

# 基于 GIS 的雅江县松茸适宜性分布研究

巫明焱<sup>1,2</sup>, 董光<sup>1,2</sup>, 何兰<sup>1,2</sup>, 青亚兰<sup>1,2</sup>, 程武学<sup>1,2</sup>

(1. 四川师范大学 地理与资源科学学院中心实验室, 四川 成都 610101;

2. 四川师范大学 西南土地资源评价与监测教育部重点实验室, 四川 成都 610068)

**摘要:**以雅江县为研究对象,基于土地利用数据、高程数据、林业二调数据、土壤数据、气温降雨数据,采用 GIS 空间分析方法,研究松茸在雅江县的适宜分布区域,并对研究结果进行野外验证并修正。结果表明:雅江适宜松茸生长的区域面积约 370.08 km<sup>2</sup>,占县域面积的 4.88%,主要分布在河口镇、八脚楼乡、呷拉镇、米龙乡等区域;另适宜区分级结果表明松茸生长的适宜区、较适宜区、最适宜区面积分别约为 4.32、291.36、74.40 km<sup>2</sup>,分别占适宜区总面积的 1.17%、78.73%、20.10%。该研究结果对区域松茸的合理保护与利用具有重要意义。

**关键词:**松茸;食用菌;地理信息系统;生长因子;适宜性

**中图分类号:**Q 949.91 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)21-0197-09

松茸(*Tricholoma matsutake*)属口蘑科口蘑属,学名松口蘑,又称松覃、松菇、松菌、青杠菌等,是一种名贵、濒危的野生食用菌。菌盖 4~10 cm,中凸,扁半球形至近平展,中央有丘状突起,盖表不粘,中央栗褐色,具有褐色鳞片,盖缘渐淡,盖肉厚,向缘渐薄<sup>[1]</sup>。松茸具有很高的药用价值、食用价值和经济价值,其富含多种氨基酸和维生素,不仅有益身体健康,还能治疗糖尿病,具有抗癌作用。近年来,松茸类食用菌受市场需求及生长环境的影响,产量逐年减少。松茸属于全球最稀有、数量最少、分布最狭窄的物种之一<sup>[2]</sup>。松茸属于共生性菌根真菌,其对生长环境的要求极高,目前还无法做到人工培育,该物种已被列入国家濒危

保护物种名录。

我国松茸有 5 个种 1 个变种,分布在大兴安岭、吉林、四川、云南、西藏等地<sup>[3]</sup>。雅江县隶属四川省甘孜藏族自治州,该地生长的真菌多达 100 多种,其中松茸作为当地主要盛产的真菌之一,每年的产量高达 500 t 以上,作为盛产松茸的大县,该县被中国食用菌协会授予“中国松茸之乡”,其产品“雅江松茸”通过地理标志商标审定。

目前,国内外对于松茸适宜生长的土壤、气候、环境、区域等方面有了一些初步的研究成果。袁天凤等<sup>[4]</sup>对于松茸的地理分布与生态研究进行了进一步的分析,提供了很好的松茸研究基础。李小林等<sup>[5]</sup>通过试验研究了生态环境因子对四川松茸菌塘土壤微生物的影响,一定程度揭示了松茸生长地的环境影响因素。李强等<sup>[6]</sup>通过对比研究全国 22 个松茸主产区,确定了松茸生长的适宜生态因子。但对于松茸的分布研究都是粗略范围的估测,没有详细的生长区界和生长面积的测量,也没有对松茸生长地进行适宜性等级评估,缺乏坚实的理论支撑以实现对珍贵的松茸资源的合理开发与利用。该研究以四川省雅江县为例,以遥感影像、林业相关数据、DEM、气候、土壤等为主

**第一作者简介:**巫明焱(1992-),男,硕士研究生,研究方向为遥感与 GIS 理论技术及应用。E-mail: image715@fox-mail.com.

**责任作者:**程武学(1980-),男,博士,副教授,研究方向为生态遥感。E-mail: 398000938@qq.com.

**基金项目:**国家自然科学基金资助项目(41371125);四川省科技厅资助项目(2017JY0155);四川省教育厅资助项目(13ZA0148)。

**收稿日期:**2017-07-18

要数据源,通过理论的总结与实地考察结合的方式,利用 ENVI 5.3 软件的数据处理功能和 ARC-GIS 10.2 软件的空间分析功能,建立研究区的适宜分布区域,根据研究区的松茸生长因子适宜程度,划分松茸生长地的区域适宜等级,旨在为松茸的合理开发与利用提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区概况

雅江县隶属四川省甘孜州,位于四川省甘孜藏族自治州南部,位于北纬  $29^{\circ}03'$ ~ $30^{\circ}30'$  与东经  $100^{\circ}19'$ ~ $101^{\circ}26'$ ,地处川西北丘状高原山区,横断山脉中段,大雪山脉与沙鲁里山脉之间的山原地带,地势北高南低<sup>[7]</sup>。雅砻江由北向南纵贯全境,将全县深切为东西两半,河流深切,山体高大,谷坡陡峻,坡度平均在  $40^{\circ}$  以上,河床狭窄。全境地势东西高,中间低,北部高,南部低,岭谷高差 2 500 m 以上。全县幅员面积 7 854.5 km<sup>2</sup>,辖 3 镇 14 乡、113 个行政村。雅江县属亚热带气候,但地处青藏高原,受青藏高原复杂的地形及西风南支流和西南季风的影响,又表现出川西高原季风气候的特点。全年气温年较差较小,日较差较大,无霜期短。阳光充足,夏季雨量集中,干湿季节分明,气温和降水在垂直方向上分布存在明显差异。历年平均气温  $10.9^{\circ}\text{C}$ ,历年极端最高气温极值  $35.8^{\circ}\text{C}$ ,年极端最低气温  $-10.7^{\circ}\text{C}$ ,历年平均降水量 783.2 mm,历年平均日照时数 1 973.6 h。

雅江县的植被树种有高山栎、冷杉、云杉、高山松、桦等,森林覆盖率达 60.85%。菌类有松茸、鹿菌、猴头菇、鸡油菌、木耳等多种野生菌类。大型真菌有 196 种,其中食用菌 126 种,药用菌 48 种,含抗癌成分的菌类有 84 种。该县野生大型真菌种质资源丰富,松茸资源就是该区域主要特产之一。

### 1.2 数据来源

该研究的数据主要包含:①雅江县 TM、ETM 遥感影像,数据来源于地理空间数据云(<http://www.gscloud.cn/>);②雅江县高程数字模型(Digital Elevation Model, DEM),空间分辨率 30 m×30 m,数据来源 USGS(<http://glovis.usgs.gov/>);③林业相关数据,来源于该区域林业

部门及实地调研测量;④土壤数据,来源于该区域林业部门及西南土地资源评价与监测教育部重点实验室;⑤气候数据,来源于国家气象局气象数据库(<http://www.cma.gov.cn/>)及研究区气象部门;⑥手持 GPS 数据及野外实测数据。

### 1.3 研究方法

松茸是一种共生性真菌,其对生长环境的要求极高,不仅受生长地海拔的影响,还与共生环境的树种有很大的关系,另外还受气温、降雨量、空气湿度、坡度、坡向及生长地的土壤等因子的影响。该研究将通过 GIS 技术分析影响松茸生长的各类因子,建立合适的松茸生长区范围,并通过分析各因子建立一定的松茸生长地适宜等级。该研究的技术路线见图 1,具体方法如下。

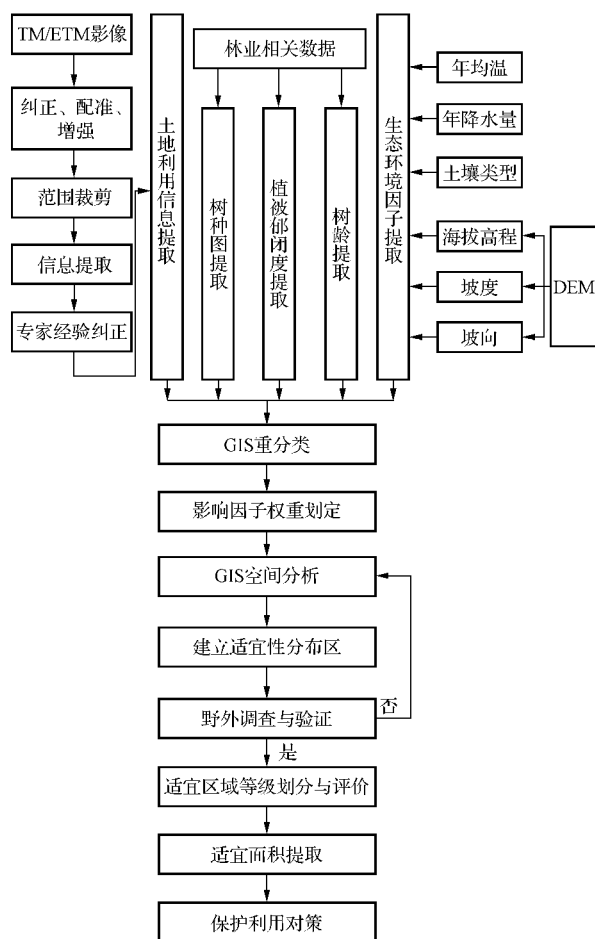


图 1 研究区技术路线

Fig. 1 Technology route of study area

1) 利用 ENVI 5.3 软件对雅江县 TM 遥感影像数据进行前期预处理, 建立合适的分类模型, 利用决策树的分类方法及目视解译的方法产生研究区域的土地利用数据, 并进行精度验证。

2) 根据获取及实测的林业数据, 利用 ARCGIS 10.2 软件提取研究区符合松茸生长的树种数据、郁闭度数据、树龄数据。

3) 雅江县松茸生长环境因子的筛选与分类, 并根据研究结果赋予各因子一定的影响权重。

4) 利用 ARCGIS 10.2 软件的空间分析功能, 根据各影响因子获取雅江县松茸生长的适宜分布区。

5) 野外实地调查与验证, 对于不正确的区域及时采集相关数据纠正及再分析。

6) 划分雅江县松茸适宜生长区域适宜等级, 并提取各适宜区域的面积。

7) 提出雅江县松茸合理的保护及利用对策。

## 2 结果与分析

### 2.1 松茸生长影响因子信息提取

#### 2.1.1 土地利用信息提取

该研究利用决策树监督分类的技术对雅江县 TM 遥感影像进行解译<sup>[8]</sup>。首先利用 ENVI 5.3 软件对雅江县的遥感影像数据进行前期预处理, 包含辐射校正、几何校正、图像融合、拼接和裁剪; 其次对雅江县遥感影像进行图像增强和变换; 再次选取恰当的训练样本, 建立合适的决策树规则, 对前期预处理的遥感影像进行监督分类; 最后对分类的结果进行目视解译复核和精度验证。研究解译的雅江县土地利用结果精度达 89.6%, 符合该研究所需求的精度。最终雅江县土地利用现状如图 2 所示。

#### 2.1.2 适宜的高程信息提取

查阅相关资料、根据学者对于松茸生长地高程信息的分析研究, 不同环境条件下、不同地区的松茸生长地的海拔高度存在一定的差异。根据王莉等<sup>[9]</sup>对于甘孜州松茸生长地海拔高度的研究, 结合雅江县实地调研采样的松茸生长地的海拔信息及松茸生长的要求, 确定雅江县适宜松茸生长的海拔高度为 3 000~4 000 m。海拔高度是影响松茸生长比较重要的因子, 其海拔高度直接影响了松茸生长环境的优劣, 不仅对共生环境的植被生

长造成影响, 而且还对松茸共生环境的土壤产生作用。该研究利用 ARCGIS 10.2 软件对所获取的 30 m 精度的雅江县 DEM 进行高程信息提取, 获取雅江县适宜于松茸生长的海拔高度范围(图 3)。

#### 2.1.3 适宜的植被因子提取

松茸是一种共生性真菌, 因此其生长对于共生环境的树种有极大的依赖性。通过查阅微生物标本馆中松茸的有关记载信息, 结合李小林等<sup>[5]</sup>、蒋中海<sup>[10]</sup>对于松茸共生环境的树种研究, 并且根据雅江县松茸生长环境树种的实地调研, 确定雅江县适宜松茸生长环境的树种是高山栎林、黄背栎林、高山栎与高山松混交的树林, 这也是影响松茸生长的必要条件之一。另外, 松茸对共生环境的要求极为苛刻, 共生环境树种的树龄也是影响松茸生长的因素, 一定成熟度的树才能产生落叶, 形成松茸发育的环境; 还有树种的植被覆盖郁闭度会影响松茸共生环境的土壤接受阳光照射的程度, 以影响松茸生长菌塘的温度变化。根据曾先富等<sup>[11]</sup>的研究及查阅相关资料, 确定雅江县松茸生长适宜的树种树龄为 30~80 年, 适宜的树种郁闭度为 50%~80%。该研究利用 ARCGIS 10.2 软件, 根据松茸生长环境适宜的树种结合前面提取的雅江县土地利用信息中的林地信息, 提取出适宜松茸生长的树种分布范围(图 4), 同理提取出适宜松茸生长的树龄信息和郁闭度信息。

#### 2.1.4 适宜的气候因子范围提取

雅江县松茸生长的季节一般是每年的 7—9 月, 盛产期是 8 月上旬。因此该段时期的温度和降水是影响松茸生长的重要因素, 足够的降水能够保证落叶层和土壤层的湿润, 为松茸提供良好的菌塘环境, 适宜的早晚温差能够促进松茸菌丝的发育。雅江县处于高山河谷地带, 松茸产期早晚温差较大, 因此只要适宜的温度和充足的降水环境就能促进松茸的发育生长。根据李维国<sup>[12]</sup>和杨民和等<sup>[13]</sup>对于松茸生长菌丝温度的研究及资料查阅, 确定雅江县适宜松茸生长的月均温为 6~26 °C, 适宜菌丝发育的最佳月均温度为 22~24 °C; 根据陈光丽等<sup>[14]</sup>对适宜松茸生长气候的研究及结合雅江县实际月均降雨量与松茸产量的分析, 确定雅江县适宜松茸生长的平均月降雨量为 600~800 mm。利用 ARCGIS 10.2 软件分别提取出适宜松茸生长的温度和降雨范围。

### 2.1.5 适宜的土壤因子范围提取

土壤是松茸发育的重要场所,松茸菌丝的生长喜好酸性环境,土壤 pH 在 4.5~6.0 较适宜松茸的发育生长,因此松茸生长的场所对土壤类型也有一定的要求。根据傅伟杰等<sup>[15]</sup>对松茸生长地土壤环境的研究,结合雅江县实际存在的土壤类型,确定雅江县适宜松茸生长的土壤类型为山地棕壤和灰棕土壤,然后利用 GIS 技术提取适宜松茸生长的土壤类型范围。

### 2.1.6 适宜的坡度坡向范围提取

松茸生长的环境与光照密切相关,根据当地调研松茸生长的环境及查阅资料,松茸一般在阳坡和半阳半阴坡生长的更好,因而确定适宜松茸生长的坡向为西南坡、南坡、西北坡、东坡、东南坡、西坡,其中西南坡和南坡最适宜松茸的生长。调查发现松茸生长环境的坡度范围较广,一般在缓、斜、陡、急的坡度均有生长,确定雅江县适宜松茸生长的坡度为 6°~50°,但是在坡度 16°~35°生长的松茸较多。利用 GIS 技术分别提取雅江县适宜松茸生长的坡度和坡向范围。

## 2.2 松茸适宜性分布与评价

### 2.2.1 松茸适宜分布范围

松茸的生长受生态环境因子和共生环境因子的相互作用,综合分析影响松茸生长的各类因子,其中树种和海拔高程对于松茸的生长影响最大,其次还受共生环境的土壤类型、降水、气温、坡度、坡向、树种的郁闭度、树龄等的影响。综合所提取的各类影响因子的分布范围,利用 GIS 空间分析中的叠加分析实现满足各类因子控制下的松茸的适宜生长区域,最后获得雅江县松茸适宜生长分布范围(图 5)。

研究表明,雅江县松茸适宜生长的区域主要分布在县域的中部、北部和南部。从分布的地理位置看,松茸适宜生长的主要区域有瓦多乡、木绒乡、普巴绒乡、呷拉镇、八脚楼乡、河口镇、米龙乡、麻朗错乡、西俄洛乡、恶古乡、德差乡、八依绒乡、牙衣河乡、波斯河乡。另外,红龙乡和祝桑乡有少量区域适宜松茸生长。该研究结果与实地调研验证的松茸生长区域很吻合。

### 2.2.2 松茸适宜生长区结果验证

根据研究所得结果,结合前期实地调查总结的结论,再次对松茸适宜分布区的结果进行采样

验证,因松茸采收期在每年的 7—9 月,故验证该研究结果也必须在该段时间内才有效。该验证利用手持 GPS 机采集点辅助验证,对于该研究中松茸适宜生长区和不适宜生长区分别进行精度验证,通过采样点的记录及时纠正与更新研究成果。选样点采用均匀分布研究结果区且符合实地核验条件的原则,并且验证区域以选样点为中心,按照 20 m×20 m 为验证单元范围进行核对并验证松茸的存在性。通过实地再次采样及验证,该研究对于松茸适宜性分布的研究成果的验证精度达 92.86%,验证结果如表 1 所示。

### 2.2.3 松茸适宜生长区分级与测算

影响松茸生长的因子较多,该研究采用总结已有研究成果和实地调研验证结合的方式,探究松茸对不同影响因子的适宜程度,划定影响松茸生长的因子的权重,对适宜松茸生长的区域进行综合的分类定级,实现对松茸适宜生长区的精确管理与研究。

通过研究调查发现,影响松茸生长的因子主要是树种和海拔高度,其次受土壤类型、坡度、坡向、月均温度、月降水量、树种郁闭度、树龄等因子的影响。通过资料论证研究并结合雅江县实地调研,将当地各类因子对松茸生长的影响按照不同程度分为不适宜、适宜、较适宜、最适宜,分别用 0、1、2、3 表示。各因子的具体分级如表 2 所示。

结合资料文献论证研究及实地调查验证,根据各因子对松茸生长的影响程度,分别赋予树种、海拔高度、土壤类型、坡度、坡向、月均温度、月降水量、树种郁闭度、树龄各因子权重为 0.3(限制条件)、0.2、0.2、0.05、0.05、0.05、0.05、0.05、0.05。利用加权叠加分析的方式实现对松茸适宜生长区域的分类定级。在总结已有分级计算的基础上通过计算每个像元栅格对应的各类因子的分级数与权重乘积的代数和实现评价该像元对应的区域对松茸生长的适宜程度,单个像元的分级值计算公式如下<sup>[16]</sup>。

$$V = \text{Round} \left( \sum_{i=1}^n Ri \times Wi, 0 \right) \quad (1)$$

其中  $V$  表示计算的像元的最终分级值,  $\text{Round}()$  函数表示对结果四舍五入取整,  $R$  表示该像元各因子分级值,  $W$  表示各影响因子权重值,  $i$  表示影响因子个数,  $\sum_{i=1}^n Wi = 1$ 。

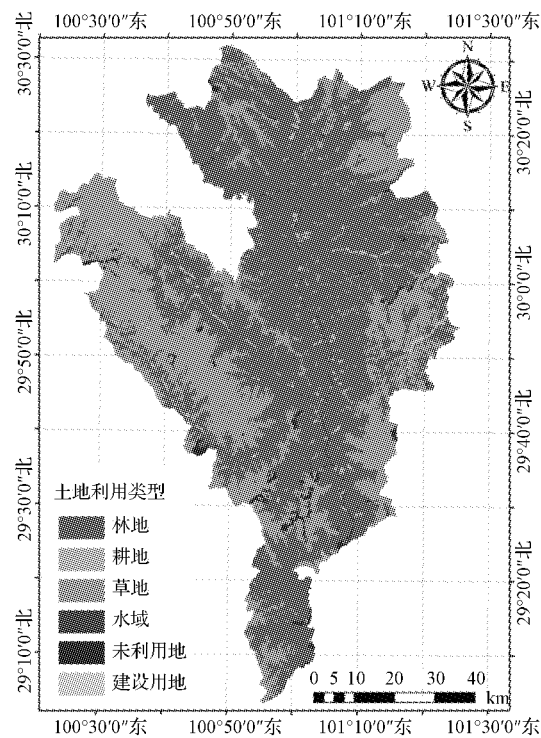


图 2 雅江县土地利用信息

Fig. 2 Land use information of Yajiang county

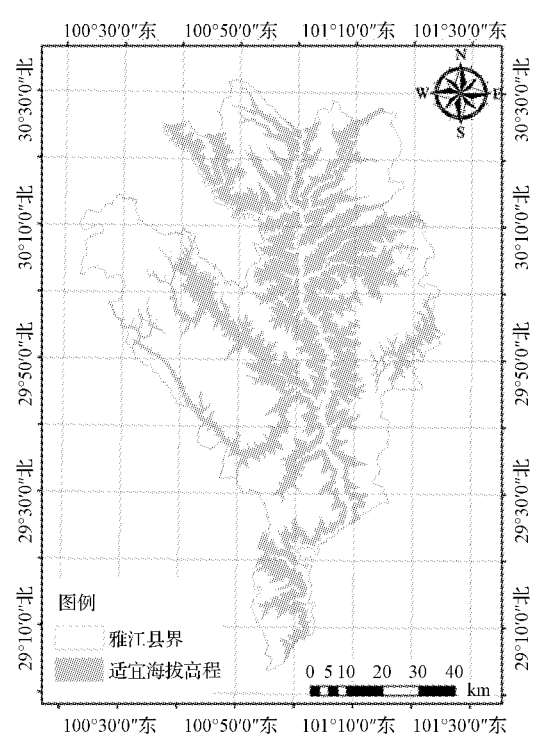


图 3 适宜高程范围提取

Fig. 3 Elevation of suitable distribution area

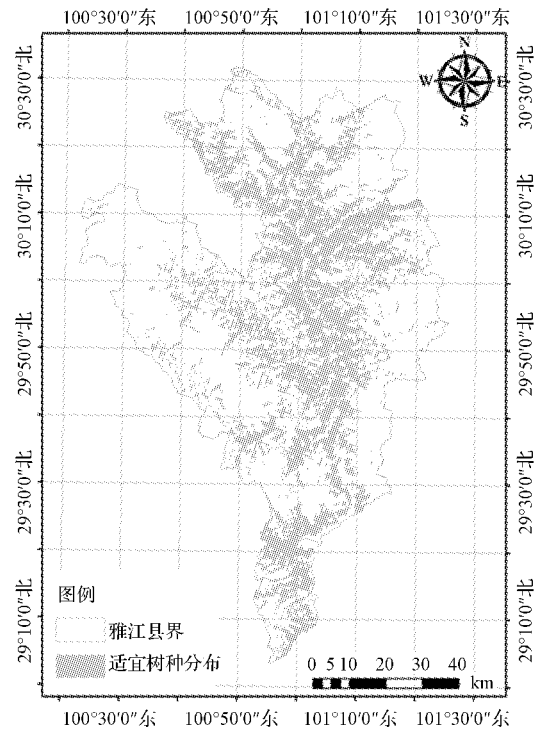


图 4 适宜树种范围提取

Fig. 4 Tree species of suitable distribution area

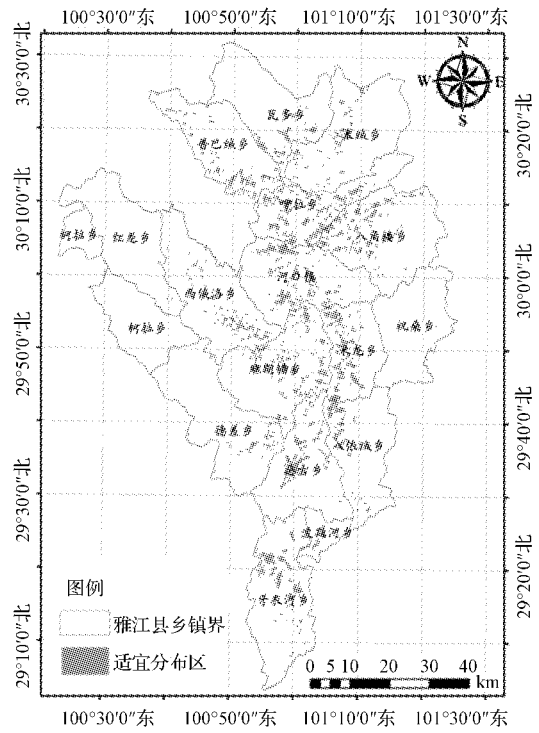


图 5 松茸适宜分布区域

Fig. 5 Suitable distribution area of *Tricholoma matsutake*

通过对影响松茸生长的各因子加权叠加分析,实现对松茸适宜生长区域的分级评价。最终松茸适宜生长区域结果如图6所示。

利用 Arcgis 10.2 软件对松茸适宜生长区的最终分级结果进行面积提取并统计,雅江县松茸适宜生长区域的总面积约 370.08 km<sup>2</sup>,占县域面积的 4.88%,适宜区分级结果表明松茸生长的适宜区、较适宜区、最适宜区面积分别约为 4.32、291.36、74.40 km<sup>2</sup>,分别占适宜区总面积的 1.17%、78.73%、20.10%。由表3可知,雅江县松茸适宜生长区域面积较大的乡镇主要有河口镇、八脚楼乡、呷拉镇、米龙乡,分别占雅江县松茸适宜生长区域总面积的 11.24%、11.15%、13.06%、10.12%,通过实地调查分析可知,这几个乡镇的树种主要是以高山栎为主的灌木,植被茂密,且海拔高度适宜松茸生长,松茸生长期该区域的气温暖和,降水充沛,因而适宜松茸生长的区域面积相对较多;而祝桑乡和柯拉乡主要受海拔高度影响,区域内松茸生长的必要共生树种高山栎相对较少,因而导致松茸适宜生长的区域面积

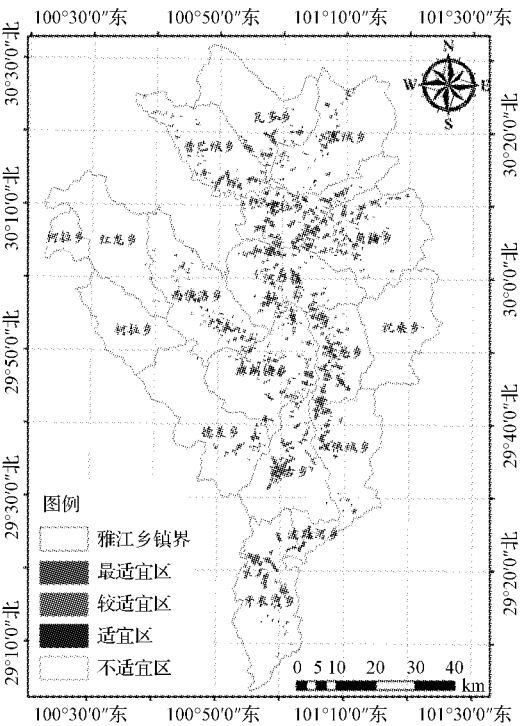


图6 松茸适宜分布区域分级  
Fig.6 Classification of suitable area

表1 松茸适宜分布区域结果验证结果  
Table 1 Verification of suitable growth area for *Tricholoma matsutake*

采样点 Sampling point	经度 Longitude (E)	纬度 Latitude (N)	海拔 Elevation/m	地点 Area	研究结果 Research results	验证结果 Verification results
1	101°09'42"	30°08'57"	3 468	八脚楼乡	存在	存在
2	101°11'16"	30°04'37"	3 414	八脚楼乡	存在	存在
3	101°05'31"	29°42'02"	3 450	八依绒乡	存在	存在
4	101°11'29"	29°28'09"	3 830	八依绒乡	存在	存在
5	101°08'55"	29°34'03"	3 810	八依绒乡	不存在	不存在
6	100°53'26"	29°37'03"	3 620	德差乡	存在	存在
7	101°01'26"	29°35'43"	2 935	恶古乡	存在	不存在
8	101°00'17"	29°33'59"	3 605	恶古乡	存在	存在
9	100°59'21"	30°04'49"	3 304	呷拉镇	存在	存在
10	101°06'25"	30°10'55"	3 642	呷拉镇	存在	存在
11	100°57'60"	29°57'19"	3 522	河口镇	存在	存在
12	101°00'42"	30°02'28"	2 554	河口镇	不存在	不存在
13	100°38'31"	30°01'43"	3 859	红龙乡	存在	存在
14	100°39'42"	29°52'23"	4 513	柯拉乡	不存在	不存在
15	101°01'49"	29°54'28"	3 527	麻朗错乡	存在	存在
16	100°54'58"	29°45'04"	4 525	麻朗错乡	不存在	不存在
17	101°00'55"	29°51'24"	3 692	麻朗错乡	不存在	存在
18	101°07'32"	29°51'21"	3 773	米龙乡	存在	存在
19	101°08'06"	30°19'35"	3 471	木绒乡	存在	存在
20	101°02'47"	30°14'18"	3 426	木绒乡	不存在	不存在
21	100°49'57"	30°13'24"	3 388	普巴绒乡	存在	存在
22	100°54'32"	30°17'56"	3 658	瓦多乡	存在	存在
23	101°02'35"	30°20'04"	3 387	瓦多乡	存在	存在

表 1(续)  
Table 1(Continued)

采样点 Sampling point	经度 Longitude (E)	纬度 Latitude (N)	海拔 Elevation/m	地点 Area	研究结果 Research results	验证结果 Verification results
24	100°51'24"	29°53'18"	3 516	西俄洛乡	存在	存在
25	100°46'35"	29°57'03"	3 588	西俄洛乡	存在	存在
26	100°56'18"	29°21'39"	3 587	牙衣河乡	存在	存在
27	101°00'47"	29°17'05"	3 716	牙衣河乡	存在	存在
28	101°17'52"	29°57'49"	4 475	祝桑乡	不存在	不存在

表 2  
Table 2  
雅江县松茸生长适宜性区划分类体系  
Classification of suitable growth area for *Tricholoma matsutake* in Yajiang county

适宜性 Suitability	等级 Grade	树种 Tree species	海拔 Elevation/m	土壤类型 Soil type	坡度 Slope	坡向 Aspect	月均温 Temperature/℃	月均降水量 Precipitation/mm	郁闭度 Canopy density	树龄 Tree age
最适宜	3	高山栎 黄背栎	3 200~3 700	山地棕壤	缓	南坡 西南坡	20~24	600~800	0.6~0.7	近熟林
较适宜	2	高山松与 高山栎混交	3 700~4 000		斜 陡	西北坡 东坡	6~20	300~600	0.5~0.6 或 0.7~0.8	成熟林
适宜	1	松、栎、 杜鹃混交	2 900~3 200		急	西坡 东南坡	24~30	600~1 000	0.8~1.0	中龄林
不适宜	0	其它	<2 900 或 >4 000	其它	平险	其它	其它	其它	其它	其它

表 3  
Table 3  
雅江县松茸适宜区域面积统计  
Statistics of suitable growth area for *Tricholoma matsutake* in Yajiang county

序号 Number	乡镇名 Township name	适宜区面积 Suitable area/km <sup>2</sup>	较适宜区面积 More suitable area/km <sup>2</sup>	最适宜区面积 Most suitable area/km <sup>2</sup>	适宜区总面积 Total area /km <sup>2</sup>	乡镇面积 Township area	占乡镇面积比 Percent /%	占适宜总面积比 Percent /%
1	河口镇	0.48	32.16	8.96	41.60	484.49	8.59	11.24
2	八脚楼乡	0.16	36.48	4.64	41.28	555.96	7.42	11.15
3	呷拉镇	1.12	35.20	12.00	48.32	367.12	13.16	13.06
4	普巴绒乡	0.32	18.24	2.88	21.44	421.32	5.09	5.79
5	瓦多乡	0.00	11.20	4.32	15.52	489.27	3.17	4.19
6	木绒乡	0.80	15.52	2.24	18.56	554.77	3.35	5.02
7	祝桑乡	0.00	0.16	0.00	0.16	414.66	0.04	0.04
8	米龙乡	0.32	28.80	8.32	37.44	306.33	12.22	10.12
9	红龙乡	0.00	0.64	0.00	0.64	458.18	0.14	0.17
10	西俄洛乡	0.00	14.40	7.04	21.44	531.28	4.04	5.79
11	麻朗措乡	0.32	24.96	8.96	34.24	522.56	6.55	9.25
12	八依绒乡	0.00	16.48	2.24	18.72	421.77	4.44	5.06
13	波斯河乡	0.00	1.28	3.52	4.80	89.86	5.34	1.30
14	牙衣河乡	0.48	26.24	3.36	30.08	527.61	5.70	8.13
15	德差乡	0.00	4.96	2.88	7.84	577.83	1.36	2.12
16	恶古乡	0.32	24.64	3.04	28.00	453.08	6.18	7.57
17	柯拉乡	0.00	0.00	0.00	0.00	412.03	0.00	0.00

很少。另外,从松茸的适宜分布区域可以看出,呷拉镇和米龙乡的适宜性面积占该乡镇面积的10%以上。通过调查验证和资料论证,以上结果和实际相符合。

### 3 结论及建议

该研究利用 GIS 技术与生物学真菌的相关知识结合,以雅江县的松茸生长为例,分析影响雅江松茸生长的影响因子,建立当地合适的松茸适宜生长区域分类定级标准,通过 GIS 加权叠加的方法,实现雅江县松茸适宜生长区域的分类定级和面积测算。该研究结果与历年雅江县松茸采收实际情况比较吻合,能够较好的反映雅江县松茸适宜生长区域,并且通过适宜生长区域及其面积能够初步估算松茸的单位面积产量和各乡镇松茸产量,另外也能为松茸的合理保护及利用提供一定的依据。

松茸是一种珍贵的食用菌,其合理的开发与利用是松茸资源可持续利用的关键。通过该研究,有以下建议:第一,松茸在河口镇、呷拉镇等乡镇有较大面积的分布,而该区域属于县城镇建设主要区域,因此建设时需特别注意保护周边山域的环境,避免污染影响松茸的生境;第二,根据松茸在县域内各地的适宜生长程度,重点保护松茸生长的适宜区域的周边环境,特别是适宜面积占适宜总面积比例和乡镇面积比例较大的呷拉镇和米龙乡,严禁乱砍滥伐;第三,根据松茸适宜生长的区域及区域不同等级的适宜面积估算,每年合理适量的采收松茸,保证松茸生长的菌塘环境完整,实现可持续发展利用。

### 参考文献

- [1] 臧穆. 松茸群及其近缘种的分类地理研究[J]. 真菌学报, 1990(2): 113-127.
- [2] AMEND A, FANG Z, YI C, et al. Local perceptions of matsutake mushroom management in NW Yunnan China[J]. Biological Conservation, 2010, 143(1): 165-172.
- [3] 张俊. 四川省雅江县松茸生长地土壤微生物多样性研究[D]. 成都: 四川农业大学, 2010.
- [4] 袁天凤, 段彬, 邱道持, 等. 松茸的地理分布与生态研究[J]. 中国食用菌, 2006(4): 14-17.
- [5] 李小林, 金鑫, 李强, 等. 生态环境因子对四川松茸菌塘土壤微生物的影响[J]. 应用与环境生物学报, 2015, 21(1): 164-169.
- [6] 李强, 陈诚, 李小林, 等. 松茸的适宜生态因子[J]. 应用与环境生物学报, 2016(6): 1096-1102.
- [7] 谭伟, 王春梅, 刘孝斌, 等. 川西高原特色优势产品: 雅江松茸[J]. 四川农业科技, 2013(7): 41.
- [8] 申文明, 王文杰, 罗海江, 等. 基于决策树分类技术的遥感影像分类方法研究[J]. 遥感技术与应用, 2007(3): 333-338.
- [9] 王莉, 彭培好, 刘贤安, 等. 四川省甘孜州松茸栖息地动态变化研究[J]. 长江流域资源与环境, 2013(8): 1043-1048.
- [10] 蒋中海. 中国松口蘑资源及繁殖技术的研究[J]. 中国食用菌, 2006(3): 8-12.
- [11] 曾先富, 郑林用, 熊维全, 等. 四川小金松茸生态调查初报[J]. 食用菌, 2009(6): 12-13.
- [12] 李维国. 腐殖酸对松茸菌丝生长的影响研究[J]. 微生物学杂志, 2005(5): 110-112.
- [13] 杨民和, 刘咏梅, 杨新美, 等. 松茸的菌丝分离及纯培养研究[J]. 华中农业大学学报, 1997(3): 66-70.
- [14] 陈光丽, 周德群, 杨永平, 等. 云南松茸产区出菇及其气象因子分析[J]. 植物分类与资源学报, 2011(5): 547-555.
- [15] 傅伟杰, 许广波, 杨淑荣, 等. 松茸发生地土壤条件的研究[J]. 土壤通报, 1997(6): 41-43.
- [16] 汤国安, 杨昕. ArcGIS 地理信息系统空间分析实验教程[M]. 2 版. 北京: 科学出版社, 2012.

## Suitable Distribution Area of *Tricholoma matsutake* in Yajiang County Based on GIS

WU Mingyan<sup>1,2</sup>, DONG Guang<sup>1,2</sup>, HE Lan<sup>1,2</sup>, QING Yalan<sup>1,2</sup>, CHENG Wuxue<sup>1,2</sup>

(1. Central Laboratory, Faculty of Geography and Resources Science, Sichuan Normal University, Chengdu, Sichuan 610101; 2. Key Laboratory of Land Resources Evaluation and Monitoring in Southwest, Ministry of Education, Sichuan Normal University, Chengdu, Sichuan 610068)



doi:10.11937/bfyy.20170895

## 茭白一年三熟栽培新技术

王来亮<sup>1</sup>, 马雅敏<sup>2</sup>, 周大云<sup>1</sup>, 邓曹仁<sup>2</sup>, 王 斌<sup>3</sup>

(1. 浙江省丽水市农业科学研究院, 浙江 丽水 323000; 2. 浙江省缙云县农业局, 浙江 缙云 321400;  
3. 缙云县昊禾茭白专业合作社, 浙江 缙云 321400)

**摘 要:**介绍一种利用单季茭和双季茭轮作, 实现茭白一年三熟的栽培新技术。其技术要点是将双季茭秋茭延后至9月定植, 利用大棚覆盖延长适生期, 于12月上旬前秋茭采收结束, 再于5月底前采收大棚夏茭; 6月翻耕茭田重新定植单季茭, 9月采收单季茭, 实现一年内采收三熟茭白, 较大幅度提高种植效益。

**关键词:**茭白; 一年三熟; 栽培技术

**中图分类号:**S 645.2 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2017)21-0205-04

茭白属禾本科菰属植物, 是我国特有的水生蔬菜, 分布广泛, 南从广东北至北京, 东从台湾西至四川均有种植, 但主要集中在长江中下游一带的浙江、江苏、上海、安徽等省<sup>[1]</sup>, 其中, 浙江栽培面积最大, 约有3万hm<sup>2</sup>, 占全国栽培面积的40%, 是浙江省栽培面积最大的水生蔬菜<sup>[2]</sup>。茭

白按感光性和采收时间可分为单季茭、双季茭两大类, 单季茭一年一熟, 一般于10月至翌年3月定植, 7—9月采收; 双季茭一般于7月定植, 10—11月采收一熟秋茭, 再于翌年5—6月采收一熟夏茭<sup>[3-4]</sup>。采用大棚栽培可使夏茭采收期提早, 在5月中下旬采收结束; 秋茭采用大棚秋延后栽培, 可以延长植株生育期, 提高秋茭产量<sup>[5]</sup>。不论是种植单季茭还是双季茭, 一年当中茭田均有几个月的空闲期。利用茭田空闲期与其它作物轮作、套种的报道较多<sup>[6]</sup>, 但形成规模种植的较少, 这与近年来茭白种植效益较好, 专业种植茭白的农户种植其它作物的积极性不高有关, 也与水旱轮作

**第一作者简介:**王来亮(1972-), 男, 浙江缙云人, 本科, 高级农艺师, 现主要从事蔬菜栽培技术与推广等工作。  
E-mail: jywlljn@163.com

**基金项目:**丽水市重点研发计划资助项目(2016ZDYF05); 遂昌县科技计划资助项目(20160512)。

**收稿日期:**2017-04-06

**Abstract:** Yajiang county was used as an example, based on the land use data, elevation data, forestry resources investigation data, soil data, temperature and rainfall data, using spatial analysis method in GIS to analyze the suitable distribution areas of *Tricholoma matsutake*, conducted a field validation of the results and corrected them. The results showed that *Tricholoma matsutake* resources were mainly distributed in Hekou town, Bajiaolou town, Gala town, Milong town and so on, and the suitable areas for *Tricholoma matsutake*'s growth were about 370.08 km<sup>2</sup> in Yajiang county, which was accounted for 4.88% of the total county area. Moreover, this study divided the suitable distribution areas of *Tricholoma matsutake* into three types: suitable areas, the more suitable areas, most suitable areas, and the area of them were 4.32 km<sup>2</sup>, 291.36 km<sup>2</sup>, 74.40 km<sup>2</sup>, which were accounted for 1.17%, 78.73%, 20.10% of the total suitable area. The results could provide reasonable basis for *Tricholoma matsutake*'s protection and utilization.

**Keywords:** *Tricholoma matsutake*; edible fungi; geographic information system; growth factor; suitability