学农药工作落实到位, 尽快建立无公害农副产品的检测体系, 让使用生物农药者得到实惠。另外就是要加大宣传力度, 让广大农民掌握生物农药的杀虫机理和使用技能, 提高农民的环保和农业可持续发展意识, 让农民真正的接受生物农药, 拒绝高毒、高残留化学农药。

## 5 攀西地区发展生物农药的前景

攀西地区生物资源极为丰富, 生物资源开发引起了各级政府、科研和企业的高度重视。2001 年国家科技部将《攀西地区特色生物资源综合开发与示范》列为“十五”重大科技攻关项目, 目的是对攀西丰富的生物资源进行有序、合理的开发。课题组在开发攀西一系列生物资源中, 其中之一就是选择适当的生物资源进行生物农药的开发, 目前以印楝和真

菌两种生物农药的原料作为开发对象,已经开展了卓有成效的工作。

### 5.1 真菌生物农药开发潜力大

攀西地区真菌资源具有种类多,数量大的特点,可开发生物农药的真菌资源是非常丰富的。目前最常用的真菌类生物农药是白僵菌和绿僵菌,前者能防除 190 多种害虫,后者能防除 20 多种害虫。这两种真菌的开发技术已经很成熟,攀西地区可引进应用。本区其他可作生物农药的如黄红鹅膏(*Amanita flavorubescens*)的毒素对苍蝇等昆虫很敏感;毒鹅膏(*Amanita phalloides*)为世界著名毒菌之一,毒性极强,作农药可毒杀红蜘蛛等害虫;毒蝇鹅膏菌、毛头乳菇含有毒蝇碱等毒素,对害虫也有很大的抑制作用,可以作为森林害虫生物防治药物。另外长根金钱菌(*Oudemansiella radicata*)、裂褶菌(*Schizophyllum commune*)、四川鹿花菌(*Gyromitra sichuanensis*)、波纹桩菇(*Paxillus curtisii*)、癞子菌(*Amanita vittaainii*)、变黑蜡伞(*Hygrophorus conicus*)、红乳菇(*Lactarius rufus*)、半卵形斑褶菇(*Panaeolus separatus*)、粪锈伞(*Bolbitius vitellinus*)、美丽粘草菇(*voluariella speciosa*)、白黄粘盖牛肝菌(*suillus placidus*)等野生菌纯菌株都可作为实验对象来进行试验、筛选,因此开发的潜力是很大的。

### 5.2 印楝生物农药前景广阔且环境效益好

印楝(Neem),即印度楝树,生物学名为“Azadirachtaindica”,原产于印度-巴基斯坦次大陆及缅甸等地。印楝是常绿阔叶树,适合热带、亚热带气候,它分布于海拔1 600 m 以下的干热地区,适生区年降水量在 350 mm~2 000 mm 之间,相对湿度为 40%~90%。印楝根系发达,能充分吸收土壤深层的水分和养分,在干旱瘠薄的石质山地上也能正常生长,正适合金沙江干热河谷恶劣的自然条件,被认为是金沙江干热河谷地带造林绿化的理想生态树种。印楝生长速度很快,在条件适合的地方 2 a 生的幼株可高达 6 m,地径达 10 cm。7~8 a 进入盛果期,每年结果 20~50 kg,结果期长达 200 a,栽种印楝收效非常高<sup>[9]</sup>。

印楝提取物印楝素属于广谱性农药,可控制大约 400~500 多种虫害。印楝产品通过干扰虫子的生理行为,如取食、消化、交配等达到控制目的。同时它是可生物降解的、非暴力的,对环境友好的生物农药,可用于水稻、麦子、棉花、蔬菜、茶叶、果树等作物的害虫防治<sup>[10]</sup>。1995 年,中国林科院资源昆虫

所赖永祺研究员从印度引入印楝种子,试种于云南干热河谷地区元江、元谋两地,保存率近 100%。3 a 生平均株高 3.5 m、最高 6 m。至 1999 年,印楝已开花结实,种子具正常生活力。引种结果表明,印楝在我国干热河谷地区引种已获成功。近几年来,我国政府及有关部门对印楝种植与开发极为重视,国家林业局已列项对印楝进行引种栽培和综合利用研究。因此,印楝生物农药在我国的前景很看好。

## 6 攀西生物农药开发

### 6.1 真菌生物农药

#### 6.1.1 攀西部分地区真菌资源调查、收集和菌株分离

课题组对凉山州德昌县大型食用真菌进行了考察,在德昌县农林部门和当地群众进行广泛了解的基础上,对野生菌重点生长地区进行生态调查,并采集大型真菌标本 30 余个,主要针对毒蘑菇、木腐真菌和较珍贵的土生真菌进行采集。其中木腐真菌 6 株、毒菌 2 株、土生菌约 20 株。初步分离到了 8 种潜在真菌生物农药原料,现已纯化得到纯菌种。以 8 种大型真菌与 5 种农作物病原菌进行相互结合试验,通过筛选发现长根金钱菌(*Oudemansiella radicata*)与玉米小斑病菌和水稻稻瘟病菌有较强的拮抗作用。

#### 6.1.2 长根金钱菌与主要农作物病原菌的相互作用效果研究

长根金钱菌与玉米小斑病菌和水稻稻瘟病菌的菌丝之间没有缠绕、穿插等现象,仅仅是简单的交叉;长根金钱菌的挥发性代谢产物对玉米的小斑病和水稻稻瘟病菌菌落的抑制率为 2.73% 和 2.80%;长根金钱菌的非挥发性代谢产物(代谢液)对玉米小斑病菌的抑制作用效果非常明显,对水稻稻瘟病菌生长的抑制作用不明显。初步试验结果表明,通过进一步深入研究,可望长根金钱菌作为工程菌株,成为防治玉米小斑病菌和水稻稻瘟病菌的大型真菌农药,田间抗性鉴定试验工作正在进行。

#### 6.1.3 工程菌株发酵条件的筛选

对长根金钱菌的培养条件进行了研究,结果表明:固体发酵以阔叶林树木屑 75%、麦麸 22%、白糖 1.5%、石膏粉 1.5% 组分的配方较好;液态发酵分别以蔗糖、豆饼粉作为 C 源和 N 源的培养条件,能获得较多菌丝量,为最适 C 源和 N 源,其他发酵正在试验中。

## 6.2 印楝生物农药

2001年在攀枝花市沿江煤矿区建立了73.3 hm<sup>2</sup>印楝种植示范基地(图1)。沿江基地种源是2000-07由缅甸引入,通过苗圃近一年培育,2001-05移栽到基地,通过3a的工作,印楝在基地长势良好,不仅成活率高、长势快,且栽植的第二年,就有一部份小树开花挂果,与印度专家提供其在印度长势的数据分析比较中,大区域内的生长势略胜其一筹,现将其比较如下(表3):

表3 中国印楝生长数据与印度比较

Table 3 Comparison of the data of *azadirachta indica* growth between China and India

区域	土壤	树龄(年)	成活率	树高 cm	直径 cm
印度	红	2	62%	63.13	0.96
中国沿江	红	1	90%	185.00	2.575

课题组在沿江示范基地共确立了四个观测点,每点以十株为样本,一号点为电塔,二号点为龙老板,三号点为大胡子,四号点为碑。植株生长一年后,经观察数据如下(表4):

表4 沿江基地印楝生长一年后长势观察结果

Table 4 The observation results of the growth data of *azadirachta indica* in Yanjin base(one year old)

观察地点	地径(cm)	株高(m)	冠幅(m)
电塔	2.0~6.0	2.0~2.8	0.9~1.9
龙老板	2.0~4.0	1.5~2.5	0.6~1.0
大胡子	3.0~6.0	1.7~2.5	1.0~1.65
碑 红	2.0~4.0	1.1~2.5	0.55~1.40



图1 沿江基地印楝长势情况

Fig. 1 The grouping situation the *azadirachta indica* in Yanjiang base

从目前的调查数据可以看出,印楝在金沙江干热河谷区攀枝花地段是适宜生长的。不仅大大提高了当地的植被覆盖率,干热河谷的景观得到了改善,而且通过观测,种植印楝后还改善当地的局部小气候。林地周围的温度比未栽种印楝的地方低很多,土壤中水份含量也远大于周围地区。可以预见,经过几年的生长,印楝大量分离出印楝素后,印楝素作为生物农药的原料,制成生物农药,那么将会产生可观的经济效益,很快将收回投入的成本。

另一方面,在对印楝杀虫成分的提取基础上,对印楝的杀虫活性成分进行了毒力测定(表5)。

表5 印楝甲醇提取液对菜青虫三龄幼虫毒力测定(24~26℃)

Table 5 carbinol distilment of *azadirachta indica* test on 3-year-old *peris rapae*

浓度	处理方式	供试虫数	幼虫死亡率(%)				化蛹率(%)	羽化率(%)
			3d	5d	7d	9d		
400倍	浸叶	100	20	41	60	93	7	0
200倍	浸叶	100	30	38	52	91	9	0
对照	—	100	49	55	57	60	40	62.5

注:对照组喂以无毒的新鲜甘蓝叶;羽化率是按羽化数与蛹数的比值计算的。

田间采集三龄左右菜青虫,以稀释200倍和400倍的甲醇浓缩液浸制甘蓝叶碟饲喂以测定毒力,但从结果看有较大的化学农药干扰,故数据不予采用,拟近期再测。不过在一个40头试虫的组中发现有10头左右试虫在进食有毒叶片后其体内的寄生蜂幼虫依然正常孵化、结茧和羽化,与文献中印楝对天敌昆虫无明显影响的报道一致。

## 7 讨论

攀西地区地理位置极为重要,是整个长江的重要水源区和上游地区的重要生态屏障,目前却面临的其显赫的生态环境功能地位与严重退化的生态现状的矛盾。本区生态环境破坏,长期以来为粮食而扩大耕地,陡坡垦殖,砍伐天然林,牧区超载放牧。结果不仅威胁本区农业的发展和居民的生活和生态安全,而且对江河流域也构成了危害。同时攀西地区贫困落后的面貌并未根本改变,由贫困引起生态的进一步恶化,形成了贫困—生态—贫困的恶性循环。国家一直很重视攀西地区的经济发展和生态环

境保护,其中之一就选择了开发生物农药的原料作为突破口,看中的是攀西地区独特的自然条件及丰富的生物资源,以及其对当地生态环境的重要改善作用,而且更重要的是生产出生物农药后,可在当地大力推广生物农药,减少使用化学农药,大大缓解长江上游地区化学农药对土壤和江河污染问题,特别减少对长江及其支流的污染。通过两年多来的工作取得了一定的成果!印楝树适合在金沙江干热河谷区生存,长势良好;本区丰富的真菌资源也有了用武之地。下一部工作将放在印楝素的毒力测试、提取、产业化发展及工程菌株的发酵试验及人工驯化后的规模化生产中。随着工作的继续深入,可以预见通过开发攀西地区生物农药的原料,不仅可改善恶化的生态环境,而且还可以增加居民的收入,会实现生态效益和经济效益的双丰收。更为重要的是可以带动相关产业的发展,实现当地经济社会可持续发展,达到西部开发的根本目的。

#### 参考文献(References):

- [1] Li Minlian, Cheng Jianguo. On the development of biopesticide in China[J]. *Agriculture Science in ShanXi Province*. 2003, (6): 62. [李敏莲,程建国. 关于我国发展生物农药问题的思考[J]. 陕西农业科学, 2003, (6): 62.]
- [2] Jiang Jusheng. Diversity of agricultural biology with the layout of south subtropic fruit and sustainable development in Panxi [J]. *Journal of Sichuan Agricultural University*. 1998, 12. [蒋菊生. 农业生物多样性与攀西地区南亚热带水果布局和持续发展[J]. 四川农业大学学报, 1998, 12.]
- [3] Xu Jiuping. The ecological rationality of optimal allocation and comprehensive development of agricultural resource in Pan-Xi Region of Sichuan Province[J]. *World Science and Development*. 2002 vol 22: 43~49. [徐玖平. 四川省攀西地区农业资源最优配置与综合开发的生态合理化方向[J]. 世界科技研究与发展, 2000, 22: 43~49.]
- [4] Luo Huailiang. Discussion on the sustainable utilization of agricultural natural resources in Panxi area[J]. *Journal of Sichuan Normal University (natural science)* 2003, 26(1). [罗怀良. 试论攀西地区农业自然资源的开发利用[J]. 四川师范大学学报(自然科学版). 2003, 26(1).]
- [5] Noel D. uri Development and Use of Bio-pesticides: Implications of Government Policy and Consumers' Preferences[J]. *North Holland*. 1998, 27 March 291.
- [6] J. Harris. Chemical Pesticide Markets, Health Risks and Residues [J]. *Bio-pesticides Series 1, Bookreview/Crop Protection*. 2001, 20: 451~453.
- [7] Xu Hua, Tao Jianping. The choice of food strategy and the development of bio-pesticide in China[J]. *World Agriculture*. 2003, (7): 4~6. [徐华, 陶建平. 食品安全战略选择与中国生物农药的发展[J]. 世界农业. 2003, (7): 4~6.]
- [8] Fang Guobing, Yu Hong. Development status and management countermeasures of bio-pesticide[J]. *pesticide science and administration*. [方国斌, 余红. 生物农药的发展现状与管理对策[J]. 农药科学与管理, 2002, 23(2).]
- [9] Lai Yongchang. The introduction of drought-resistant and multi-functional tree-azadirachta indica[J]. *Yunan Forest*. 1998, 19(5): 23. [赖永琪. 介耐干旱多功能树种—印楝[J]. 云南林业, 1998, 19(5)23.]
- [10] Meng Yongqing. Azadirachta indica: the exploitation of the bio-pesticide and medicine[J]. *China Forest*. [孟永庆. 印楝: 开发生物农药和医药[J]. 中国林业, 2003, 3(A): 38~39.]

## Development of the Bio-pesticide and Characteristic Biotic Resources Comprehensive Exploitations in Panxi Area

ZHANG Jinying, SU Chunjiang

( Institute of Mountain Harzard and Environment , Chinese Academy of sciences and Water conservancy, Chengdu 610041 China )

**Abstract:** This paper analyzed the unique natural conditions and rich bio-resources in Panxi Area, pointed out that Panxi Area was a "Treasure-house" of the bio-pesticide materials. After the introduction of the bio-pesticide development from home to abroad, the paper analyzed the current bio-pesticide market in our country, then dissertated the research progress in azadirachta indica and epiphyte bio-pesticide in Panxi Area. At last, the paper discussed the development of bio-pesticide not only improved the ecological environment in the area, but also accelerated the formation of ecological industry. Therefore, the paper drew the conclusion that bio-pesticide had tremendous potential in Panxi Area.

**Key word:** bio-pesticide; Panxi Area; azadirachta indica epiphyte market