

云南作物资源特征特性及生态地理分布研究

XIII 稻抗病性资源的多样性分布研究

杨忠义¹, 苏艳², 刘义富³, 卢义宣³, 刘晓利³, 奎丽梅³, 陈晓艳¹, 曹永生⁴

(¹云南省农业科学院生物技术与种质资源研究所, 昆明 650223; ²云南省农业科学院质量标准与检测研究所, 昆明 650205;

³云南省农业科学院粮食作物研究所, 昆明 650205; ⁴中国农业科学院作物科学研究所, 北京 100081)

摘要:基于云南丰富的稻作生境和多样的稻种资源, 分析了稻瘟病(苗瘟、叶瘟、穗颈瘟)和白叶枯病综合抗病性及多样性在不同气候类型、各类稻区和气温中的差异表现, 其主要结果有: 稻抗病性多样性富集程度与气候环境因素关系密切, 其中温度对抗病性多样性影响较大; 抗病性多样性指数从南亚热带→中亚热带→北亚热带→北热带→南温带→中温带→北温带逐渐减小, 反之增大; 气候带可分为多样性富集区(南亚热带、中亚热带、北亚热带、北热带和南温带)和多样性低富集区(中温带和北温带), 其中南亚热带是抗病性多样性最为富集的气候带; 温度是影响稻抗病性多样性主要因子, $18 \pm 1^\circ\text{C}$ 是稻抗病性多样性富集程度变化的分度点, $13.1 \sim 21.0^\circ\text{C}$ 之间为抗病性多样性的富集区。此外, 挖掘了 24 份值得研究利用的优异稻抗病资源。

关键词: 稻种资源; 抗病性; 多样性; 生态地理分布

Characteristics and Geographical Distribution of Yunnan Crops Resources

XIII. Study on Distribution Diversity of Rice Germplasm in Disease Resistance

YANG Zhong-yi¹, SU Yan², LIU Yi-fu³, LU Yi-xuan³, LIU Xiao-li³,

KUI Li-mei³, CHEN Xiao-yan¹, CAO Yong-sheng⁴

(¹Biotechnology and Genetic Germplasm Institute, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming 650223; ²Quality

Standard and Testing Technology Institute, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming 650205;

³Food Crops Institute, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming 650205; ⁴Institute of
Crop Sciences, CAAS, Beijing 100081)

Abstract: There were diverse rice germplasm in Yunnan province for its diverse environmental types of rice cultivations. The comprehensive anti-disease and anti-disease diversity of rice blast (*Piricularia* seedlings, leaf blast, panicle blast) and bacterial leaf-blight of different rice germplasm were observed and analyzed. The results showed that the comprehensive disease resistance and disease resistance diversity were closely related to the environmental factors. Among all the factors, the temperature was the main influence factor for the disease resistance diversity. The diversity of disease resistance was South subtropical zone (SST) > Medium subtropical zone (MST) > North subtropical zone (NST) > North tropical zone (NT) > South temperate zone (ST) > Medium temperate zone (MT) > North temperate zone (NTS). The climate zones can be divided into diversity enrichment zone (SST, MST, NST, ST) and low diversity zone (MT and NTS), and the SST was the most enrichment zone. According to the temperature, the zones with $13.1 \sim 21.0^\circ\text{C}$ were the enrichment zones and $18 \pm 1^\circ\text{C}$ was the variety calibration point of

收稿日期: 2009-05-19 修回日期: 2009-10-14

基金项目: 国家科技基础条件平台重点项目(2005DKA31800-3); 云南省科技攻关及高新技术发展计划项目(2006NG03); 国家科技支持计划(2006BAD0101-1, 2006BAD0101-7)

作者简介: 杨忠义, 研究员, 主要从事稻作育种和农业资源与信息研究。E-mail: yangzhongyi99@126.com

苏艳, 实验师, 从事作物检测和农业资源与信息研究。贡献同第一作者

通讯作者: 曹永生, 研究员, 博导。E-mail: caoyys@mail.caas.net.cn

rice disease resistance diversity enrichment degree. In addition, it also excavated 24 elite disease resistance germplasm for research further.

Key words: Rice Germplasm; Disease Resistance; Diversity; Geographical Distribution

利用品种抗病性的遗传多样性混合间栽、持续控制病害是当今植物病害防治研究与应用的热点,选择抗性遗传背景差异大的品种混合栽培,能起到控病增产的作用^[1],在现有的资源中(特别是云南稻种资源)基本上都可以找到不同类型的抗性资源,如抗一种或多种病害种质、高抗性类型(免疫、高抗)和一般抗性类型(抗、中抗),如何利用抗性的遗传多样性则极为重要。因此,进一步研究稻抗病性的遗传多样性表现有着重要意义。关于稻种资源多样性的生态地理分布和本研究中涉及的两病(稻瘟病和白叶枯病)已进行了初步分析^[2-3]。为进一步探明稻抗病性遗传多样性的出现频率的差异,本文利用云南丰富多样的气候条件和稻种资源,研究不同气候环境对其多样性的影响及表现规律。

1 材料与方法

1.1 材料

以《中国稻作资源目录》等^[4-5]资料为基础,再通过收集、整合、补充、录入、规范了云南地方稻种资源中 4763 份苗瘟、4420 份叶瘟、4251 份穗颈瘟和 4062 份稻白叶枯病抗性的相关资料信息。

1.2 方法

云南稻作生态地理资料的整合是以《云南农业地理》、《云南省地图集》、《云南省种植业区划》和《云南省农业气候资料集》等^[6-9]资料为基础,维持稻作资源目录、生态地理和气象等资料的原始记录,分析整理云南 128 个县(市、区)的生态气候类型、稻作种植业区划和年平均气温等情况。

以云南省 128 个县(市、区)为基本单位,整理

每个县所属的气候类型和年平均气温,气候类型即:北热带(North tropical zone, NT)、南亚热带(South subtropical zone, SST)、中亚热带(Medium subtropical zone, MST)、北亚热带(North subtropical zone, NST)、南温带(South temperate zone, ST)、中温带(Medium temperate zone, MT)和北温带(North temperate zone, NTS)共 7 个气候带。把 128 个县(市、区)的年平均气温分为 7 个不同气温段(图 3)。

以云南省 128 个县(市、区)为基本单位,整理气候带、年平均气温和稻抗病性多样性表现情况。根据云南稻种资源(苗瘟、叶瘟、穗颈瘟和白叶枯病)的抗性观察值对稻抗病性进行多样性综合研究。多样性大小均采用 Shannon-Wiener 多样性指数、Pielou 均匀度指数分析。

多样性指数: $H' = -\sum_i P_i \ln P_i$ (其中 P_i 表示在第 i 个环境中的相对分布频率)。

Pielou 均匀度指数: $J' = H'/H'_{\max}$ 。

以云南稻种资源(苗瘟、叶瘟、穗颈瘟和白叶枯病)的抗性观察值为基础数据,以云南省 7 个气候带和 7 个气温段为单位,分别采用 BioDiversity Pro 软件进行不同气候带和不同气温段稻抗病性多样性的聚类分析,并绘制树状聚类图。

2 结果与分析

2.1 不同生态环境对稻抗病性多样性的影响

稻作生态环境的构成因素很多,经分析不同气候带对稻抗病性多样性的影响,其结果如表 1 所示,表 1 中 P 为 0.005878 (<0.01),达极显著水平,说明不同气候带对稻抗病性的多样性影响是十分明显;分析不同稻作区划中多样性的差异,表 2 中 P 为

表 1 不同气候带中稻抗病性多样性的方差分析

Table 1 Variance analysis of diversity rice disease resistance in different vertical climate zones

差异源 Variation source	平方和 SS	自由度 df	方差 MS	F 值 F	P-值 P
气候类型 Climate zone	0.578239	6	0.096373	4.328664	0.005878
稻抗病性多样性 Rice disease resistance diversity	0.445279	20	0.022264		
总计 Total	1.023518	26			

表 2 不同稻作区划中稻抗病性多样性的方差分析
Table 2 Variance analysis of diversity rice disease resistance in different rice zones

差异源 Variation source	平方和 SS	自由度 df	方差 MS	F 值 F	P-值 P
稻作区划 Rice zones	0. 0775983	4	0. 019399575	1. 384759107	0. 286232047
稻抗病性多样性 Rice disease resistance diversity	0. 21014025	15	0. 01400935		
总计 Total	0. 28773855	19			

0. 286232047 (>0. 05), 不显著, 说明不同稻作区划中稻抗病性的多样性差异不明显。这一方面说明稻抗病性多样性的富聚程度与气候环境因素息息相关, 多样性的形成离不开气候环境, 另一方面说明不同稻作区对抗病性的影响不大。因此, 不同稻作生境对抗病性多样性有作用, 但构成生态环境的诸多因素中对抗病性多样性影响大小各异。

2.2 不同气候带的稻抗病性多样性

云南气候类型多样, 中国 9 个气候带中云南就有 7 个, 囊括了我国从海南岛到黑龙江的各种气候

类型, 可称得上是世界上少有的“气候王国”。图 1 分析了抗病性的多样性和均匀度两个指数在不同气候类型的变化, 抗病性的多样性从南亚热带→中亚热带→北亚热带→北热带→南温带→中温带→北温带逐渐减小, 反之增大, 其中南亚热带的抗病性多样性最为丰富, 说明南亚热带是抗病性多样性表现的富集气候带。结合各气候带的海拔和温度的变化规律, 稻种多样性有随海拔的升高、温度的降低而减小, 反之有随海拔的降低、温度的升高而增大的趋势。

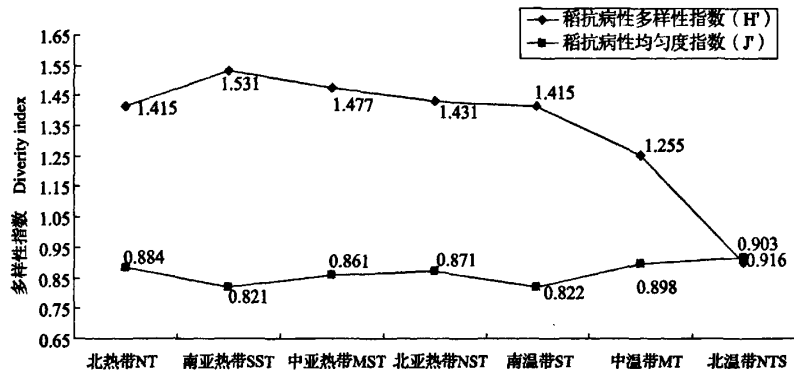


图 1 不同气候带中稻抗病性多样性的表现
Fig.1 Distribution of diversity rice disease resistance in different vertical climate zones

以云南稻种资源(苗瘟、叶瘟、穗颈瘟和白叶枯病)的抗性观察值为基础数据, 以 7 个云南省气候带为单位进行聚类分析(图 2), 根据不同气候带相似值比较, 若从气候带特征比较相近的中温带和北温带划为一类, 南亚热带、中亚热带、北亚热带、北热带和南温带又划为一类, 则可把云南省 7 个气候带划分为两大类群, 结合多样性在 7 个气候带的表现看, 云南气候带分为多样性富聚区(南亚热带、中亚热带、北亚热带、北热带和南温带)和多样性低富聚区(中温带和北温带)。

2.3 不同气温段的稻抗病性多样性

综合分析表明, 不同生态环境中温度是影响稻

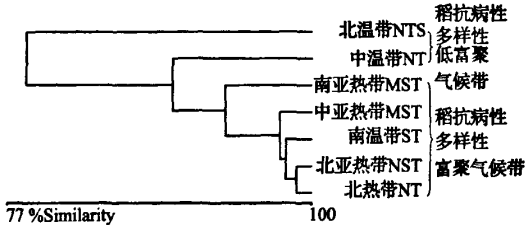


图 2 不同气候带中稻抗病性多样性的聚群图
Fig.2 Dendrogram of diversity rice disease resistance in different vertical climate zones

抗病性多样性的主要因子(图 3)。抗病性多样性指数从低温开始至 18±1℃ 逐步增大, 从 18±1℃ 以上逐步减小, 说明 18±1℃ 是稻抗病性多样性富集程度变化的

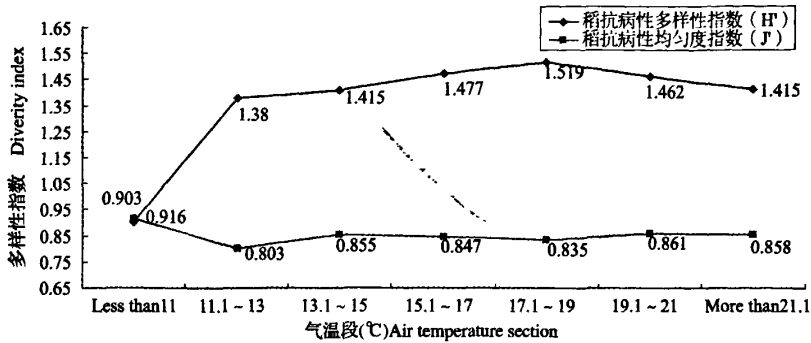


图3 稻抗病性多样性在不同气温段上的表现

Fig.3 Distribution of diversity rice disease resistance in different air temperature section

分度点。从温度段上看,多样性最高的温度段在 17.1℃~19.0℃,该段是稻抗病性多样性最富集的温度段。

以云南稻种资源(苗瘟、叶瘟、穗颈瘟和白叶枯病)

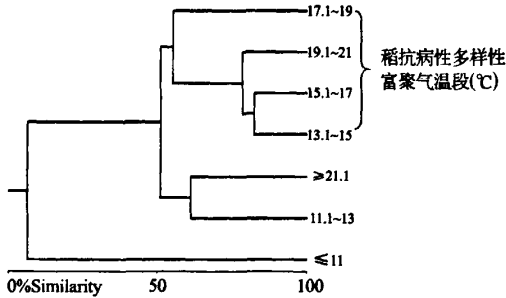


图4 不同气温段稻抗病性多样性的聚群图

Fig.4 Dendrogram of diversity rice disease resistance in different air temperature section

的抗性观察值为基础数据,云南 7 个气温段为单位进行聚类分析(图 4),根据每个气温段相似值比较,若从气温段连续性来考虑,认为可把云南省 7 个气温段划分为两大类群,即:13.0℃以下和 21.1℃以上为一类,13.1℃~21.0℃又划为一类,若结合 7 个气温段的多样性表现看,可把云南 7 个气温段分为多样性富集区(13.1℃~21.0℃)和多样性低富集区(13.0℃以下和 21.1℃以上)。

2.4 稻抗病性优异抗性资源评价筛选

在进行稻抗病性多样性分析研究的同时,对云南地方稻种资源中同时抗两病(稻瘟病和白叶枯病)的资源,挖掘了 24 份值得研究利用的优异稻抗病资源,其代表品种如表 3 所示。这批资源除抗病性强外,综合性状良好,籼粳、水陆和粘糯兼有,其中还有部分红米和柱头外露品种。

表3 云南地方稻种中双抗(稻瘟病和白叶枯病)优异资源

Table 3 The two disease resistance(Blast and Bacterial blight) rice germplasm in Yunnan

品种名称 Name	原产地 Origin	籼粳 Subspecies	水陆 Lowland and upland rice	粘糯 Non- Glutinous and glutinous rice	全生育期 (d) Growth duration	株高(cm) Plant height	柱头外露 Stigma outcrop	穗长(cm) Panicle length	千粒重(g) 1000-grain weight	种皮色 Color of brown
京白谷	安宁县	粳	水	粘	108	116		17.1	24.7	红色
咱门千	碧江县	粳	陆	粘	103	100		22.3	22.7	白色
咱来	福贡县	粳	水	粘	95	109		17.6	21.6	红色
三七〇二	富宁县	籼	水	糯	113	88	外露	19	22.3	白色
老来红	富源县	粳	水	粘	104	114		19.4	26.92	白色
毫公早	耿马县	粳	水	糯	88	94		15.9	29	白色
文新谷	广南县	籼	水	粘	121	120		16.8	20.5	白色
光头红	晋宁县	粳	水	粘	102	115	外露	16.9	24.2	白色
失名	兰坪县	粳	水	粘	93	119	少数露	19.9	21.08	红色
小霉谷	澜沧县	粳	水	粘	97	108		16	24	红色
马尾青	陆良县	粳	水	粘	102	120	外露	19.97	26.92	红色
白麻早	禄丰县	粳	水	粘	109	120		16.2	25.8	白色
老雅林	马龙县	粳	水	粘	98	104	外露	18.5	22.92	红色
小白谷	勐海县	粳	陆	粘	109	115	集	20.93	25.32	红色
大罗平谷	墨江县	籼	水	粘	120	120	不外露	20	26.7	红色
芒种糯	墨江县	粳	水	糯	108	109		18.75	29	白色
长毛背子谷	墨江县	粳	水	粘	103	128	中	20	25.7	红色

续表

品种名称 Name	原产地 Origin	籼粳 Subspecies	水陆 and upland rice	粘糯 Non- Glutinous and glutinous rice	全生育期 (d) Growth duration	株高(cm) Plant height	柱头外露 Stigma outcrop	穗长(cm) Panicle length	千粒重(g) 1000-grain weight	种皮色 Color of brown
老来红	曲靖市	粳	水	粘	108	119	外露	16.78	23.6	红色
半节芒	曲靖市	粳	水	粘	108	110	外露	20.19	23	红色
大白谷	师宗县	粳	水	粘	105	114		22.2	24.3	白色
高酒谷	彝良县	粳	水	糯	108	110		23.5	25.88	白色
短干糯	云龙县	粳	水	糯	103	120		21.97	29.72	白色
金包银	镇康县	籼	水	粘	119	157	中	20.7	26.12	白色
毛香谷	镇雄县	粳	水	糯	93	95		18.78	24	白色

3 讨论

稻种资源抗性遗传多样性不可避免地与气候紧密联系在一起,存在相互影响和作用,而稻种资源的遗传多样性正在遭受气候变化的影响和冲击,进一步探明不同生态环境中稻遗传多样性的差异表现,十分有利于多样性保护与利用。因此,不少学者从不同的角度开展研究环境对稻作抗性多样性的影响^[10-12],但多见通过不减少基因和物种多样性,不毁坏重要的生境和生态系统等方式,来保护利用生物资源,以保证生物多样性持续发展^[13],朱有勇等^[14-15]利用稻种资源抗性遗传多样性实现稻作生产的可持续发展。少见定量分析稻种资源抗性遗传多样性与生态环境(温度)相互关系的报道。

云南地处低纬度地区,全年太阳光热较多;云南位于欧亚大陆东南部,地理位置特殊,西北面是“世界屋脊”青藏高原,南近辽阔的海洋,季风气候极为明显,冬季受干燥的大陆季风控制,夏季盛行湿润的海洋季风,加上错综复杂的高原地形地貌,从而形成了特殊的高原季风气候,呈现出气候类型的多样性。这样的生态地理环境为云南稻种资源抗病性多样性形成提供了得天独厚的条件,营造了稻抗病性多样性的空间分异基础,因此,云南是开展作物抗病多样

性研究条件最好的地区之一。

参考文献

[1] 刘志贤,肖一龙,刘二明,等.利用水稻品种抗性遗传多样性持续控制稻瘟病研究进展[J].作物研究,2003,17(02):103-105

[2] 杨忠义,苏艳,曹永生,等.稻种资源多样性的生态地理分布研究[J].植物遗传资源学报,2008,9(4):475-479

[3] 杨忠义,曹永生,卢义宣,等.云南稻种资源生态地理分布研究[M].昆明:云南科技出版社,2006

[4] 中国农业科学院作物品种资源研究所.中国稻作资源目录[M].北京:农业出版社,1976:1992

[5] 韩龙植,魏兴华,曹桂兰,等.水稻种质资源描述规范和数据标准[M].北京:农业出版社,2006

[6] 《云南农业地理》编写组.云南农业地理[M].昆明:云南人民出版社,1981:31-38

[7] 云南省测绘局.云南省地图集[M].昆明:1982

[8] 云南省农牧渔业厅.云南省种植业区划[M].昆明:云南科技出版社,1992

[9] 云南省气象局.云南省农业气候资料集[M].昆明:云南人民出版社,1983

[10] 汤圣祥,江云珠,张本敦,等.中国稻区的生物多样性[J].生物多样性,1999,7(1):73-78

[11] 李白超,张洪亮,曾亚文,等.云南稻种资源表型遗传多样性的研究[J].作物学报,2001,27(9):822-837

[12] 姬广海,钱君,张世光,等.云南水稻抗白叶枯病品种的遗传多样性初报[J].中国水稻科学,2003,17(2):118-122

[13] Myers N. Threatened biotas: ‘hotspots’ in tropical forests[J]. Environmentalist,1988,8:1-20

[14] 朱有勇,HeiLeung,陈海如,等.利用抗病基因多样性持续控制水稻病害[J].中国农业科学,2004,37(6):832-839

[15] 刘二明,朱有勇,肖放华,等.水稻品种多样性混栽持续控制稻瘟病研究[J].中国农业科学,2003,36(2):164-168

(上接第 610 页)

[21] 王海燕,杨文香,刘大群.小麦 NBS- LRR 类抗病基因同源序列的分离与鉴定[J].中国农业科学,2006,39(8):1558-1564

[22] 王海燕,刘大群,杨文香,等.1 个小麦 NBS 类抗病基因同源 cDNA 序列的克隆与鉴定[J].植物病理学报,2009,39(5):507-513

[23] Bent A F. Plant disease resistance genes;function meets structure[J]. Plant Cell,1996,8:1757-1771

[24] Qin G J,Chen P D,Gu H Y,et al. Isolation of resistance gene analogs from wheat based on conserved domains of resistance genes[J]. Acta Botanica Sinica,2003,45(3):340-345

[25] 李爱丽.小麦抗白粉病基因同源序列的分离鉴定及分子标记的研究[D].保定:河北农业大学,2002

[26] 谌谋华.利用同源序列法克隆柑橘抗病基因类似物及其初步分析[D].重庆:华中农业大学,2003

[27] 陈秀珍.小麦抗白粉病近等基因系 cDNA 文库构建及抗病相关基因的全长 cDNA 克隆[D].北京:中国农业科学院,2004


[28] 徐兵强.香蕉、番木瓜和芒果 NBS- LRR 类和 STR 类抗病基因同源序列的克隆和特征分析[D].广州:华南热带农业大学,2005

[29] 王海燕,TeLr35 小麦抗病相关基因的克隆及分析[D].保定:河北农业大学,2006

云南作物资源特征特性及生态地理分布研究XIII稻抗病性资源的多样性分布研究

作者：[杨忠义](#)，[苏艳](#)，[刘义富](#)，[卢义宣](#)，[刘晓利](#)，[奎丽梅](#)，[陈晓艳](#)，[曹永生](#)，[YANG Zhong-yi](#)，[SU Yan](#)，[LIU Yi-fu](#)，[LU Yi-xuan](#)，[LIU Xiao-li](#)，[KUI Li-mei](#)，[CHEN Xiao-yan](#)，[CAO Yong-sheng](#)

作者单位：[杨忠义,陈晓艳,YANG Zhong-yi,CHEN Xiao-yan\(云南省农业科学院生物技术与种质资源研究所,昆明,650223\)](#)，[苏艳,SU Yan\(云南省农业科学院质量标准与检测研究所,昆明,650205\)](#)，[刘义富,卢义宣,刘晓利,奎丽梅,LIU Yi-fu,LU Yi-xuan,LIU Xiao-li,KUI Li-mei\(云南省农业科学院粮食作物研究所,昆明,650205\)](#)，[曹永生,CAO Yong-sheng\(中国农业科学院作物科学研究所,北京,100081\)](#)

刊名：[植物遗传资源学报](#)

英文刊名：[JOURNAL OF PLANT GENETIC RESOURCES](#)

年，卷(期)：2010, 11 (5)

参考文献(15条)

1. [杨忠义;苏艳;曹永生 稻种资源多样性的生态地理分布研究\[期刊论文\]-植物遗传资源学报 2008 \(04\)](#)
2. [刘二明;朱有勇;肖放华 水稻品种多样性混栽持续控制稻瘟病研究\[期刊论文\]-中国农业科学 2003 \(02\)](#)
3. [朱有勇;HeiLeung;陈海如 利用抗病基因多样性持续控制水稻病害\[期刊论文\]-中国农业科学 2004 \(06\)](#)
4. [Myers N Threatened biotas:'hotspots' in tropical forests 1988](#)
5. [姬广海;钱君;张世光 云南水稻抗白叶枯病品种的遗传多样性初报\[期刊论文\]-中国水稻科学 2003 \(02\)](#)
6. [李自超;张洪亮;曾亚文 云南稻种资源表型遗传多样性的研究\[期刊论文\]-作物学报 2001 \(09\)](#)
7. [汤圣祥;江云珠;张本敦 中国稻区的生物多样性\[期刊论文\]-生物多样性 1999 \(01\)](#)
8. [云南省气象局 云南省农业气候资料集 1983](#)
9. [云南省农牧渔业厅 云南省种植业区划 1992](#)
10. [云南省测绘局 云南省地图集 1982](#)
11. [<云南农业地理>编写组 云南农业地理 1981](#)
12. [韩龙植;魏兴华;曹桂兰 水稻种质资源描述规范和数据标准 2006](#)
13. [中国农业科学院作物品种资源研究所 中国稻作资源目录 1976](#)
14. [杨忠义;曹永生;卢义宣 云南稻种资源生态地理分布研究 2006](#)
15. [刘志贤;肖一龙;刘二明 利用水稻品种抗性遗传多样性持续控制稻瘟病研究进展\[期刊论文\]-作物研究 2003 \(02\)](#)

本文链接：http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_zwyczyxb201005017.aspx