

20 年来四川食用蕈菌研究的回顾与展望

谭 伟

(农业部长江上游农业资源与环境重点开放实验室农业微生物研究室、
四川省农业科学院土壤肥料研究所微生物研究室,四川 成都 610066)

摘 要:四川省内菌物学工作者 1970 年代末开始对大型食用蕈菌进行研究,有文献资料记载是 1983 年。20 年来,既有引种、野生菌人工驯化栽培、高产栽培技术,又有病虫害防治的研究,还有应用原生质体融合技术选育新品种工作。其间选育出食用菌新品种 12 个,获得成果 13 项,其中获奖成果 7 项,最高奖项是国家技术发明二等奖。建议今后应加大野生食用菌资源合理开发利用和保护力度,加强新品种和新技术研究,加强精深加工产品开发,研究适宜四川产业化发展经营新模式等。

关键词:四川;食用菌;回顾;展望

中图分类号:S646

文献标识码:A

大型食用蕈菌(以下简称食用菌)风味独特,营养丰富,味道鲜美。希腊人认为它可以提高武士的战斗能力,罗马人誉其为“上帝的食物”,而只在节日食用,墨西哥人用之来治病,中国人视为保健食品而成为“生命之灵丹妙药”^[1]。原因是它含有的高蛋白、低脂肪、纤维素等及人体必需氨基酸、矿物质、维生素和多糖等营养成份,并含有一般蔬菜缺乏的亮氨酸、赖氨酸、苏氨酸、蛋氨酸等人体必需的氨基酸。菌类食品的营养成份大致介于肉类和果蔬之间,具有极高的营养价值,其蛋白质含量虽不及动物性食品丰富,但不象动物性食品那样在含高蛋白质的同时,往往伴随着高脂肪和高胆固醇。据测定,一般菇类所含的蛋白质约占干重的 30%~45%,以鲜重计算,蛋白质含量约为 4%,是大白菜、蕃茄、白萝卜等常见蔬菜的 3~6 倍^[2]。因此,有人视其为“植物性食品顶峰”一点也不过分。

实践证明,食用菌生产是一项周期短、投资少、见效快、效益高的新兴产业。在活跃山区经济中起着重要作用^[2],近年来四川省食用菌产业发展迅速,总产量和总产值分别从 1993 年的 20 多万 t、9

亿多元增长到 1996 年的 30 多万 t,12 亿多元。1997 年我省食用菌产量为 40×10^4 t,名列全国第 4 位(福建 80×10^4 t,浙江 53×10^4 t,河南 43×10^4 t,分别名列全国的前三位^[3])。1999 年我省产量 39×10^4 t,产值 15 亿元,出口创汇 0.4 亿美元,位居全国第 6 位。成为全国食用菌的重要产区之一。四川省的主要产区是成都、德阳、南充、达州、自贡、内江等地,产值超亿元的县 3 个,产值超千万元的县 13 个,食用菌已经成为部分县的支柱产业(据省农业厅资料)。四川省食用菌总产值仅次于蔬菜而跃居种植业的第 6 位,已成为农业的一个重要组成部分和农业经济中的一项支柱产业,发展食用菌产业已成为调整农业产业结构和农民增收致富的重要途径,并在农业产业结构调整和农民增收方面发挥了重要作用^[4]。

食用菌产业发展的原动力是食用菌科学研究技术。四川省食用菌产业的迅猛发展与食用菌科研工作紧密相关,即与食用菌新品种的育成、食用菌优质高产栽培系列新技术研发和集成以及增值加工技术的开发等等科研工作的先行开展有着非常重要

收稿日期(Received date):2003-08-16;改回日期(Accepted):2004-03-10。

基金项目(Foundation item):国家“十五”科技攻关项目(Supported by China's National Key Technologies Research and Development Program in the 10th Five-year Plan);攀西地区特色生物资源综合开发与示范(2001BA901A40)资助。[The Characteristic Bio-resource Comprehensive Exploitation and It's Demonstration in Panxi Area(Code: 2001BA901A40)。

作者简介(Biography):作者简介:谭伟(1964-),男,研究员,主要从事食用菌育种与栽培研究。[Tei Wei(1964-),Male, Professor. Research area: Breeding and Culture of Edible fungi Development. E-mail: tw6457@sohu.com]

的关系,尤其与长期战斗在全省各个工作岗位从事食用菌科学研究的工作者作出的巨大努力和默默奉献分不开。回顾四川省食用菌科学研究历程,总结过去经验教训,展望未来,对于进一步加强四川省食用菌科研工作,促进食用菌产业持续稳步发展具有重要的意义。

1 食用菌研究的时代背景

1970年代之前国内外微生物工作者,尤其是农业微生物科技工作者主要在根瘤菌以及生物固氮作了大量研究工作,并取得大量成果。到了1970年代末期国内沿海科研院所开始引种试验侧耳属的凤尾菇(*Pleurotus sajor-caju*,如福建),在转化稻草等农林副产品方面显示出较好的效果。我国是一个农业大国,水稻、小麦、玉米、油菜和棉花是主要的粮食和经济作物,秸秆资源非常丰富,据统计全国每年秸秆产量约6.2亿t,数量巨大,利用率仅为33%,约2亿t,开发利用秸秆成为农业生产资源开发的新焦点。食用菌可有效地将这些资源加以利用并转化为供人们食用的优质蛋白质;食用菌生产又可促进农林副产品的良性循环,“农作物秸秆→食用菌生产原料→食用菌栽培→优质农作物有机肥→培肥地力及农作物高产优质”,既将农作物秸秆转化成美味食用菌产品,增加农民收入,又生产出优质有机肥料供农作物利用。1970年代末四川省农科院土肥所微生物室主任刘芳秀等人在考察和预研之后,看准了食用菌在农业中的重要性和发展前景,于是带领该室科技人员立题启动从事食用菌研究。这之后,又得到省市有关部门的大力支持资助,使四川食用菌科研工作进入了较为全面的研究。回首20年,四川省农科院土肥所微生物室应该是四川省从事食用菌科学研究最早的单位,始于1970年代末,有文献资料记载是1983年对平菇(侧耳, *Pleurotus ostreatus*)的引种、品比试验、深层培养研究(刘芳秀等,1983)^[5,6],公开发表论文是在1983年对凤尾菇营养条件的观察(刘芳秀等,1983)^[7]。

2 从事食用菌科研技术工作的单位和侧重领域

在四川省境内从事食用菌科学技术研究工作的单位主要是大专院校和科研单位。根据所在单位性

质的不同,有从事基础研究的、应用开发研究的,在研究内容和方向上既有相互交叉,又各有不同的侧重领域。如川大的灵芝分子生物学研究、西科大的野生食用菌资源与分类研究、川农大的蘑菇杂交育种研究等。

2.1 大专院校

四川大学生物系、西南科技大学生命科学院、四川农业大学微生物系等院校,曾经或正在从事食用菌的野生资源与分类、人工驯化、生理学和育种研究工作。

2.2 科研单位

四川省农业科学院土肥所微生物室和食用菌研究开发中心专业从事食用菌科研工作,科技技术人员20余人,力量雄厚,是四川境内从事食用菌研究开发工作最大的单位,主要从事野生食用菌的资源调查和驯化栽培、原生质体融合技术研究、食用菌生物学特性和栽培技术研究、食用菌病虫害防治技术研究和食用菌增殖加工技术研究等,与日本等食用菌技术发达国家的大学和研究机构建立有合作关系。四川省自然资源研究所在香菇(*Lentinus edodes*)成型菌种的引进示范应用研究和块菌(*Tuber*)的生理生态研究方面作了大量工作,阿坝藏族羌族自治州农业科学研究所对该州大型真菌资源作了详细调查,中国科学院成都生物研究所曾经在四川野生食用菌的资源与分类方面作了大量工作,四川省林业科学院生物防治研究所在羊肚菌(*Morchella esculenta*)人工栽培研究上取得很好进展,成都市第一农业科学研究所野生菌的驯化工作上作了一些工作。

2.3 各地农业局及食用菌协会

有少部分地县农业局的农业技术推广站、经济作物站和食用菌协会在食用菌的引种比较试验和新品种新技术推广应用工作上作了大量工作。如金堂县食用菌协会、赵家镇食用菌协会与四川省农科院大力合作,推广应用食用菌新品种新技术取得了显著成效。

3 四川省食用菌研究的进展

四川省自开始研究食用菌以来,至今已有20a的研究历史。这期间在野生食用菌的资源开发和生态调查,人工驯化栽培,营养条件和栽培技术,育种等方面相继发表了大量论文,并取得了辉煌的研究

成果,这些成果的推广应用,为发展农村经济建设,促进农村农业产业结构调整和农民增收作出了较大贡献。这些论文和成果基本上反映了这 20 年来四川省食用菌研究的现状、水平和发展趋势。

3.1 野生食用菌资源与生态研究

四川省食用菌资源非常丰富,自 1983 年以来先后有许多学者进行了资源调查和生态等研究。张丹等(1987)对蒙顶山灰树花(*Grifola frondosa*)的生态环境调查后,认为该地野生灰树花只生长在海拔 1 370~1 400 m 内的半腐朽石栗树下,发生期 6~8 月,气温 18~19℃、空气相对湿度 90% 左右时子实体大量形成,光照不仅直接影响子实体颜色,而且影响到原基的发生量和产量^[8]。谭伟等(1987)对蜀南竹海的野生竹荪种类、性状、发生季节、分布状况和生态环境的实地考察结果是:长裙竹荪(*Dicthyophora indusiata*)发生子实体在 4~6 月、短裙竹荪(*D. duplicata*)和黄裙竹荪(*D. multicolor*) 在 5~6 月较多;分布于海拔 630~880 m 间的南北向阴坡面和农户房前屋后的竹林下;植被有楠竹、绵竹、慈竹、箭竹等,蜂、蝇类等昆虫舔食竹荪孢体而使孢子得以传播,土壤 pH4.5~6.0、含水量 30%~43%,菌丝体适宜温度 20~25℃,子实体形成和生长适宜温度 20~24℃、林内郁闭度 0.6~0.8^[9]。鲜明耀等(1989)调查认为四川松茸(*Tricholoma matsutake*)储量为 2 500 t 左右,集中分布在川西高山高原地区,主要在甘孜州的 12 个县、阿坝州的 6 个县和凉山州的 4 个县及四川盆地边缘等县;发生期 7~9 月份,发生地集中在海拔 3 000~4 000 m;与四川松茸共生的有三种植被类型:①青杠林。即高山栎类,有川滇高山栎、黄背栎、川西栎、灰背栎等 10 余种;②混交林。即油松、云南松、高山松等松树与高山栎的混交林;③常绿阔叶林。即元江栲(*Castanopsis orthantha*)和多变石栎(*Lithocarpus Variolosus*)等壳斗科植物^[10]。王明福(1988)、王波(1990)等对稻城、甘洛等地的野生食用菌资源和松茸、羊肚菌(*Lentius edodes*)作过普查;王明福分析了温度和降水对松茸发生的影响,提出在松茸菌丝生长和子实体发育时期,通过人工灌溉林地来控制温度过高和降水量的不足以提高发生量^[11~14]。

日本松茸专家富永保人博士则认为四川马尔康的松茸在其香味上有其自身特点,定名为 *T. matsutake* (Ito et Imai) var. *Qinggang Tomi-naga*^[15,16]。谭伟等(1994,2000)总结了国内外松茸

的分布、发生季节、生物学特性和栽培理论及方法,并结合四川实际情况,报道了四川松茸的地理分布、自然储量、发生季节、植被类型、菇体形态、色泽、香味等特点;针对目前在开发利用过程中存在过度连年开采和破坏性采摘,严重破坏了松茸的自然生态环境,使松茸面临着数量减少、资源枯竭的境地问题,根据国内外研究成果,提出普及菌物学和植物学知识,加强省州政府有关松茸生产管理政策的贯彻执行,合理开采松茸产区林木、清理松茸发生林、保护松茸资源,积极开展松茸半人工或人工栽培的研究等持续开发利用松茸的具体措施^[17~19]。

高明文,代贤才(1996)研究了川西高原的松茸生态^[20],李泰辉,李万方等(1990)研究了四川甘孜州食用菌资源^[21],泰松云,李文虎等(1990,1991)初步报道了四川野生食用菌资源调查情况^[22,23],张大成(1990)等人研究了四川省会东、会里的块菌资源^[24]。

袁明生、孙佩琼等(1995)经过长达近十年的工作,总结前人和当代的研究成果,全面地记载了已知四川蕈菌 1 291 种,属于 214 个属、40 个科,其中食用菌 581 种、药用菌 196 种、抗癌蕈菌 202 种、菌根蕈菌 230 种、毒菌 140 种和四川新记录 379 种,全面展示了四川省丰富的蕈菌资源^[24]。

通过对野生食用菌资源的调查工作,对不断搞清楚全省食用菌资源家底情况起到了重要作用。同时,寻求到了一些有开发利用价值的食用菌,有目的地对一些野生食用菌进行生态环境研究,为人工驯化栽培研究奠定了基础。

3.2 野生食用菌人工驯化栽培研究

在对野生食用菌的资源和生态环境调查基础上,有目的地人工驯化出了一些名贵珍稀食用菌。刘芳秀、张丹等(1986)选育出了灰树花“8381”和“8382”两个批量生产产量高,而且稳定的优良菌株,其生物转化率为 32% 左右^[26]。童云霞、谭伟等(1990)选育出比全国推广竹荪菌株竹荪 D0 分别增产 6.5% 和 5.1% 的室外栽培菌株“602”和“601”,出菇集中在 5~8 月,干品单产高达 180.0~183.1g/m² 的产量^[55]。谭伟、郑林用等(2002)选育出长根金钱菌(*Oudemansiella radiata*)新品种高温型菇类“露水鸡枞”,与同类主推品种“丽根”相比优点是:产量高(增产 25.00%~41.38%)、品质优(氨基酸总量高出 5.14%),抗生产上常见杂菌的能力强,于 2001 年通过了四川省农作物品种审定委员会食用

菌种委员会的审定^[26]。

3.3 食用菌育种技术与新品种(新菌株)选育

由于食用菌学研究与其他学科相比,研究历史较短,是一门较为新兴的学科,所以在育种方面没有象动物和农作物等有较为现成的育种技术。在育种工作中除了要借鉴微生物学的育种理论和技术外,还需根据大型真菌自身的特点探索新的育种方法和技术来改良和选育食用菌新品种(新菌株)。既有常规引种品比选育、杂交育种、诱变育种等,又有应用现代生物技术如细胞融合技术进行新品种选育。四川省科技人员主要在引种选育和应用原生质体融合技术选育食用菌优良新品种方面作了大量研究工作,并取得重大成果。

3.3.1 引种选育

刘芳秀、胡永松等(1982)引进平菇菌种进行鉴定,选育出适合四川省大面积推广栽培的平菇品种——凤尾菇,具有生长快、产量高、抗逆性强、营养价值高以及子实体经济性状好等特性,比对照(青羊2号)增产84.75%。该项研究成果荣获1982年四川省重大科技成果四等奖^[27]。

刘芳秀、朱建华等(1989)从国内外引进12个金针菇(*Flammulina velutipes*)菌株,进行提纯复壮,通过2年5批次比较试验,选育出适合四川省栽培、鲜食加工兼用的优质高产“金针菇12号”菌株。其生物转化率为66.4%,最高可达100%,比对照(全国推广菌株)增产37.6%,粗蛋白、粗脂肪、氨基酸总量及赖氨酸和精氨酸含量均比对照高。该项研究成果荣获1989年四川省科学技术进步三等奖^[27]。

刘芳秀、唐家蓉等(1989)对引进国内外的18个香菇菌株,通过提纯复壮,经过4年品比和大面积示范印证,选育出适合四川省袋料和椴木栽培兼用的优质、稳产香菇菌株“香菇16号”和“香菇7号”,袋料品比中生物转化率分别为68.8%和58.2%,比对照(7402)增产71.4%和44.8%;大面积示范平均转化率为81%,最高达101%;椴木单产干菇20.23kg/m³和23.32 kg/m³,比对照增产295.9%和356.4%。专家认为研究成果达国内先进水平^[27]。

3.3.2 应用细胞融合技术选育食用菌优良新品种

由于细胞原生质体融合技术能有效地克服远缘杂交不亲和性因子障碍,使遗传差距较大的远缘种间、属间,甚至科间以上等杂交成为可能,因而该项技术较易突破常规有性或准性生殖而实现远缘杂

交。因此,这项技术已引起国内外菌物学工作者的高度重视,从1972年Devriers等人对裂褶菌原生质的分离研究成功开始,原生质体融合技术开始运用到食用菌研究领域,到1980年代中后期达到高潮。通过对国内外有关文献资料查阅结果表明,国外日本、荷兰、美国、菲律宾、韩国等国家,国内武汉、上海、北京、香港、福建、黑龙江等省的大专院校及科研单位的很多人在从事这方面的研究工作。1987年国内著名菌物学家杨新美认为原生质体融合技术在食用菌育种中的应用,在当时一般的研究深度尚在原生质体制备、再生阶段,正向亲本组合和融合子的获得、检出与分析阶段迈进。日本研究成果最多,然而大多局限于种内、种间融合成功,有两例获得属间融合成功。仅一例是日本报道的科间融合成功(Eguchi-F, 1993, 糙皮侧耳与柱状田头菇),获得融合菌株^[28-41],但未见形成子实体的报道,更谈不上选育出优良新品种来应用于生产实践。

四川省肖在勤等人研究发明了融合核分裂技术,解决了长期以来远缘融合异核体遗传不稳定、核配菌株难以形成子实体的世界性难题,完善了食用菌细胞融合育种技术,并选育出了具有突出优良性状品种在生产上广泛应用。肖在勤、谭伟等人(1998)报道以金针菇和凤尾菇(科间)为材料,获得融合子菌株^[35],并从中选育出食用菌科间细胞融合新品种金凤2-1,在原生质体融合育种领域取得了突破性进展,引起食用菌界强烈反响。同行专家鉴定认为:“该项成果在世界上首次研究成功了食用菌科间细胞融合技术,特别是突破了融合核分裂技术,获得了科间融合子菌株五个,在国内外同类研究中处于领先水平,具有重大的科学价值和实用价值。”从融合菌株中选育的新品种金凤2-1具有“品质优良、生物有效转化率高,抗杂菌力强、出菇温度范围广、适应性强、易栽培等优良性状”。并研究出一套高产栽培技术,对发展食用菌生产具有重要指导意义。该品种已在全国30个省、市、自治区大面积推广应用,累计栽培超过10亿袋,新增产值达6亿元以上。四川省作物品种审定委员会食用菌专业委员会的评委们认为“该品种的综合农艺性状特别在产量、适应性、抗杂菌力等方面显著优于同类推广品种,性状稳定,符合新品种要求;已产生显著社会效益^[27]。”

金凤2-1为四川省首例被通过的食用菌审定品种,结束了长期以来四川省没有自己选育的食用

菌品种的历史。标志着四川在食用菌育种研究领域已进入全国、乃至全世界(科间远缘细胞融合新品种)先进行列。

该成果在食用菌原生质体融合技术领域取得了巨大突破。其成果荣获 1998 年四川省科学技术进步一等奖。其技术荣获 1999 年国家技术发明二等奖,属当年国家技术发明的最高奖项(该年度无特等、一等技术发明奖),同时也是建国以来食用菌领域最高等级的国家技术发明奖。

3.3.3 选育出十余个审定食用菌新品种

近年来在四川省科技厅和四川省作物育种攻关领导小组的大力支持资助下,四川省农科院土肥所、川农大微生物系、成都市第一农科所、省林科院等单位先后实施了食用菌研究领域的 5 个启动点。通过人工驯化、杂交育种、原生质体融合(融合核分裂技术)育种等技术,选育了较多新品种。近年来四川省农科院土肥所就选育出了“金凤 2-1”、“露水鸡枞”、“金白 1 号”、“金地香菇”、“金地灵芝”、“川耳 1 号”和“鸡平”等 12 个经省级审定或技术鉴定的新品种(表 1),并在生产上应用,产生了巨大社会经济效益,积极有效地促进了四川省农村产业结构调整和农民增收致富。

表 1 四川省农科院土肥所近五年育成的食用菌新品种

Table 1 New varieties bred by Soil and Fertilizer Institute, Sichuan Academy of Agricultural Sciences in the past five years Varieties Breeder Releasing year Releasing grade

品 种 名 称	主持人	审定年份	审定级别
金凤 2-1(平菇)	肖在勤	1998	四川省审定
金白 1 号(金针菇)	彭卫红	2001	四川省审定
露水鸡枞(长根金钱菌)	谭 伟	2001	四川省审定
川草 53(草菇)	王 波	2001	四川省审定
金地香菇(香菇)	甘炳成	2002	四川省审定
鸡平(平菇)	黄忠乾	2002	四川省审定
金地灵芝(灵芝)	彭卫红	2002	四川省审定
川耳 1 号(黄背木耳)	刘本洪	2002	四川省审定
川耳 7 号(黄背木耳)	王 波	2002	四川省审定
川金 2 号(金针菇)	王 波	2002	四川省审定
川杏 1 号(杏鲍菇)	王 波	2002	四川省审定
川选 1 号(白灵菇)	王 波	2002	四川省审定

3.4 食用菌生物学特性、培养条件以及栽培技术

弄清楚食用菌的生物学特性或者说环境条件对其生长发育的影响以及该菌对营养的需求,再根据其生物学特性、生长发育规律,人为地满足其生长发

育所需的外界条件,即研究高产栽培技术措施,如栽培原料配方、栽培方式、在不同生态条件下的适应性、缩短制种周期等。这对于挖掘其生产潜力,达到优质高产稳产具有非常重要的作用。

3.4.1 平菇 刘芳秀、闵怡行等人(1983)研究了凤尾菇的营养条件,通过 10 种培养基的筛选试验认为凤尾菇以稻草+麦麸的培养基为最佳,其转化率为 101.0%;生料箱栽优于熟料瓶栽,生料箱栽具有成本低、产量高和收益大的特点。还对平菇深层培养进行了研究^[7]。李昌祥、闵怡行等(1987)报道了平菇熟料袋栽高产栽培技术^[42]。汤家成、闵怡行(1984)报道了稻草生料大田栽培凤尾菇技术,该技术的优点是:①无需菇房和专门设备;②利用收大春至播小春之间的空闲,不争地、不争劳力;③成本低,收益高,土地有效利用面积翻倍,可收菇 2 000 kg~2 500 kg,价值 2 000 元以上^[42]。闵怡行、周世锦(1985)进行了平菇大田周年栽培试验,认为在成都只要采用适宜的平菇品种和有效的栽培方式,可以周年大田栽培,而且 10 cm 深坑、料面覆土的栽培方式既有利于料温稳定,又能调节料的含水量,是实现大田栽培的有效方法^[43]。祁和意、陈英华等(1984, 1987)介绍了平菇液体种子无菌检验的 3 种方法,即发酵液菌种培养法、显微镜直接观察法和发酵罐液样观察法^[45];并研究了平菇菌种的保藏方法,认为以 PDA 斜面转管培养保藏和麦粒培养基保藏方法最好,不仅效果稳定可靠,成活率 100%,而且方法简单易行,成本低廉,适合一般科研和生产单位使用^[46]。闵怡行(1986)还介绍了平菇病虫害防治方面的内容^[44]。谭伟、肖在勤(2001)从栽培料的选择配料和装袋等方面探讨了如何挖掘食用菌新品种金凤 2-1 的增产潜力^[47]。

3.4.2 灰树花 刘芳秀、张丹(1988)从母种制备、原种制备、配料和灭菌、接种和培养以及出菇期管理 5 个方面,研究出了 3 种灰树花培养基质和 3 种较好的出菇培养料(以杂木屑麦麸饼粉的最好),其瓶栽的一二潮菇总生物转化率为 67.71%,袋栽的生物转化率为 21.3%~27.5%^[48]。

3.4.3 竹荪 谭伟、黄文培等(1987)对竹荪子实体形成过程形态学作了探讨^[49]。谭伟、唐利民(1990)研究了竹荪子实体形态及显微结构^[50]。富永保人、谭伟、唐利民(1989)研究了竹荪的生活史^[51,52]。谭伟(1990)进行了短裙竹荪室内栽培法比较研究^[53]。童云霞、谭伟等(1990, 1992)报道了

野外林间袋料栽培竹荪技术研究成果^[54-57]。谭伟(1998)对竹荪培养基配方进行了筛选^[58]。

3.4.4 毛木耳(*Auriculariales polytricha*) 王波(1987)探讨了以棉籽壳和杂木屑栽培黄背木耳(*A. aurantialba*),并介绍了用甘蔗渣栽培黄背木耳的技术^[59]。谭伟(1997)根据生产实践经验总结了毛木耳优质菌种生产关键技术^[60]。

3.4.5 香菇与金针菇 谭伟等(1997)对十二个香菇菌株培养特性研究^[61]。谭伟(2000)根据科研工作和生产实际提出了四川鲜香菇生产新技术,编导了《香菇袋料生产新技术》科教片(VCD)^[62,63]。谭伟(1995)研究了胶陀螺及其对菇木的危害^[64]。闵怡行(1983)介绍了人工栽培金针菇技术^[65]。

3.4.6 长根金钱菌 长根金钱菌又名长根奥德蘑、长根菇等。谭伟、郑林用等(2000)分离到四川的野生长根奥德蘑纯菌株^[66],进行了碳源、氮源对长根奥德蘑菌丝生长影响的研究^[67],温度、酸碱度和基质含水量对长根奥德蘑菌丝生长影响的研究^[68],系统地研究了长根奥德蘑的生物学特性^[69],对长根奥德蘑母种培养基与原种或栽培种培养基进行筛选^[70]。在对野生长根奥德蘑的生物学特性和培养特性进行系统研究基础上,人工驯化选育出了品质优、产量高、抗性强的耐高温型长根奥德蘑优良新品种露水鸡枞,并应用于生产^[71]。

3.4.7 灵芝(*Ganoderma lucidum*) 谭伟(2001)根据科研生产经验总结了灵芝栽培技术^[72],研究了野蛭蟪对灵芝的危害与防治技术措施^[73,74]。

3.5 食用菌专用肥料开发

我国食用菌总产量居世界第一,是世界食用菌生产和出口大国。随着人们对食用菌需求量的不断增加,研制适合食用菌生产需要的专用新型肥料,达到既高产又优质,具有十分重要的意义。

四川省农业科学院土壤肥料研究所微生物研究室根据食用菌生长发育规律,对食用菌营养生理作了大量基础研究工作,并根据多年研究成果,以食用菌生长发育所需的有机碳、氮、磷、钾和中、微量元素为主要原料,经科学加工而制成了食用菌专用系列肥。该肥料已于2000-04通过四川省质量技术监督局组织的企业标准专家鉴定,并获四川农业厅新产品登记(四川省农业厅配方肥登记证书川农(2000)登临字第028号)。郑林用、谭伟(2000)起草的《食用菌专用系列肥企业标准》获得四川省技术监督局认可。

3.6 食用菌专用系列肥的特点

①该系列肥能有效地促进食用菌菌丝生长与原基分化,加速子实体的形成,使菇体粗壮、菌盖增厚、出菇整齐、转潮快、提高菇体品质。②该系列肥对具有代表性的平菇、香菇、金针菇、木耳和蘑菇五大类食用菌在不同程度上具有增产效果,增产幅度为8.8%~59.3%,因肥型、施肥方法和食用菌品种或菌株,增产效果而不同。③该系列肥分为水剂和粉剂两种。可用于食用菌生产中的拌料、喷施和浸袋。

3.7 新型菌种的开发

针对椴木栽培香菇、木耳等食用菌存在着菌种成活率低的现状,四川省自然资源研究所陈惠群引进了日本广岛菌类研究所的成型菌种生产技术,结合四川实际情况,在通江等山区示范应用,取得良好效果。这种成型菌种具有菌种成活率高、便于长距离运输和使用方便等优点。该项成果获四川省科技进步三等奖。

3.8 食用菌产品加工技术与系列新产品的研制

对食用菌进行产品加工,可有效地解决出菇旺季的鲜菇销售压力而平衡市场对食用菌产品的均衡需求,同时可通过加工使其增值。食用菌加工解决了大批鲜菇的出路问题,对于调动和稳定菇农的生产积极性起着非常重要的作用。近年来,四川省开发出了以下主要食用菌加工新产品。

3.8.1 盐渍(酸渍)菇、速冻菇和冷藏保鲜菇

川内较大的食用菌进出口企业针对国内外市场研制生产出了盐渍(酸渍)菇、盐渍(酸渍)菇和速冻产品供应市场。如盐渍姬菇、盐渍蘑菇、速冻松茸、速冻美味牛肝菌等。

3.8.2 食用菌软罐头(清水菇)

四川金地菌类有限责任公司的科技人员针对野生食用菌出菇季节集中在6-9月,周年时间内难以满足消费者尤其是无深山老林的大城市的消费者对野生菇的消费需求,加之盐渍菇在烹调时所需脱盐时间长而难以及时料理,开发出了以野生食用菌为主、注册商标为“胃友”和“万年茸”的食用菌软罐头——清水菇系列产品。四川科兴生态农业发展有限公司专业生产,该产品具有口感好、清洁卫生、便于烹调等优点,深受用户喜爱,远销上海、苏州等大中城市的宾馆、饭店和餐厅等。

3.8.3 灵芝系列产品

随着经济的发展,生活水平的不断提高,人们对生活质量的要求也越来越高,于是对营养保健食品

的需求愈加激烈。兼具食用药用价值、被誉为“仙草”的灵芝因其独特的效果而倍受人们的青睐。四川金地菌类有限责任公司利用现代生物育种技术,选育出了产量高、品质优的“金地灵芝”新品种。为了便于消费者使用和提高人体对其的利用率,开发出了“灵芝片”和“灵芝条(泡茶用)”、“灵芝粉(冲服饮用)”、“灵芝孢子粉(冲服饮用)”、“灵芝破壁孢子粉(冲服饮用)”和“灵芝胶囊(口服)”等系列灵芝加工产品,注册商标“金土地”。用户反映很好。

3.8.4 食用菌固体营养汤料

肖在勤以野生菌为主要原料,研制出食用菌固

体汤料,该汤料营养丰富、菇香味浓、口感好。既可以直接开水饮用,作为面条、粉条的调味品,还可作为烹调菜肴的佐料。该项成果于 1986 年通过了四川省农科院组织的专家技术鉴定。

3.9 取得食用菌科技成果与获奖情况

经过川内广大科技人员的不断努力,在食用菌的育种和栽培等研究领域取得了多项科研成果并获得政府的奖励。获奖等次最高的是肖在勤先生主持的“应用细胞融合技术选育食用菌优良新品种”项目,获得了国家技术发明二等奖和四川省科技进步一等奖(表 2)。

表 2 四川省食用菌科研成果及获奖情况

Table 2 Scientific research fruits and Award fruits of Edible Fungi Sichuan in province Fruit name Compere Level and grade of award Year of appraisal or bear the palm

成果名称	主持人	授奖级别、等次	鉴定、获奖年度
应用细胞融合技术选育食用菌优良新品种	肖在勤	国家技术发明二等奖	1999 年
		四川省科技进步一等奖	1998 年
平菇高产栽培及配套开发技术与推广	李昌祥	四川省科技进步二等奖	1987 年
		农牧渔业部全国农牧渔业丰收三等奖	
野外林间代料栽培竹荪技术研究	童云霞	四川省科技进步三等奖	1990 年
引进金针菇优良菌株和高产栽培技术措施的应用研究	刘芳秀	四川省科技进步三等奖	1989 年
灰树花菌种选育及人工驯化栽培的研究	刘芳秀	四川省科技进步三等奖	1986 年
平菇菌种引种鉴定和深层培养工艺技术	刘芳秀	四川省重大科技成果四等奖	1982 年
香菇成型菌种技术研究	陈惠群	四川省科技进步三等奖	1992 年
香菇等优良新品种选育及高效栽培技术的研究与应用	郑林用	四川省级成果登记	2002 年
食用菌固体营养汤料研制	肖在勤	通过四川省农科院鉴定	1986 年
双孢蘑菇高产栽培技术研究	闵怡行	通过农牧渔业部鉴定	1986 年
平菇菌种复壮、保藏和高产栽培技术	祁和意	通过四川省科学技术委员会鉴定	1986 年
引进香菇优良菌种和高产栽培技术应用研究	刘芳秀	通过四川省科学技术委员会鉴定	1989 年
侧耳属细胞融合技术研究	肖在勤	通过四川省科学技术委员会鉴定	1989 年

4 新时期食用菌研究及其产业化发展

当前四川食用菌产业中存在的主要问题是:生产上新品种少,持续稳步发展的后劲不足;生产户数多但每户规模小,且呈分散状态,因而产品质量不高,缺乏大市场竞争力;成型加工生产品种少,无深层次名牌加工产品^[4]。我们要围绕政府促进调整农村农业产业结构和农民增收的总的方针政策,将发展食用菌产业作为促进调整农业产业结构和农民增收致富的重要途径。加入 WTO 后结合四川实际情况,为了持续稳步发展四川食用菌产业,笔者建议在食用菌科研开发工作方向上应加强以下几方面工

作,供同行参考。

4.1 合理开发利用野生食用菌资源,加强蕈菌生物多样性保护措施研究

四川盆周山区野生食用菌资源丰富,适度地科学合理开发利用这些菌类资源能给山区老百姓带来持续稳定的经济收入和政府财政税收。然而因采集销售野生食用菌的经济效益特别高,于是刺激了人们想方设法过度采收和出口,就导致物种资源不同程度地损害,有的野生菌类资源如松茸等因过度采集面临着断本绝源的危险。为此,我们必须对四川省野生食用菌资源进行合理开发利用,并且要维持蕈菌的生物多样性。四川省甘、阿、凉三州地区野生食药菌资源十分丰富^[21-24],对现有蕈菌资源进

行合理开发利用,可有效地增加当地财政收入和山区农民经济来源。近年中国科学院成都山地灾害研究所主持的攀西地区特色生物资源开发利用项目,四川省农业科学院土壤肥料研究所作为子项目“攀西地区特色菌类资源开发利用与产业化”的承担者在项目执行期间已初步驯化出几个野生食用菌菌株,并将部分菌株在攀西地区果园下正在进行产业化立体种植。这是具有科学意义和社会经济效益的重要工作。

科技工作者要深入产区调查研究,提出具体的可操作性的措施,同时应向省、国家濒危物种管理部门提出建议,配合政府加快地方性立法保护濒危食用菌野生资源的步伐,实施类似“休渔期”的休菌办法,采取限量采集超量高税等行政措施。松口蘑已被列为四川省第一批国家重点保护农业野生植物名录,作为二级保护物种^[77]。建议将川产的尖顶羊肚菌(*Morchella conica*)、鸡枞菌(*Termitomyces veyrhizus*)、美味牛肝菌(*Boletus edulis*)、巨孢块菌(*Tuber gigantosporum*)、中国块菌(*Tuber sinense*)、石渠白菌(*Armillaria luteo-virens*)等美味可口的名贵珍稀食用菌向国家有关部门积极建议列为四川省第二、三批国家重点保护农业野生植物。

4.2 加强新品种选育、优质高产稳产栽培技术研究力度

针对生产上存在问题组织科技队伍协作攻关,选育优良新品种,替代生产上的退化品种。四川食用菌1291种,其中食用菌在581种、药用菌196种、抗癌菌202种,结合丰富的野生菌资源进行人工驯化和现代生物技术育种,研究适合四川气候、资源特点的高产稳定新技术,尤其要是面对加入WTO后对食用菌品质要求更高的特点,要将食用菌的品质放在第一位,作为育种和栽培研究的首要攻关目标来抓。

4.3 重视生物技术特别是基因工程技术在食用菌研究领域的应用

20世纪兴起的原生原体技术、同工酶技术基因工程技术、DNA指纹技术等新的生物技术,国内外现已广泛应用于食用菌研究领域,取得了举世瞩目的成绩,并将继续应用于食用菌系统发育、遗传育种、核型分析、物种鉴定、基因定位和基因转移等更高、更深、更广的领域。尽管我省在应用细胞融合技术选育食用菌优良新品种方面取得了重大进展,但是,还要重视生物技术特别是基因工程技术的研究和应

用,这是保持我省食用菌产业持续快速发展的关键。

RFLP(Restriction Fragment Length Polymorphisms,即限制性片段长度多态性)技术能够反应DNA结构的差异,是鉴别品系、分析类缘关系、证实遗传距离的科学证据。该技术可用于种内和种间分类鉴别,是非常有用的遗传标记。

RAPD(Random Amplified Polymorphic DNA,即随机扩增多态性DNA),其技术目的是检测DNA多态性。它以快速、灵敏、需样品量少等优点被广泛用于物种及杂交子、融合子的鉴定和遗传相关性分析。

CHEF(Countour-Clamped Homogeneous Electric field,等高锁状均质电场)是一种可用于分离20 kb到10 Mb大分子量DNA的新型凝胶电泳技术,已应用于食用菌的核型分析及核型多态性研究。

脉冲电泳能应用于各种真菌的核型分析,明确其染色体DNA的数目及用于染色体作图、遗传分析等,脉冲电泳技术与其他相关技术的配合使用,将在食用菌研究中发挥更大的作用。

同工酶技术是动物植物生理生化及遗传分析研究的重要手段,由于同工酶是基因表达的产物,虽然它们的表达受生理因素和环境因素的影响,但在研究材料和实际条件基本相同的情况下,同工酶仍然提供稳定的遗传信息。酶的同工酶谱可作为鉴定食用菌菌株的依据^[75]。

4.4 加强食用菌精深加工技术及其产品的研究工作,提高食用菌产品国际的竞争力

四川省目前的食用菌产品形式主要有鲜品、干品和盐渍品。针对这种品种单一的情况,根据当今人们消费观念和消费结构的变化,我们要加强食用菌加工技术研究,不仅要不断提高现有产品的档次,而且还要应用高新技术研究开发食用菌精深加工产品,如食用菌休闲食品;食用菌饮品;食用菌功能性保健食品(如:多糖浓缩口服液、多糖胶囊)等,形成食用菌产品的多元化结构,满足不同层次消费者对食用菌产品的需求,提高食用菌产品在国际市场上的竞争能力。同时,政府、银行等各方面要对有发展苗头和一定经济实力的企业给予大力扶持,建立商品基地,实施产业化经营,创名牌产品,带动食用菌产业稳步持续向前推进。

4.4.1 开发新的抗菌素药物 食用菌中约有2000多种可以产生抗菌素。过去,抗菌素主要从放线菌中筛选,近年来,各国学者把目标投向了担子菌,主

要从食用菌中筛选,如:黑毛桩菇的桩菇菌素,香菇的香菇菌素,金针菇的火菇菌素,蜜环菌的蜜环菌甲素、乙素等。

4.4.2 开发抗肿瘤药物 食用菌中有 150 多个种具有抗癌活性。比较典型的有:姬松茸、猪苓、茯苓、冬虫夏草、灵芝、金针菇、香菇、滑菇、灰树花、猴头、松茸。这些菌类中的多糖体都有很高的抗癌活性。近年由东京大学医学部、国立肿瘤研究所从姬松茸中提取的多糖体,对癌细胞的抑制率高达 99.4%,治愈率高达 90%。松茸、猪苓的提取物,对癌细胞的抑制率分别高达 91.3% 和 98.5%,治愈率均高达 90%。从食用菌中提取的 LEM 糖蛋白,具有抑制艾滋病病毒感染淋巴细胞和在细胞中增殖的功能,引起了联合国教科组织的浓厚兴趣。食用菌中的蘑菇核糖酸(Mushroom RNA)具有很好的抗病毒作用,为研发新的抗流感病毒药物提供了一条崭新的途径。日本从灵芝中筛选的抗癌新药 PSK,年产值高达 3.58 亿美元,从香菇中提取的香菇多糖,年产值达 3 100 万美元。

4.4.3 开发食用菌保健品研究 近 20 年来,保健食品工业方兴未艾。进入 20 世纪 90 年代以来,美国的许多食品企业转向生产健康食品,目前,已有 15 000 种以上保健品进入市场销售。年产值为:1990 年 3.3 亿美元,1994 年 5.0 亿美元,1998 年 12 亿美元,2000 年可达到 14 亿美元。1991 年日本健康食品销售额 10 000 亿日元。到 1994 年,我国保健品超过 3 000 种,年产值 300 亿元,占全国食品生产总值的 10%。2000 年我国保健食品产值已突破 500 亿元。在世界范围内,保健食品年销售额为 50~60 亿美元,1995 年,仅灵芝保健品就达 16.28 亿美元。因此,开发研究食用菌保健食品,是一项市场前景十分光明的事业。

4.4.4 开发高效低毒或无毒的生物农药 据报道,双孢蘑菇、蜜环菌、牛肝菌等数十种菌类的提取物,对烟草花叶病毒、黄瓜花叶病毒有很好的杀灭作用。从鹅膏科毒菌中提出的毒蝇碱,对于苍蝇、蚊虫等害虫的杀灭效果好,也不会产生在作物中产生残留。蛤蟆菌、黄斑蘑菇具有抑制有害细菌、放线菌、真菌的作用,日本已经开发出毒蝇母(异鹅膏胺)的一种衍生物,用作杀虫剂。毒鹅膏菌、春生鹅膏菌所含的毒肽、毒伞肽,可以杀死红蜘蛛(贺新生,2001)。

4.4.5 产品质量标准体系和检验检测体系建设研究 当今社会,衡量一个技术产品好坏在很大程度

上决定于该产品是否建立和健全有质量标准体系和检验检测体系。我国食用菌的标准化建设开始工作已于 20 世纪 80~90 年代,与发达国家相比起步较晚,尽管陆续出台了一些国家和企业标准,但还远远不够,我们要参考国际上的有关规定和四川的实际情况加快制定和完善系列标准的步伐。据统计有关国际和行业公布实施的标准有 33 个,有关管理法规和条例 2 个。这些标准已远远不能满足食用菌产业现状和发展的需要。而且对食用菌产业链的各个环节均未建立质量标准、检验检测指标及方法,存在着品种选育技术不规范,品种审定和登记制度尚未建立,生产场所和栽培技术不规范,病虫害防治技术无标可依等问题,严重地影响我国食用菌产品在国际贸易中的形象和市场份额。

1997 年,我国浙江丽水的干香菇出口到日本,因检测出含硫量超标而被扣留。2001-03,日本东京株式会社向我驻日使馆反映:我国输日鲜菇农药残留超标。据调查,农残主要来自培养基杀菌剂和出菇阶段的杀虫剂。据美国 FDA 公布的数据:美国海关 2001-07 共扣留来自世界各地的蘑菇产品 112 批,其中我国(不含台湾省)被扣产品达 96 批,占 85.7%。

随着消费者和市场的对食用菌需求的不断变化,品种的更新换代,增加新菇类新品种,优质高产高效栽培技术和产品加工增值技术显得非常重要。要想食用菌产业持续稳步大发展,真正成为农村经济的支柱产业,必须提高食用菌产业的科技含量,通过不断地技术更新,建立和完善食用菌生产标准化体系及其产品质量检测体系,增强产品市场竞争力,提高食用菌产业综合效益^[75]。

4.5 开发食用菌生产用机械设备系列产品,提高生产效率

目前四川省除有 1~2 个厂家在生产食用菌拌料机外,几乎没有生产其他任何食用菌机械。有食用菌机械生产能力的厂家应看准食用菌行业这个大市场的美好前景,自己或与有关机械设计研究院所联合研制食用菌系列机械,在川内生产出价廉物美的食用菌拌料机、装袋机、枝梗一次成屑粉碎机、秸秆粉碎机等,在食用菌生产上推广应用以提高食用菌品质和生产效率^[4]。

4.6 食用菌生产用新型高效杀虫剂、消毒剂的开发 食用菌菌种和菌袋生产要求严格控制杂菌污染,在实际操作过程中常常使用甲醛等药剂进行消

毒等处理,国内外已有人提出对食用菌产品中进行甲醛检测的观点。入世后对食用菌产品质量尤其是农残问题要求更加严格,所以,必须开发研究符合国际卫生指标的新型高效无毒或低毒杀虫剂、消毒剂,在生产上应用,才能使产品质量有所保证^[4]。

4.7 研究菌渣的再利用和多途径综合利用

采收食用菌的培养料称为菌渣。粗略估计,四川省食用菌年生产量约为40亿袋,可产生大约20万kg的菌渣,产这个数量巨大的有机肥对改良土壤、培肥地力、提高粮食经济作物产量和品质具有重要意义。根据分析,培养料残渣中除全磷略低外,全氮、全钾含量均显著高于农家肥,每吨残渣约含氮10kg,磷1kg,且碳氮比值小,养分处于速效状态,易倍作物吸收利用,肥效很高,具有明显增产作用。每吨施入3~4吨培养料残渣,可使玉米增产10%以上,小麦、大豆增产30%左右。另有报道,菌渣还可作为蛋白质源添加到饲料中,减少精料用量,提高牲畜的产量和质量,既增收又节支。四川省在这方面的研究工作较少,今后要加大工作力度。

4.8 研究适宜四川实际情况的食用菌产业化经营运作新模式

针对发展农业产业特点,科研、管理、生产和经营等单位要协作研究食用菌规模化经营运作,有效地降低生产经营成本,提高综合经济效益。四川省食用菌主产区一些乡镇,经过多年实践探索出了一条在农村发展食用菌产业的成功运作新模式——“公司+协会+金融+农户”,该模式利用公司的品种技术和回收产品进行加工销售,专业协会的组织协调,银行信用社的小额低息贷款,农户出地劳动力进行生产,四方面达到有机结合与统一,很好地利用各方优势,克服各自不足,有效地解决了产供销脱节的问题,提高了产品质量和综合效益。各地可借鉴应用,还可在此基础上进一步探索产业化经营运作新模式^[4]。

5 四川食用菌科学技术研究的展望

据悉福建、浙江、河南等省的食用菌产值在全国名列前茅,属食用菌产业发展较好的省份,这与当地各级政府的重视,成立有相应的行政主管部门加以正确的引导和领导、各级相关部门的大力组织协调分不开的。如省政府有食用菌领导小组办公室,由主管农业的副省长任省食用菌领导小组组长,亲自抓;相

应地下属地市州县镇乡政府就会有相应领导负责抓这项工作;各级政府有专门的研究经费和工作经费投入,使食用菌产业发展迅速,业绩显著。近年来四川省各级政府领导尽管对食用菌科研生产非常重视和关心支持,与以往相比在科研经费方面给予了大幅度的投入,使全省食用菌产业发展有长足进展,但是目前省内各级政府还没有设立食用菌专门领导机构,缺乏从宏观上总体引导和领导专门体系,给全省食用菌产业持续发展带来不便。食用菌已成为四川省农业的主要种植业之一,建议借鉴先进省份发展食用菌产业的经验,尽早组建食用菌专门领导机构,加强对该行业实施领导和引导,增加科研投入,确保四川省食用菌产业稳步健康持续发展。

食用菌这种劳动密集型产业在四川省的发展前途是很好的。我们坚信入世后,随时了解国内外食用菌市场动态,随着政府不断加大导向和管理力度、增加科研经费的投入,科技工作者不断研究新品种新技术,食用菌专业协会具体协调公司与农户进行生产和产品销售,加强技术储备,经过各方的共同努力,四川省的科研水平将会继续不断提高,科技成果不断涌现,食用菌产业将会稳步健康持续发展。

5.1 野生食用菌资源将会得到科学有序地开发利用和保护

经过广大科技工作者的不断努力,对四川的野生食用菌资源的地理分布、发生季节、生态环境等的不断详细研究,提供理论基础和科学依据,配合政府有关部门,规划野生食用菌的开发利用中长期规划,使四川省野生食用菌资源得到健康有序地持续稳步的开发利用,对一些名贵珍稀菇类实施保护性措施而不至于濒临灭绝。

5.2 随着现代生物技术在食用菌育种领域的应用,将提高育种水平和效率

四川省在食用菌原生质体融合育种研究领域已较为领先,下一步工作还需:在原生质体融合育种理论方面,将向融合子菌株形成子实体的遗传机制、基因调控机理等纵深方向深入探讨;食用菌原生质体融合育种在技术上将探讨筛选融合子的新方法,除了目前已有的以双核菌丝形成锁状联合作为标记、抗药性标记、温度敏感性型标记、灭活原生质体、荧光染色等方法外,还将探讨更为简便可行的筛选融合子的方法;融合子的验证不再局限于菌丝生长速度、子实体形态、同工酶、氨基酸含量、出菇试验等常规技术,RFLP技术、RAPD技术将广泛地应用

于融合子的鉴定, CHEF 用于食用菌的核型分析及核型多态性研究, 随着人们研究水平的不断发展, 现代分子生物学技术将在原生质体融合育种研究领域得到更加广泛地应用; 原生质体融合育种向科间以上远缘融合方向发展, 由于细胞融合核分裂技术的出现, 我们最近在食用菌目间融合成功, 但还未得到在生产上应用的优良菌株, 随着研究的不断深入, 进程不断加快, 食用菌原生质体融合育种将从目前的科间融合向更远缘的目间、纲间融合方向发展。随着现代生物技术在食用菌育种领域的广泛应用, 将有效地提高四川省的食用菌育种水平和效率。我们坚信, 高效率转化秸秆的食用菌新品种将会越来越多, 不能栽培的野生食用菌的某些特定风味被导入到人工栽培的食用菌品种之中的日子将会离我们愈来愈近。

5.3 将来 3~5 a 四川省食用菌精深加工产品将会面世

四川省农科院等单位已在着力于“四川食用菌增值加工技术研究”, 该院已在灵芝破壁孢子粉、灵芝胶囊等开发上取得进展, 正在向食用菌休闲食品、饮品和功能性保健食品等领域开发, 在 3~5 年后将会有食用菌精深加工产品面世。同时, 与中科院成都山地研究所等单位共同开发大型真菌生物农药。

四川省老一辈食用菌科学家在研究工作中培养了一大批中青年科技工作者, 这批中青年将会成为今后食用菌科研工作的主力军; 近年来川内大专院校又与科研单位联合培养食用菌专本科生、硕士生等, 新的力量不断在增加, 新生科技队伍在不断成长和壮大。有政府的支持和科研经费的加大投入, 四川食用菌科研领域将会更加广泛、层次更加深入, 研究水平继续不断提高。

参考文献(References):

- [1] S. T. Chang. P. G. Miles(Translator: Yang Guoliang, Zhangjinxia). Edible Mushroom and their Cultivation[M]. Baoding: Hebei University Press, 1992, 33~51. [张树庭, P. G. Miles(杨国良, 张金霞译). 食用菌及其栽培[M]. 保定: 河北大学出版社, 1992, 33~51.]
- [2] Yang Xinmei. Cultivation of Edible Fungi of China[M]. Beijing: Agricultural Press, 1988, 1~19. [杨新美. 中国食用菌栽培学[M]. 北京: 农业出版社, 1988, 1~19.]
- [3] Lin Cairmin. Present situation and prospect of edible fungi industry of China[J]. *Edible Fungi of China*. 2000, 19(Suppl): 52~53. [林彩民. 中国食用菌产业现状与前景[J]. 中国食用菌, 2000, 19(增): 52~53.]
- [4] Tan Wei. Study of sustainable development of edible fungi industry in Sichuan after joining WTO[J]. *Edible Fungi*. 2002, 24(5): 3~4. [谭伟. 试论入世后如何持续发展四川食用菌产业[J]. 食用菌, 2002, 24(5): 3~4.]
- [5] Liu Fangxiu, Hu Rongsong. A preliminary approach of strain introduction and variety trail on *Pleurotus ostreatus* [R]. February, 1983. [刘芳秀, 胡永松. 平菇菌种引种及品比试验初报[R]. 1983-02.]
- [6] Liu Fangxiu, Min Yixing, Tang Rusheng. Study of deep culture on *P. ostreatus* [Z]. February, 1983. [刘芳秀, 闵怡行, 唐瑞生. 平菇深层培养的研究[Z]. 1983-02.]
- [7] Liu Fangxiu, Min Yixing, Hu Rongsong. Observation of nutrient on *P. sajor-caju* [J]. *Journal of Sichuan Agricultural Sciences and Technology*. 1983, (6): 25~27. [刘芳秀, 闵怡行, 胡永松. 对凤尾菇营养条件的观察[J]. 四川农业科技, 1983, (6): 25~27.]
- [8] Zhang Dan, Liu Fangxiu, Xian Minyue. Ecologic environment of *Grifola frondosa* on Mongdin mountain of Sichuan Province[J]. *Edible Fungi*. 1987, (4): 5~6. [张丹, 刘芳秀, 鲜明耀. 蒙顶山灰树花的生态环境调查[J]. 食用菌, 1987, (4): 5~6.]
- [9] Tan Wei, Tong Yunxia. Investigation of resources and ecologic environment of *Dictyophora* in bamboo forest, south of Sichuan[J]. *Edible Fungi of China*. 1987, (4): 19~20. [谭伟, 童云霞. 蜀南竹海竹荪资源及生境调查[J]. 中国食用菌, 1987, (4): 19~20.]
- [10] Xian Minyue, Liu Fangxiu. Distribution and ecologic environment of *Tricholoma matsutake* in Sichuan[J]. *Edible Fungi*. 1989, (5): 9~10. [鲜明耀, 刘芳秀. 四川松茸分布及其生态环境[J]. 食用菌, 1989, (5): 9~10.]
- [11] Wang Bo. Short report about ecologic environment of *T. matsutake* in Daocheng, Sichuan Province[J]. *Edible Fungi*. 1989, (6): 4. [王波. 稻城松口蘑生态调查初报[J]. 食用菌, 1989, (6): 4.]
- [12] Wang Bo. Investigation of *Morchella* mushroom in Pujiang, Sichuan Province[J]. *Edible Fungi*. 1989, (5): 11~12. [王波. 四川蒲江羊肚菌调查初报[J]. 食用菌, 1989, (5): 11~12.]
- [13] Wang Mingfu. Ecologic environment of *Morchella* mushroom in Ganluo, Sichuan Province[J]. *Edible Fungi of Jiangsu*. 1989, (2): 31~32. [王明福. 甘洛县羊肚菌生态环境[J]. 江苏食用菌, 1989, (2): 31~32.]
- [14] Wang Mingfu. Effect of temperature and precipitation on *T. matsutake* [J]. *Edible Fungi*. 1989, (4): 4~5. [王明福. 温度和降水对松口蘑发生的影响[J]. 食用菌, 1989, (4): 4~5.]
- [15] Yasuto Tominaga, Xian Minyue, Tang Limin. On the *Matsutake* mushroom in the Republic of China II. *Matsutake* mushroom in Barkan Prefecture and Xiaojin Prefecture of Sichuan Province[J]. *Bulletin of Hiroshima Agricultural College*. 1989, 8(4): 559~570. [富永保人, 鲜明耀, 唐利民. 中国人民共和国のマツタケについて, II, 四川省馬爾康縣と小金縣のマツタケ[J]. 広島農業短期大学研究報告. 1989, 8(4): 559~570.]
- [16] Yasuto Tominaga, Xian Minyue, Liu Fangxiu, Tan Wei. On the *Matsutake* mushroom in the Republic of China III. *Matsutake* mushroom in Yanyuan Prefecture and Dechang Prefecture of

- Sichuan Province[J]. *Bulletin of Hiroshima Agricultural College*. 1989,8(4):735~742.[富永保人, 鮮明耀, 劉芳秀, 譚偉. 中國人民共和國のマツタケについて, III, 四川省監源縣と徳昌縣のマツタケ[J]. 廣島農業短期大學研究報告, 1989,8(4):735~742.]
- [17] Tan Wei. Cultivation theory and method of *Tricholoma matsutake* [J]. *Acta Edulis Fungi*. 1994,1(1):53~62.[譚偉. 松茸栽培理论及方法[J]. 食用菌学报, 1994,1(1):53~62.]
- [18] Tan Wei. Sustainable development of Matsutake mushroom[J]. *Edible Fungi of China*. 2002,21(6):24.[譚偉. 科学采集, 持续利用松茸资源[J]. 中国食用菌, 2002,21(6):24.]
- [19] Tan Wei. Scientific collection of Matsutake mushroom[J]. *Nationalities*. 2002,(7):35.[譚偉. 如何科学采集松茸[J]. 民族, 2002,(7):35.]
- [20] Gao Mingwen, Dai Xiancai. Ecology of Matsutake mushroom on plateau of West of Sichuan[J]. *Edible Fungi of China*. 1996,15(6):34~35.[高明文, 代贤才. 川西高原的松茸生态[J]. 中国食用菌, 1996,15(6):34~35.]
- [21] Li Taihui, Li Wanfang, Zhang Wei. A Preliminary Report on the Resources of the Edible and Medicinal Fungi from Ganzhi State of Sichuan Province[C]. Paper abstract of forth national academic conference about edible fungi of China. Kunming: Plant society and fungi society of China. 1990.42~44.[李泰辉, 李万方, 张伟. 四川甘孜州食(药)用菌资源初报[C]. 全国第四届食用菌学术讨论会论文摘要集, 昆明: 中国植物学会真菌学会, 1990.42~44.]
- [22] Qin Songyun, Li Wenhui, Yu Zaibai. Investigation of wild edible fungi in Sichuan[C]. Paper abstract of forth national academic conference about edible fungi of China. Kunming: Plant society and fungi society of China. 1990.46.[秦松云, 李文虎, 余再柏. 四川野生食用菌资源调查[C]. 全国第四届食用菌学术讨论会论文摘要集, 昆明: 中国植物学会真菌学会, 1990.46.]
- [23] Li Wenhui. Investigation of large fungus resource in Sichuan Province[J]. *Acta Mycologica Sinica*. 1991,10(3):22~26.[李文虎. 四川大型真菌资源调查研究[J]. 真菌学报, 1991,10(3):22~26.]
- [24] Yuan Mingsheng, Sun Peiqiong. Mushroom in Sichuan[M]. Chengdu: Sichuan Science and Technology Press. 1995.[袁明生, 孙佩琼. 四川真菌[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1995.]
- [25] Liu Fangxiu, Zhang Dan. Report about selection of *G. frondosa* [J]. *Edible Fungi of China*. 1986,(3):5~6.[刘芳秀, 张丹. 灰树花菌种选育初报[J]. 中国食用菌, 1986,(3):5~6.]
- [26] Tan Wei, Zheng Linyong. Study of new tamed edible fungus variety (*Lushuizhong*) [J]. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*. 2002,15(2):24~27.[譚偉, 郑林用. 食用菌人工驯化新品种——露水鸡枞选育研究[J]. 西南农业学报, 2002,15(2):24~27.]
- [27] Edible fungi center of Agricultural Academy of Sichuan, Collection of achievement, abstract and translation list[Z]. 1990, 1~25.[四川省农科院食用菌开发研究中心. 成果·论文摘要·译文目录汇编[Z]. 1990,1~25.]
- [28] Yang Xinmei. Use of protoplasm fusion technology on edible fungi selection[J]. *Edible Fungi of China*. 1987,(2):3~5.[杨新美. 原生质体融合技术在食用菌良种选育中的应用[J]. 中国食用菌, 1987,(2):3~5.]
- [29] Tai Bingli. Use of protoplasm technology on edible fungi breeding [J]. *Edible Fungi of China*. 1995,(6):17~19.[戴秉丽. 原生质体技术在食用菌育种中的应用[J]. 中国食用菌, 1995,(6):17~19.]
- [30] Xiao Zhaiqin. Protoplasm fusion of *P. sajor-caju* and *P. ostreatus* No.5[J]. *Edible Fungi*. 1989,(6):10.[肖在勤. 凤尾菇和侧耳间原生质融合[J]. 食用菌, 1989,(6):10.]
- [31] Tetsuo Toyomasu. The Fruit Form of Protoplasm fusion strain of interspecific *P. ostreatus* [J]. *Foreign edible fungi*. 1991,(1):42~43.[Tetsuo Toyomasu. 侧耳种间原生质体融合菌株的子实体形成[J]. 国外食用菌, 1991,(1):42~43.]
- [32] Liu Zhengyue. Study of Intergeneric Protoplasm fusion in *P. ostreatus* and *Lentinula edodes* [J]. *Journal of Heredity*. 1991,12(5):46~48.[刘振岳等. 平菇与香菇属间原生质体融合研究[J]. 遗传学报, 1991,12(5):46~48.]
- [33] Liu Zhengyue. Report of cell engineering strain PingxiangNo.1 breeding[J]. 1995,(6):7~8.[刘振岳等. 细胞工程株平香1号培育简报[J]. 食用菌, 1995,(6):7~8.]
- [34] Xiao Zaiqin, Tan Wei. Study of Interspecific Protoplasm fusion in *Flammulina velutipes* and *P. sajor-caju* [J]. *Acta Edulis Fungi*. 1998,5(1):6~12.[肖在勤, 谭伟. 金针菇与凤尾菇种间原生质体融合研究[J]. 食用菌学报, 1998,5(1):6~12.]
- [35] Eguchi-F(Japan). Production of new species of edible mushrooms by protoplasts fusion inethol[J]. *Journal of the Japan wood Research Society*. 1993,39(7):98~102.
- [36] Ma Aimin. RAPD analysis of *Agaricus bisporus* Protoplasm Homokaryotic and crossing heterokaryon[J]. *Acta Edulis Fungi*. 1998,5(3):1~5.[马爱民. 双孢蘑菇原生质体同核体及杂交异核体的RAPD分析[J]. 食用菌学报, 1998,5(3):1~5.]
- [37] Tan Qi. New *Lentinula edodes* strain ShengxiangNo.8 breeding by monokaryotic Protoplasm crossing [J]. *Acta Edulis Fungi*. 1999,6(2):25~28.[谭琦. 用单核原生质体杂交育成香菇新菌株申香8号[J]. 食用菌学报, 1999,6(2):25~28.]
- [38] He Zhiyong. Improvement of culture condition of *Lentinula edodes* Protoplasm Fusion strain[J]. *Acta Edulis Fungi*. 2000,7(1):8~10.[何志勇. 香菇原生质体融合菌株培养条件的优化[J]. 食用菌学报, 2000,7(1):8~10.]
- [39] Zheng Linyong, Peng Weihong, Xiao Zhaiqin, Tan Wei, et al. A Brief on Breeding of Jinfeng2-1 Using Protoplast Fusion Technique. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*. 1998,11(Special Issue):160~162.[郑林用, 彭卫红, 肖在勤, 谭伟, 等. 食用菌科间融合新品种“金凤2-1”选育研究初报[J]. 西南农业学报, 1998,11(院庆专辑):22~26.]
- [40] Tan Wei, Zheng Linyong et al. Advances in research on application of protoplast fusion technique in mushroom breeding. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*. 2001,14(Suppl):120~123.[譚偉. 原生质体融合技术在食用菌育种上的应用研究进展[J]. 西南农业学报, 2001,14(增):120~123.]

- [41] Li Changxiang, Min Yixing. Bag culture technique by means of sterilized material on *P. ostreatus* [J]. *Journal of Sichuan Agricultural Sciences and Technology*. 1987, (3):41~42. [李昌祥, 闵怡行. 平菇熟料袋栽高产栽培技术[J]. 四川农业科技, 1987, (3):41~42.]
- [42] Tang Liacheng, Min Yixing. Growing *P. sajor-caju* on raw paddy straw in field[J]. *Journal of Sichuan Agricultural Sciences and Technology*. 1984, (3):45. [汤家成, 闵怡行. 稻草生料大田栽培凤尾菇[J]. 四川农业科技, 1984, (3):45.]
- [43] 闵怡行, 周世锦. 平菇大田周年栽培试验[J]. 食用菌, 1985, (4):17~19. Min Yixing, Zhoushijin. Experiment for growing *P. ostreatus* in field in a year[J]. *Edible Fungi*. 1985, (4):17~19. [汤家成, 闵怡行. 稻草生料大田栽培凤尾菇[J]. 四川农业科技, 1985, (4):17~19.]
- [44] Min Yixing. Pest and disease control on *P. ostreatus*[J]. *Journal of Sichuan Agricultural Sciences and Technology*. 1986, (4):14~15. [闵怡行. 平菇病虫害防治[J]. 四川农业科技, 1986, (4):14~15.]
- [45] Qi Heyi. Sterilization inspection in liquid spawn on *P. ostreatus* [J]. *Edible Fungi*. 1984, (3):7. [祁和意. 平菇液体种子无菌检验[J]. 食用菌, 1984, (3):7.]
- [46] Chen Yinhua, Qi Heyi, Zeng Yabo. Experiment of preserving spawn on *P. ostreatus* [J]. *Edible Fungi*. 1987, (6):10~11. [陈英华, 祁和意, 曾亚波. 平菇菌种保藏方法试验[J]. 食用菌, 1987, (6):10~11.]
- [47] Tan Wei, Xiao Zaiqin. Report of high-yielding technique of new variety Jinfeng2-1[J]. *Journal of Sichuan Agricultural Sciences and Technology*. 2001, (6):13. [谭伟, 肖在勤. 如何挖掘食用菌新品种金凤2-1的增产潜力[J]. 四川农业科技, 2001, (6):13.]
- [48] Liu Fangxiu, Zhang Dan. Domestication of *G. frondosa*[J]. *Edible Fungi*. 1988, (3):6~7. [刘芳秀, 张丹. 灰树花人工驯化栽培技术[J]. 食用菌, 1988, (3):6~7.]
- [49] Tan Wei, Huang Wenpei. A morphology study in fruiting body form of *Dictophora mushroom* [M]. Domesticated cultivation of *Dictophora mushroom* in China. Shanghai Shanghai Science and Technology Press, 1992, 30~33. [谭伟, 黄文培. 竹荪子实体形成过程形态学初探[M]. 中国竹荪驯化栽培大观, 上海: 上海科学技术出版社, 1992, 30~33.]
- [50] Tan Wei, Tang Limin. The Fruit Form of *Dictyophorn indusiata* and Its Microstrure [C]. Paper abstract of forth national academic conference about edible fungi of China. Kunming: Plant society and fungi society of China. 1990, 122. [谭伟, 唐利民. 竹荪子实体形态及显微结构[C]. 全国第四届食用菌学术讨论会论文摘要集(中国真菌学会), 1990, 122.]
- [51] Yasuto Tominaga, Tan Wei, Tang Limin. Life history of *Dictyophorn indusiata*[J]. *Bulletin of Hiroshima Agricultural College*. 1989, (8)4:743~756. [富永保人, 谭伟, 唐利民. キヌガサタケの生活史に関する研究[J]. 日本広島農業短期大学研究報告, 1989, (8)4:743~756.]
- [52] Yasuto Tominaga, Tang Limin, Tan Wei. Life history of *Dictyophorn multicolor*[J]. *Bulletin of Hiroshima Agricultural College*. 1989, (8)4:757~766. [富永保人, 唐利民, 谭伟. ウスキキヌガサタケの生活史に関する研究[J]. 日本広島農業短期大学研究報告, 1989, (8)4:757~766.]
- [53] Tan Wei. Compare study of indoor cultivation method of *Dictyophorn duplicata*[J]. *Acta Edulis Fungi*. 1995, 2(1):36~42. [谭伟. 短裙竹荪室内栽培法比较研究初报[J]. 食用菌学报, 1995, 2(1):36~42.]
- [54] Tong Yunxia, Tan Wei. Substitute culture technique of *Dictyophorn indusiata* in forest[J]. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*. 1992, 5(2):55~62. [童云霞, 谭伟等. 野外林间袋料栽培竹荪技术研究[J]. 西南农业学报, 1992, 5(2):55~62.]
- [55] Tong Yunxia, Tan Wei. Experiment of growing time of *Dictyophorn indusiata* in forest[M]. Domesticated cultivation of *Dictyophora mushroom* in China. Shanghai Shanghai Science and technology Press, 1992, 230~232. [童云霞, 谭伟. 林间栽培竹荪播种期试验[M]. 中国竹荪驯化栽培大观, 上海: 上海科学技术出版社, 1992, 230~232.]
- [56] Tong Yunxia, Tan Wei. Report of Substitute culture technique of *Dictyophorn indusiata* in forest[J]. *Journal of Sichuan Agricultural Sciences and Technology*. 1990, (1):26. [童云霞, 谭伟. 野外林间代料栽培竹荪初报[J]. 四川农业科技, 1990, (1):26.]
- [57] Tong Yunxia, Tan Wei. Experiment report of growing time of *Dictyophorn indusiata* in forest[J]. *Journal of Sichuan Agricultural Sciences and Technology*. 1990, (5):28. [童云霞, 谭伟. 林间代料栽培竹荪播种期试验初报[J]. 四川农业科技, 1990, (5):28.]
- [58] Tan Wei. Selection experiment of culture medium of *Dictyophorn indusiata*[J]. *Edible Fungi*. 1998, (3)20:25~26. [谭伟. 竹荪培养基质配方筛选试验[J]. 食用菌, 1998, (3)20:25~26.]
- [59] Wang Bo. Cultivation experiment of *Ausculasia polytsicha* on different material[J]. *Edible Fungi*. 1987, (6):16. [王波. 不同培养料栽培黄背木耳试验[J]. 食用菌, 1987, (6):16.]
- [60] Tan Wei. Key technique of spawn production of *Ausculasia polytsicha*[J]. *Edible Fungi*. 1997, 19(4):17. [谭伟. 毛木耳优质菌种生产关键技术[J]. 食用菌, 1997, 19(4):17.]
- [61] Tan Wei, Shu Zhan. Study of culture characteristic on 12 *Lentinula edodes* strains[J]. *Bulletin of soil and agrochemistry*. 1997, (4)12:57~60. [谭伟, 舒展. 十二个香菇菌株培养特性研究[J]. 土壤农化通报, 1997, (4)12:57~60.]
- [62] Tan Wei. New production technique of fresh *Lentinula edodes* in Sichuan[J]. *Edible Fungi*. 2000, 22(5):28~29. [谭伟. 四川鲜香菇生产新技术[J]. 食用菌, 2000, 22(5):28~29.]
- [63] Tan Wei, Zheng Linyong. VCD disc film of New production technique of *Lentinula edodes*[Z]. Recording and Publishing by Organization department of Sichuan Committee *et al.* 2000. [谭伟, 郑林用(解说词、技术顾问). 香菇袋料生产新技术 VCD 科教片[Z]. 四川省委组织部组织, 成都市委、金牛区委、彭州市委组织部联合摄制. 2000.]
- [64] Tan Wei. Damage of *Bulgaria inquinans* on culture wood[J]. *Edible Fungi of China*. 1995, 14(1):20. [谭伟. 胶陀螺及其对菇

- 木的危害[J]. 中国食用菌, 1995, 14(1): 20.]
- [65] Min Yixing. Artificial cultivation of *Flammulina velutipes* [J]. *Journal of Sichuan Agricultural Sciences and Technology*. 1983, (4): 46~47. [闵怡行. 人工栽培金针菇[J]. 四川农业科技, 1983, (4): 46~47.]
- [66] Tan Wei, Zheng Linyong. Isolation and Identification of *Oudemansiella radicata* [J]. *Acta Edulis Fungi*. 2000, 7(2): 26~30. [谭伟, 郑林用. 长根金钱菌的分离与鉴定[J]. 食用菌学报, 2000, 7(2): 26~30.]
- [67] Tan Wei, Zheng Linyong. Effect of temperature and pH and moisture content of medium on the mycelium growth of *Oudemansiella radicata* [J]. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*. 2001, 14(4): 75~78. [谭伟, 郑林用. 温度、酸碱度和基质含水量对长根奥德蘑菌丝生长的影响[J]. 西南农业学报, 2001, 14(4): 75~78.]
- [68] Tan Wei, Zheng Linyong. The effect of six carbon and nitrogen sources on mycelium growth of *Oudemansiella radicata* [J]. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*. 2001, 14(3): 109~111. [谭伟, 郑林用等. 六种碳源和氮源对长根奥德蘑菌丝生长的影响[J]. 西南农业学报, 2001, 14(3): 109~111.]
- [69] Tan Wei. A Study on the Biological Characteristics of *Oudemansiella radicata* [J]. *Acta Edulis Fungi*. 2001, 8(3): 16~22. [谭伟. 长根金钱菌生物学特性研究[J]. 食用菌学报, 2001, 8(3): 16~22.]
- [70] Tan Wei, Zhang Wei. Selection of suitable culture media for *Oudemansiella radicata* [J]. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*. 2001, 14(Suppl): 129~131. [谭伟, 张伟. 长根奥德蘑菌培养基筛选试验[J]. 西南农业学报, 2001, 14(增): 129~131.]
- [71] Tan Wei. Key cultivation technique of *Oudemansiella radicata* [J]. *Journal of Sichuan Agricultural Sciences and Technology*. 2001, (10): 20. [谭伟. 长根金钱菌关键栽培技术[J]. 四川农业科技, 2001, (10): 20.]
- [72] Tan Wei. Cultivation technique of *Ganoderma lucidum* by means of sterilized short log wood [J]. *Journal of Sichuan Agricultural Sciences and Technology*. 2001, (11): 18. [谭伟. 短段木熟料栽培灵芝技术[J]. 四川农业科技, 2001, (11): 18.]
- [73] Tan Wei, Guo Yong. A preliminary report on chemical controlling test of *Agrolium agrestis* on *Ganoderma lucidum* [J]. *Journal of Sichuan Forestry Science and Technology*. 2001, 22(3): 27~29. [谭伟, 郭勇. 化学药剂防治野蛞蝓对灵芝的危害[J]. 四川林业科技, 2001, 22(3): 27~29.]
- [74] Tan Wei. Study of damage and control of *Agrolium agrestis* on *Ganoderma lucidum* [J]. *Edible Fungi*. 2002, 24(2): 37~38. [谭伟. 野蛞蝓对灵芝的危害及防止措施研究, 食用菌, 2002, 24(2): 37~38.]
- [75] Zheng Linyong. Present situation and development strategy of edible fungi industry in China [R]. Report in academic conference of Sichuan edible fungi, Annual meeting of agricultural microorganism of Sichuan microorganism society, 2002. [郑林用. 中国食用菌产业现状及其发展对策[R]. 四川省食用菌学术研讨会学术报告. 雅安: 四川省微生物学会农业微生物年会, 2002.]

Review of the Edible Fungi Research Progress in Sichuan Province in Recent 20 Years and Prospects in the Future

TAN Wei

(Key Lab for Agricultural Resources and Environment of Upper Reaches of Yangzi River of Ministry of Agriculture, Soil and Fertilizer Institute, Sichuan Academy of Agriculture Sciences, Chengdu, 610066)

Abstracts: In late 1970s, edible fungi had already studied in Sichuan Province, but there was no document found until 1983. In the past 20 years, research methodologies were developed, such as introduces, naturalize, high-yield cultivation techniques, diseases and insect pest prevention and control and protoplast fusion technique for breeding new edible fungi variety. There were 12 new varieties had been breed, 13 results achieved and among them 7 awarded government medal. The second invention medal of country science was the highest award. The author suggest that we must strengthen the capacity of protecting and making rational use of wild resources, pay attention to the new varieties' and new technique's research and their application, speed up the step for processing research. At the same time the suitable strategies for developing Sichuan edible fungi industrial must be studied.

Key words: Sichuan; edible fungi; review; prospects