

文章编号:1001—7380(2021)01—0041—05

箬竹叶片营养成分分析

李冬林¹,金雅琴²,王文君³,冯宗清³

(1. 江苏省林业科学研究院,江苏 南京 211153; 2. 金陵科技学院园艺学院,江苏 南京 210038;
3. 南京苏台农业科技发展有限公司,江苏 南京 211302)

摘要: 为了解箬竹叶片中主要营养物质的含量,开展箬竹资源的多元化利用,对箬竹叶片中粗蛋白、粗脂肪、灰分、氨基酸及矿物质元素质量分数进行了测定。结果表明,箬竹叶中粗蛋白、粗脂肪、灰分及总干物质含量分别为63.7、7.1、45.0、450.0 mg/g;17种常见的氨基酸种类均能检测出,总氨基酸含量(T)为40.1 mg/g,人体必需氨基酸总量(E)为13.6 mg/g, E/T 为33.91。按照FAO模式计算的必需氨基酸指数(EAAI)为56.76,按照全鸡蛋模式计算的必需氨基酸指数(EAAI)为43.24;箬竹叶中K、Ca、Mg、P和Na含量均丰富,其中K的含量最高,为15.1 g/kg, Ca和Na含量均在1.60 g/kg以上,Mg的含量为1.04 g/kg。箬竹叶片中营养成分较为合理,可以作为一种动物饲料开发利用。

关键词: 箬竹;叶片;营养成分;氨基酸;矿物质元素

中图分类号: Q949.92; S795

文献标志码: A

doi: 10.3969/j.issn.1001-7380.2021.01.009

Analysis of nutrient components of *Indocalamus tessellatus* leaves

Li Donglin¹, Jin Yaqin², Wang Wenjun³, Feng Zongqing³

(1. Forestry Academy of Jiangsu, Nanjing 211153, China; 2. Department of Horticulture, Jinling Institute of Technology, Nanjing 210038, China; 3. Nanjing Sutai Agricultural Technology Development Co. Ltd, Nanjing 211302, China)

Abstract: The main nutrients, including amino acids and mineral elements in *Indocalamus tessellatus* leaves were determined in order to develop its diversified utilization. The results showed that the content of crude protein, crude fat, ash and dry matter in the leaves were 63.7, 7.1, 45.0, 450.0 mg/g. Seventeen common amino acids could be all detected, with the totality of 40.1 mg/g, including 13.6 mg/g essential amino acids. According to the calculation from FAO model, the essential amino acid index (EAAI) was 56.67, but according to the whole egg model, the essential amino acid index (EAAI) was 42.34. The leaves were rich in K, Ca, Mg, P, Na elements. The content of K was the highest (15.1 g/kg), the content of either Ca or Na was above 1.60 g/kg, that of Mg was 1.04 g/kg. We concluded that the nutrient contents in *I. tessellatus* leaves were reasonable enough to be developed and utilized as an animal feed.

Key words: *Indocalamus tessellatus*; Leaf; Nutrient; Amino acid; Mineral element

箬竹(*Indocalamus tessellatus*)为禾本科箬竹属植物,广泛分布于我国长江流域各地,是目前园林建设中常见的地被竹种之一。因其生长低矮,耐修剪,恢复力强,被广泛用于城市绿地、公园绿化、街区阻隔、居住区点缀等应用^[1]。并且,由于箬竹叶片阔长、宽度适宜,成为千百年来我国人民传统端

午节粽叶的主要来源材料而广为栽培。箬竹作为粽叶仅为食材包装所使用,用后多被弃为厨余垃圾,很少有人考虑将其作为动物饲料。随着我国城乡园林建设的日益发展和居民生活水平的不断攀升,箬竹的生产和日常应用量日益增大。若将园林下脚料和粽叶废弃物加以收集,并开发成动物饲

收稿日期:2020-11-15;修回日期:2020-12-03

基金项目: 江苏省农业科技自主创新资金项目“江苏笋用竹林提质增效与可持续经营技术研发”[CX(20)3152];江苏省产学研合作项目“笋用竹林竹下混交模式构建与绿色生产技术创新”

作者简介: 李冬林(1969—),男,河南睢县人,研究员,博士。从事植物生态学研究。E-mail:704020830@qq.com。

料,必将具有十分广阔的应用空间。然而,目前有关其竹叶营养成分的研究尚未见报道。本文以新鲜箬竹叶为材料,分析了箬竹叶中的氨基酸含量,并对其粗蛋白、粗脂肪、灰分等营养成分的含量进行分析,为进一步开发利用这一丰富的植物资源提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 样品采集

测试材料来源于江苏省林业科学研究院周家洼竹园(南京市江宁区东善桥,118°46′00″E,31°51′25″N)。该竹林始建于2005年11月,历经数年管理,目前保存良好,且年年发笋。在野外随机选取株型美观、生长良好,发育正常的个体作为采样植株,每株采集新鲜叶龄为1的鲜竹叶20片。将新鲜样品充分混合,用干净柔软的湿布擦净后,置于105℃的烘箱中杀青15—20 min,之后立即降低烘箱内温度至80—85℃,烘干到恒质量。用粉碎机磨碎后过80—100目筛,再充分混合成分析样品,备用。

1.2 方法

所有项目检测均采用公布的国家标准,并委托江苏省农业科学院农产品检测检验中心完成。其中,干物质含量测定采用GB/T6435—2006的方法^[2];粗蛋白含量测定参照GB/T6432—1994^[3]凯氏定氮法;粗脂肪测定采用GB/T6433—2006^[4]的直接滴定法;粗灰分测定参照GB/T6438—2007^[5]。

氨基酸成分测定参照GB/T5009.10-2003^[6],应用氨基酸分析仪直接读出。氨基酸分(AAS)、化学分(CS)和必需氨基酸指数(EAAI)参考文献^[7],并依据以下表达式计算:

$AAS = \text{试验蛋白质氨基酸含量}(\text{mg/g}) / \text{FAO 模式氨基酸含量}(\text{mg/g})$; $CS = \text{试验蛋白质氨基酸含量}(\text{mg/g}) / \text{全鸡蛋模式氨基酸含量}(\text{mg/g})$ 。

$EAAI = (\text{苏氨酸}^T / \text{苏氨酸}^S \times 100 \times \text{组氨酸}^T / \text{组氨酸}^S \times 100 \times \dots \times \text{赖氨酸}^T / \text{赖氨酸}^S \times 100)^{\frac{1}{n}}$

式中, n 为评价氨基酸数目, T 为试验蛋白质, S 为全鸡蛋蛋白质。

矿物元素磷(P)、钙(Ca)、铁(Fe)、锰(Mn)、铜(Cu)、锌(Zn)、钠(Na)、钾(K)、镁(Mg)含量的测定参照GB/T6437—2002^[8],用电感耦合等离子体发射光谱仪测定。每样品重复测定3次,取其平均值。

2 结果与分析

2.1 箬竹叶片中粗蛋白、粗脂肪、灰分及干物质的含量

已有研究表明,竹叶中含有丰富的蛋白质,但含量因竹种不同而有较大的差异^[9]。由表1可知,箬竹叶中粗蛋白含量为63.7 mg/g,是倭竹(22.2 mg/g)的2.87倍,大青叶(18.5 mg/g)的3.44倍,但不及苦竹(170.6 mg/g)、构树(161.6 mg/g)、槐叶(266.5 mg/g)和芝麻叶(313.2 mg/g)。就其粗脂肪含量来看,箬竹叶中粗脂肪含量不高,为7.1 mg/g。箬竹竹叶中的灰分含量为45.0 mg/g,高于槐叶(46.9 mg/g),但低于苦竹(71.0 mg/g)、倭竹(59.9 mg/g)、构树叶(115.4 mg/g)、芝麻叶(92.4 mg/g)。干物质含量为450.0 mg/g(见表1)。

表1 箬竹与常见饲料植物叶片粗蛋白、粗脂肪、灰分及干物质含量比较 (mg/g)

植物种	粗蛋白	粗脂肪	灰分	干物质
箬竹(<i>Indocalamus tessellatus</i>)	63.7	7.1	45.0	450.0
苦竹(<i>Pleioblastus amarus</i>) ^[11]	170.6	26.4	71.0	—
倭竹(<i>Shibataea kumasasa</i>) ^[12]	22.2	45.4	59.9	431.2
构树(<i>Broussonetia papyrifera</i>) ^[13]	161.6	44.2	115.4	884.5
刺槐(<i>Sophora Japonica</i>) ^[14]	266.5	26.9	46.9	—
芝麻(<i>Sesamum indicum</i>) ^[15]	313.2	75.4	92.4	—
大青(<i>Isatis indigotica</i>) ^[16]	18.5	40.7	30.5	487.5

注:—表示未测定。

2.2 箬竹叶片中氨基酸成分

箬竹叶片中氨基酸的检测结果见表2。由表2可知,箬竹叶片中氨基酸种类齐全。17种常见的氨基酸种类均能检测出,但不同氨基酸的含量不尽相同。就单一氨基酸含量来看,天冬氨酸含量最高(8.2 mg/g),谷氨酸次之(5.3 mg/g),多数氨基酸含量在1.0—2.8 mg/g之间。而以胱氨酸和蛋氨酸含量最低,分别为0.1、0.26 mg/g。统计结果表明,箬竹叶片中总氨基酸含量(T)为40.1 mg/g,其中人体必需氨基酸总量(E)为13.6 mg/g,2者比值(E/T)为33.91。

对于一种既定的蛋白质,其利用价值的高低不仅要看蛋白质的数量,而且要看蛋白质的氨基酸组成是否合理^[10]。对测得的氨基酸含量与1973年联合国粮农组织模式的含量加以比较,分析箬竹叶的氨基酸分(AAS)、化学分(CS),结果见表3。按照FAO模式计算的箬竹必需氨基酸指数(EAAI)为

56.76,按照全鸡蛋模式计算的箬竹必需氨基酸指数(EAAI)为43.24。从表3可知,蛋氨酸+胱氨酸的质量分数为5.65%,其AAS和CS分别为0.16,0.11,均明显低于其他各必需氨基酸的评价指标。而苯丙氨酸+酪氨酸的评价值最高,其AAS和CS分别为0.90,0.57。因此,作为营养物质利用时,箬竹叶中的氨基酸组成不平衡,需要强化蛋氨酸与胱氨酸的成分含量,才能提高其有效性和利用率。

表 2 箬竹与常见饲料植物叶片氨基酸含量比较 (mg/g)

氨基酸 Amino aci	箬竹 (<i>Indocalamus tessellatus</i>)	苦竹 (<i>Pleioblastus amarus</i>) ^[11]	毛竹 (<i>Ph. heterocycla mitford cv. pubescens</i>) ^[17]	构树 (<i>Broussonetia papyrifera</i>) ^[18]	桑 (<i>Morus alba</i>) ^[19]	芝麻 (<i>Sesamum indicum</i>) ^[15]	大青 (<i>Isatis indigotica</i>) ^[16]
天冬氨酸	8.20	1.05	15.00	25.51	11.90	22.11	3.51
* 苏氨酸	1.89	0.42	7.50	10.72	9.63	10.62	5.62
丝氨酸	2.75	3.34	8.00	8.02	9.22	8.91	2.81
谷氨酸	5.31	0.42	1.88	31.33	25.51	28.63	20.62
甘氨酸	1.96	0.34	8.60	15.52	13.11	12.84	1.71
丙氨酸	2.33	3.95	11.00	16.51	15.32	14.72	2.34
* 缬氨酸	2.02	1.04	8.50	16.32	10.41	14.18	7.63
* 蛋氨酸	0.26	0.13	1.60	4.11	—	3.02	2.92
* 异亮氨酸	1.48	0.83	6.90	14.22	5.91	12.62	3.91
酪氨酸	1.00	1.20	5.10	8.71	6.30	7.84	1.24
* 亮氨酸	2.82	1.04	13.20	25.02	16.42	21.82	5.11
* 苯丙氨酸	2.45	0.86	8.40	14.32	6.03	14.72	6.32
* 赖氨酸	2.64	0.26	8.40	14.91	8.21	12.04	3.21
组氨酸	0.97	0.72	3.10	5.73	9.94	4.23	5.32
精氨酸	1.93	0.50	8.00	15.01	9.53	14.02	4.10
脯氨酸	1.96	3.93	7.70	15.72	18.12	11.41	5.21
胱氨酸	0.10	0.09	1.40	0.82	3.22	1.02	2.12
人体必需氨基酸总量(E)	13.56	4.58	54.50	99.51	56.51	88.89	34.61
非必需氨基酸总量	26.51	5.54	86.70	142.70	122.01	125.52	48.82
氨基酸总量(T)	40.07	20.12	141.20	242.20	178.53	214.43	83.44
E/T(%)	33.91	22.76	38.60	41.08	31.65	41.46	41.49

* 为人体必需氨基酸;-表示未检测到。

表 3 箬竹叶氨基酸分和化学分

氨基酸	FAO 模式 * /mg·g ⁻¹	全鸡蛋模式 * /mg·g ⁻¹	质量分数 /mg·g ⁻¹	AAS	CS
苏氨酸	40	53.9	29.67	0.74	0.55
缬氨酸	50	57.6	31.71	0.63	0.55
蛋氨酸+胱氨酸	35	51.2	5.65	0.16	0.11
异亮氨酸	40	52.4	23.23	0.58	0.44
亮氨酸	70	84.1	44.27	0.63	0.53
苯丙氨酸+酪氨酸	60	95.5	54.16	0.90	0.57
赖氨酸	55	64.9	41.44	0.75	0.64
色氨酸	10	16.2	—	—	—
总量	360	475.8			

* 数据来自文献[15];-表示未检测到;质量分数根据表2中箬竹各氨基酸含量除以粗蛋白含量计算而得。

2.3 箬竹叶片中矿质营养元素含量

从表4可以看出,箬竹叶中钾、钙、镁、磷、钠含量均丰富,其中钾含量最高,为15.1 g/kg,钙、钠含量也较高,分别为1.99,1.66 g/kg,镁和磷的含量分别为1.04,1.14 g/kg;微量元素铜和锌的含量分别为5.75,7.99 mg/kg。

表 4 箬竹和常见饲料植物叶片矿物元素含量比较

矿物元素 Mineral element	箬竹 (<i>Indocalamus tessellatus</i>)	构树 (<i>Broussonetia papyrifera</i>) ^[24]	桑 (<i>Morus alba</i>) ^[25]	芝麻 (<i>Sesamum indicum</i>) ^[15]	大青 (<i>Isatis indigotica</i>) ^[16]
Mn	25.24	45.80	—	135.44	0.28
Zn	7.99	23.90	61	14.60	0.45
Fe	92.73	153.80	441	312.62	0.85
Mg	1 041.55	—	3 620	6 533.21	35.72
Ca	1 989.03	29 000	26 990	24 142.30	65.12
Cu	5.75	6.50	—	10.93	0.21
K	15 148.50	—	31 010	24 754.40	298.05
Na	1 660.41	—	399	869.11	12.35
P	1 137.69	3 000	2 380	5 469.11	9.30

注：—表示未测定。

3 讨论

我国是全球竹类植物的分布中心,竹子分布广,品种多,竹叶资源十分丰富。据研究^[10,20],毛竹等 9 种竹叶的总糖含量为 22.48%—27.62%。其中,水溶性糖含量在 8.41%—14.46%之间,多糖在 10.48%—17.71%之间。欧阳吾乐等^[21]的研究表明:观音竹、金竹、紫竹和孖竹这 4 种竹竹叶中含有黄酮及类黄酮提取物,且金竹黄酮提取物和孖竹黄酮提取物在体外具有较强的抗氧化性,这为人工合成高效的植物源性抗氧化剂提供了参考。另外,竹叶提取物不仅具有良好的防腐性能和抗氧化性能,而且还具有医疗、生理保健功能,是一种十分理想的天然绿色食品及化妆品添加剂。不过,作为动物饲料源,竹叶的相关研究并未受到重视。

一般而言,树叶中主要营养成分含量必须达到一定的营养标准才能在生产中应用。本文对园林地被植物箬竹叶的营养成分进行了分析,发现箬竹叶中也含有丰富的水分、粗蛋白质、氨基酸、矿物元素等多种营养物质。其中,粗蛋白含量为 63.7 mg/g,高于倭竹^[12],但低于苦竹^[11]、构树叶^[13]、刺槐叶^[14]和芝麻叶^[15]。与其他青饲料相比,其含量高于甘薯叶(15—59 g/kg)^[22]。就其粗脂肪质量分数来看,箬竹叶中粗脂肪含量为 7.1 mg/g,其含量远远低于苦竹^[11]、倭竹^[12],以及构树^[13]、槐叶^[14]、芝麻叶^[15]和大青叶^[16],说明箬竹为低脂肪竹叶。灰分的主要成分为无机盐,可作为评价饲料营养的重要参考指标。箬竹竹叶中的灰分含量为 45.0 mg/g,含量为中等,略高于大青叶^[16],但低于苦竹^[11]、倭竹^[12]、构树叶^[13]、槐叶^[14]、芝麻叶^[15]。箬竹竹叶中的干物质测定结果为 450.0 mg/g,略高于

倭竹^[12]。

氨基酸组成及其含量是评价一种饲料营养价值的重要依据。箬竹叶中含有 17 种氨基酸,总氨基酸含量为 40.1 mg/g。与其他植物叶片相比,箬竹叶片中氨基酸总量(*T*)要明显高于苦竹^[11],但低于毛竹^[17]、构树叶^[18]、桑叶^[19]、芝麻叶^[15]和大青叶^[16];就其人体必需氨基酸总量(*E*)而言,箬竹叶片中的含量为 13.56 mg/g,高于苦竹叶^[11],但低于毛竹叶^[17]、构树叶^[18]、桑叶^[19]、芝麻叶^[15]和大青叶^[16]。按照 FAO 和世界卫生组织(WHO)的理想模式,质量较好的蛋白源,其必需氨基酸占总氨基酸的比值[*EAA*/(*EAA*+*NEAA*)]在 40%左右,必需氨基酸与非必需氨基酸的比值(*EAA*/*NEAA*)在 60%以上^[23]。箬竹叶片的必需氨基酸占总氨基酸的比例为 33.91%,高于苦竹^[11],但低于毛竹^[17]、芝麻叶^[14]。按照 FAO 模式计算的必需氨基酸指数(*EAAI*)为 56.76,按照全鸡蛋模式计算的必需氨基酸指数(*EAAI*)为 43.24。说明箬竹叶的氨基酸含量丰富,基本上接近理想蛋白质的要求。

植物叶片中矿物元素对维持生物机体正常生理代谢具有重要作用。箬竹叶片中矿物质元素含量齐全,含有丰富的 P、K、Ca、Mg、Na。其中,Ca 的含量为 1.99 g/kg,是大青叶的 30.54 倍,但低于构树叶^[24]、桑叶^[25]、芝麻叶^[14];K 的含量最高,为 15.1 g/kg,高于大青叶^[20],但低于桑叶^[25]、芝麻叶^[15]。Cu 的含量偏低,为 5.75 mg/kg,大致与构树叶相当^[24]。因此,认为箬竹叶片中含有多种营养成分,值得作为牲畜饲料进一步开发。

参考文献:

[1] 艾文胜,汤腾方,杨建胜,等.箬竹利用现状及叶用园营建技术

- [J].林业科技开发,2006,20(1):69-71.
- [2] 国家质量监督检验检疫总局,国家标准化管理委员会 GB/T6435—2006 饲料中水分和其他挥发性物质含量的测定[S].2006:1-8.
- [3] 国家质量监督检验检疫总局,国家标准化管理委员会 GB/T6432—1994 饲料中粗蛋白测定方法[S].1994:1-4.
- [4] 国家质量监督检验检疫总局,国家标准化管理委员会 GB/T6433—2006 饲料中粗脂肪的测定[S].2006:1-12.
- [5] 国家质量监督检验检疫总局,国家标准化管理委员会 GB/T6438—2007 饲料中粗灰分的测定[S].2007:1-7.
- [6] 国家卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理总局. GB/T5009.124-2016 食品安全国家标准—食品中游离氨基酸的测定[S].2016:1-8.
- [7] 赵法伋,郭俊生,陈洪章,等.大豆平衡氨基酸营养价值的研究[J].营养学报,1986,8(2):153-158.
- [8] 姚 曦,岳永德,汤 锋.竹叶中多种无机元素的 ICP-MS 测定[J].林业科学,2009,45(11):26-31.
- [9] 毛 燕,王学利.毛竹等 9 种竹叶中蛋白质和总糖含量的测定[J].竹子研究汇刊,1998,17(2):18-20.
- [10] 郭良珍,王润莲,梁爱萍,等.长须水龟虫的营养成分分析与评价[J].昆虫知识,2003,40(4):366-368.
- [11] 刘 力,林新春,孙培金,等.苦竹笋、叶营养成分分析[J].竹子研究汇刊,2004,24(2):15-18.
- [12] 黄成林,姚玉敏,赵昌恒.安徽休宁倭竹竹叶主要营养成分的研究[J].竹子研究汇刊,2004,23(3):42-46.
- [13] 施海娜,梁万鹏,刘雨田.杂交构树饲用营养价值分析[J].营养与饲料,2019,39(1):25-28.
- [14] 侯金波,石冠旗,杨柳君,等.槐叶营养成分研究粮食[J].科技与经济,2019,44(1):51-52.
- [15] 刘利娥,宋少华,刘金盾.芝麻叶营养成分分析[J].食品科技,2012,37(2):45-48.
- [16] 李玉鹏,黄 燕,谢惠定.大青叶营养成分分析[J].安徽农业科学,2008,36(27):11787,11921.
- [17] 王传槐,陈 锐.竹叶氨基酸及生物转化的研究[J].竹类研究,1987(3):16-19.
- [18] 周 峰.构树叶花序及果实的氨基酸分析[J].药学实践杂志,2005,23(3):154-156.
- [19] 张传惠,周忠泽.霜桑叶的食用价值的研究[J].食品科学,2001,22(10):64-65.
- [20] 黄 文,王 益.竹叶的化学成分及应用进展[J].中国林副特产,2002(3):65-66.
- [21] 欧阳吾乐,雷福红,杨亚晋,等.4 种竹叶营养成分分析及其黄酮提取物体外抗氧化活性研究[J].天然产物研究与开发,2019,31(10):1669-1674,1830.
- [22] 徐梦瑶,赵祥颖,张立鹤,等.甘薯的营养价值及保健作用[J].中国果菜,2017,37(5):17-21.
- [23] Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization. Energy and protein requirement. Report of joint FAO/WHO[R].Gneve:WHO,1973:62-64.
- [24] 王永奇,唐 婕,李斐然.林麝放牧区野生饲用植物叶营养成分的综合分析[J].草业科学,2013,30(5):752-758.
- [25] 杨超英.桑叶的化学成分及在食品工业中的应用[J].食品研究与开发,2003,24(2):8-11.

(上接第 40 页)

参考文献:

- [1] 梁 晨.北京市区行道树银杏叶焦枯现象初步研究[D].北京:北京林业大学,2016.
- [2] 陈翟胜.银杏的价值及其苗木繁育技术[J].现代农业科技,2013(13):191-192.
- [3] 李月娣.银杏价值及其产业现状分析[J].长春大学学报,2017,27(2):32-37.
- [4] 王 月,高国平,王 钦.沈阳地区银杏病害的种类及其防治措施[J].辽宁林业科技,2006(2):12-15.
- [5] 贺平均,周升卿,周兆生,等.银杏叶枯病的发生影响因子与防治技术研究[J].中国植保导刊,2004,24(10):5-8.
- [6] 石峰云,朱克恭.银杏叶枯病的研究:Ⅱ.发病规律[J].林业科技开发,1990(2):30-33.
- [7] 景秋枫,王永格,王茂良,等.银杏夏季生长表现与气象、立地环境的关系[J].北京园林,2015(3):39-52.
- [8] 朱克恭,石峰云.银杏叶枯病病原的研究[J].南京林业大学学报,1990,14(3):43-46.
- [9] 朱克恭,石峰云.银杏叶枯病病原菌形态及分类[J].南京林业大学学报,1991,15(1):36-39.
- [10] 朱克恭.银杏叶枯病初侵染的研究[J].南京林业大学学报,1993,17(4):53-55.
- [11] 张孜博,尤 雯,朱丽梅,等.南京城北地区银杏叶枯病发生情况的调查[J].江苏林业科技,2019,46(1):34-37.
- [12] 陆家云.植物病害诊断[M].北京:中国农业出版社,1997.
- [13] 方中达.植病研究方法[M].北京:中国农业出版社,1996.
- [14] 黄金光,张万里,赵川德,等.银杏叶枯病病原菌的分离鉴定及生物测定[J].莱阳农学院学报(自然科学版),2006,23(3):208-209.
- [15] 陈丽完.四川银杏叶部真菌病害调查与银杏轮斑病的研究[D].雅安:四川农业大学,2010.