

闽牧6号杂交狼尾草产量特征及其资源化利用研究

陈钟佃^{1,2}, 黄章明³, 吴飞龙⁴, 黄秀声^{1,2*}, 冯德庆^{1,2}, 黄小云^{1,2}

(1. 福建省农业科学院农业生态研究所, 福建 福州 350013; 2. 福建省丘陵地区循环农业工程技术研究中心, 福建 福州 350013; 3. 南平市延平区科学技术情报研究所, 福建 南平 353000; 4. 福建省农业科学院农业工程研究所, 福建 福州 350013)

摘要:【目的】分析闽牧6号杂交狼尾草的种植潜力和社会经济效益。【方法】分别在2015—2017、2018—2020年栽培闽牧6号杂交狼尾草和对照热研4号王草,比较他们在不同试验区的产量和营养成分含量,并分析闽牧6号杂交狼尾草饲喂肉猪的效果。【结果】在福建省5个试验点多年测产中,只有福清海口和福州平潭的闽牧6号杂交狼尾草年均鲜草产量(145 600和92 850 kg/hm²)均显著高于对照(129 600和85 750 kg/hm²);而在全国5省3年区试比较中,闽牧6号杂交狼尾草在福建建阳、广西南宁、广东广州、海南儋州和云南元谋5个试验区的年均干草产量均高于对照,但差异不显著,其干草产量、营养品质、性状稳定性等综合评价较好;利用闽牧6号杂交狼尾草饲喂肉猪,0.5 kg/(头·d)草浆饲喂肉猪效果最佳,可以提高肉猪的氨基酸总量,降低料肉比,每头可以增加经济效益30~70元。【结论】闽牧6号杂交狼尾草的生产性能及稳定性较好,适宜区域广泛,草浆饲喂肉猪经济效益明显。

关键词: 闽牧6号杂交狼尾草;热研4号王草;产量;营养成分;草浆喂猪

中图分类号: S544.9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1009-5500(2023)03-0126-06

DOI: 10.13817/j.cnki.cyyep.2023.03.016



随着我国经济的发展,人民生活水平逐步提高,国民对于畜产品的需求逐年增长,进而导致对饲用作物的需求比例增大。然而,由于天然草地供应饲草的有限性,牧草供需结构不平衡,导致我国牧草产业暂时无法满足市场的需求,饲草短缺问题制约着畜牧业的发展。面对这一问题,国家出台了相应政策,提出发展草食畜牧业是加快农业生产结构调整的重要着

力点;饲料作物要扩大种植面积,发展优质牧草,大力培育现代饲草产业体系。要想在有限的土地条件下达到资源利用最大化,提高牧草品质是一条有效途径。高产优质牧草的栽培利用对于解决我国目前牧草产业供需不平衡问题,促进畜牧业的蓬勃发展起到积极作用。

王草(*Pennisetum purpureum*)又称皇草、皇竹草等,是禾本科狼尾草属(*Pennisetum*)牧草。热研4号王草宿根性强,产量高,鲜叶和嫩茎柔软多汁,营养丰富,适口性佳,是牛羊和草食性鱼类的优良饲草,目前我国海南省、广东省、广西壮族自治区、云南省、福建省等多个省(市)都有大面积种植区^[1]。近年,闽牧6号杂交狼尾草因其产量高、品质优、茎叶比低、耐刈割等特点^[2-3],在一众饲草中脱颖而出,被广泛应用于饲喂草食动物和淡水鱼类^[4-5]。但是,闽牧6号杂交狼尾草和热研4号王草的比较研究还比较少,因此,本试验比较闽牧6号杂交狼尾草和热研4号王草的营养成分

收稿日期: 2022-06-20; **修回日期:** 2023-02-22

基金项目: 福建省农业科学院项目(YDXM202205, CXTD2021 009-1, CXTD2021015-3); 福建省人民政府-中国农业科学院“5511”协同创新工程(XTCXGC 2021010, XTCXGC2021019); 福建省公益类科研院所专项(2022R1021002, 2022R1021005)

作者简介: 陈钟佃(1974-),男,福建罗源人,副研究员,主要从事生态农业研究与推广、牧草新品选育。

E-mail: czd510024@163.com

*通信作者。E-mail: hxs706@163.com

和应用效果,旨在为闽牧6号杂交狼尾草在草食动物中的应用提供参考。

1 材料和方法

1.1 试验地分布

福建省试验地位于福建省农业科学院生态所泉头、福州北峰、福州平潭、福清海口和建阳溪口山;全国区试基地位于福建建阳、广西南宁、广东广州、海南儋州和云南元谋(全国畜牧总站草品种区试基地)。福建省试验地和全国区试基地均属于亚热带季风气候,湿度较大,降水丰富。

1.2 试验设计

1.2.1 试验材料种植 闽牧6号杂交狼尾草和热研4号王草首先进行茎秆扦插,成苗后移栽到福建省试验地和全国区试验地。4月5—10日扦插到花盆中,4月20—25日移栽到各试验区田间,株行距30 cm×50 cm,每个小区种植200株。每个试验设计3个重复,每个小区30 m²(5 m×6 m),每个试验点刈割3次。

1.2.2 测定内容及方法

1) 鲜草产量测定 每次测产前去除横纵外侧各2行,取中间生长植株为测产目标,每30 d刈割1次,留茬5.0~8.0 cm,地上部分的鲜草产量为每次的单产,多次刈割累积产量表示为小区的总产量。

2) 干草产量及含水率测定 每次刈割后取样1.0 kg,108℃杀青10 min,然后在65℃下烘干,恒重后磨粉过80目筛,即为样本的干重。含水率即为(鲜重-干重)/鲜重×100%。

3) 营养成分测定 粗蛋白含量的测定参照GBT6432—2018^[6];粗脂肪含量的测定参照GBT6433—2006^[7];粗灰分含量的测定参照

GBT6438—2007^[8];钙含量的测定参照GBT6436—2018^[9];粗纤维含量的测定参照GBT6434—2006^[10];总磷含量的测定参照GBT6437—2018^[11];中性洗涤纤维的测定参照GBT20806—2006^[12];酸性洗涤纤维的测定参照NYT1459—2022^[13]。

1.2.3 闽牧6号杂交狼尾草草浆饲喂肉猪试验 在福建省龙岩某猪场种植闽牧6号杂交狼尾草草场100亩。以105日龄杜长大杂交猪为试验对象,共54头,连续饲养75 d,平均分成9组,每组6头,公母各半。对照组(CK)饲喂基础饲料;试验组分别饲喂添加了0.25 kg/(头·d)草浆(T1组)和0.50 kg/(头·d)草浆(T2组)的饲料,每组3个重复。相同时期刈割做成的草浆的含水量和营养成分基本相同。

1.3 统计分析

试验数据用Excel 2016进行统计处理,使用SPSS 13.0软件进行单因素方差分析并对试验数据进行差异显著性分析,采用邓肯氏法进行多重比较,试验结果用平均值±标准差表示。 $P<0.05$ 为差异显著, $P<0.01$ 为差异极显著。

2 结果与分析

2.1 福建省试验区产量

2018—2020年,闽牧6号杂交狼尾草在福建省试验区种植结果如表1所示。闽牧6号杂交狼尾草最高产鲜草156 500 kg/hm²,比对照热研4号最高鲜草产量171 300 kg/hm²减产8.64%($P<0.05$);建阳溪口山产鲜草量最低,为78 400 kg/hm²,比对照在同一地区的鲜草产量低10.60%($P<0.05$)。只有福清海口和福州平潭的产量显著高于热研4号($P<0.05$)。

表1 福建省不同区试点闽牧6号杂交狼尾草鲜草产量对比试验

Table 1 Comparative experiment on yield of hybrid Pennisetus Minmu6 in different areas of Fujian

年份	区试地点	产量/(kg·hm ⁻²)		增产量/%
		闽牧6号	热研4号	
2018	福州泉头	139 400±2 402 ^b	158 070±2 094 ^a	-11.81
2019	福州泉头	156 500±3 459 ^b	171 300±2 707 ^a	-8.64
2019	福州北峰	148 500±3 274 ^b	163 400±1 058 ^a	-9.12
2019	福清海口	145 600±1 025 ^a	129 600±2 691 ^b	12.35
2020	福州平潭	92 850±960 ^a	85 750±1 717 ^b	8.27
2020	建阳溪口山	78 400±693 ^b	87 700±1 190 ^a	-10.60

注:产量数据为区试当年3个重复的平均值,同行数据肩标不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),下表同

2.2 全国区试验地产量

由表2可知,2016年建阳闽牧6号干草产量较热研4号干草产量显著增加($P<0.05$)。元谋2015—2017年闽牧6号干草产量较热研4号干草产量均显著增加($P<0.05$)。其余试验区或年份闽牧6号与热研4号干草产量差异不显著。

在全国区试验基地,闽牧6号杂交狼尾草年均产干草约21 062 kg/hm²,热研4号王草年均产干草约20 763 kg/hm²。由表3可知,闽牧6号杂交狼尾草和对照热研4号王草的干草产量差异不显著。全国区试验基地中,不同试验地点间的闽牧6号杂交狼尾草干草产量除了元谋与广州、建阳与广州之间差异显著($P<0.05$),其余试验点间差异均不显著(表4)。

品种丰产性及其稳定性的分析如表5所示,闽牧6

号杂交狼尾草从E1~E5区域均适宜栽培,其产量、性状均较好,综合评价较优,而热研4号王草也适应在E1~E5区域栽培,但效应值为负,所以综合评价较差。

2.3 营养成分

经农业部全国草业产品质量监督检验测试中心测定,闽牧6号杂交狼尾草和热研4号王草首次刈割品质如表6所示。闽牧6号首次刈割含水量、粗蛋白、粗脂肪、粗灰分和钙营养成分含量均高于热研4号,粗纤维、中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维和磷含量低于热研4号,但相差不大。

2.4 闽牧6号杂交狼尾草草浆饲喂肉猪试验

表7为闽牧6号杂交狼尾草饲喂肉猪试验结果。与CK组相比,T1组和T2组肉猪氨基酸含量分别提

表2 各试验点各年度干草产量分析表

Table 2 Annual hay yield analysis table for each test site

地点	年份	品种	产量/(kg·hm ⁻²)	增产/%	显著性(P值)
建阳	2015	闽牧6号	16 196 ^a	-2.44	0.726 7
		热研4号	16 601 ^a		
	2016	闽牧6号	28 988 ^a	32.13	0.007 0
		热研4号	21 939 ^b		
	2017	闽牧6号	41 882 ^a	-1.85	0.727 2
		热研4号	42 674 ^a		
南宁	2015	闽牧6号	24 463 ^a	-20.46	0.100 4
		热研4号	30 757 ^a		
	2016	闽牧6号	10 483 ^a	-8.64	0.381 7
		热研4号	11 475 ^a		
	2017	闽牧6号	9860 ^a	-18.91	0.074 1
		热研4号	12 159 ^a		
广州	2015	闽牧6号	7 131 ^a	-20.15	0.294 4
		热研4号	8 930 ^a		
	2016	闽牧6号	9 182 ^a	-6.67	0.625 4
		热研4号	9 839 ^a		
	2017	闽牧6号	12 717 ^a	-7.94	0.061 8
		热研4号	13 814 ^a		
儋州	2015	闽牧6号	20 015 ^a	9.99	0.095 0
		热研4号	18 197 ^a		
	2016	闽牧6号	21 869 ^a	7.69	0.138 9
		热研4号	20 307 ^a		
	2017	闽牧6号	13 006 ^a	2.08	0.569 4
		热研4号	12 741 ^a		
元谋	2015	闽牧6号	22 859 ^a	27.51	0.030 3
		热研4号	17 927 ^b		
	2016	闽牧6号	40 074 ^a	16.34	0.030 5
		热研4号	34 445 ^b		
	2017	闽牧6号	37 204 ^a	15.78	0.010 6
		热研4号	32 135 ^b	-2.44	

表3 闽牧6号杂交狼尾草和热研4号王草产量

Table 3 Analysis of the significance of different varieties

品种	产量/(kg·hm ⁻²)
闽牧6号	2 1062±631 ^a
热研4号	20 263±607 ^a

高了13.05%和15.74%，日增重分别提高了31.5和40.73 g，料肉比分别降低了0.13和0.23。CK组、T1组和T2组，每斤肉的饲料成本分别为4.82元、4.75元、4.72元。以规模养殖，饲养180 d，每头猪均重

表4 闽牧6号杂交狼尾草各个试验点产量差异显著性分析

Table 4 Significance analysis of differences in each test site

试验地点	产量
元谋	307.74±9.23 ^a
建阳	280.47±8.41 ^a
儋州	176.89±5.31 ^{ab}
南宁	165.33±4.95 ^{ab}
广州	102.69±1.94 ^b

120 kg计，与CK组相比，T1组和T2组每头猪分别比成本低16.80元和24.00元。

表5 闽牧6号杂交狼尾草和热研4号王草品种间丰产性及其稳定性分析

Table 5 Analysis of yield and stability among varieties

品种	丰产性能参数		稳定性参数		适应地区	综合评价
	产量/(kg·hm ⁻²)	效应	方差	变异度		
闽牧6号	21 062	3.997	255.263	7.586	E1~E5	很好
热研4号	20 263	-3.996	255.263	7.885	E1~E5	较差

注：E1—建阳，E2—南宁，E3—广州，E4—儋州，E5—元谋

表6 闽牧6号杂交狼尾草和热研4号王草首次刈割品质比较

Table 6 Nutrient composition of the first mowing of each material

品种	含水率	粗蛋白	粗脂肪/(g·kg ⁻¹)	粗纤维	中洗	酸洗	粗灰分	%	
								钙	磷
闽牧6号	7.8	15.3	3.53	21.4	47.8	27.0	13.7	0.31	0.27
热研4号	7.2	13.8	3.23	23.4	55.1	29.3	12.2	0.24	0.31

注：数据帖农业部全国草业产品质量监督检验测试中心提供；各指标数据均以风干样为基础

表7 闽牧6号杂交狼尾草草浆饲喂肉猪试验

Table 7 Experiment on feeding meat pigs with Minmu-6 hybrid *Pennisetum* grass pulp

处理	饲喂效果							饲养成本/(斤·元 ⁻¹)	比降/元
	氨基酸含量/(g·100g ⁻¹)	比增/%	日增重/g	比增/g	料肉比	比降	比降/元		
CK	71.20	—	655.60	—	3.11	—	4.82		
T1	80.49	13.05	686.75	31.5	2.98	-0.13	4.75	-0.07	
T2	82.41	15.74	696.33	40.73	2.88	-0.23	4.72	-0.09	

3 讨论

热研4号王草产量高、品质优，既可以防治水土流失，保持水土^[14-15]，又可以用来饲喂草食动物，提高动物生长性能和消化率^[16]，具有良好的经济价值和饲用价值^[17]，目前热研4号在草食动物和家畜饲料方面应用较为广泛。闽牧6号杂交狼尾草是暖季型禾本科牧草^[18]，茎叶比低，是热带、亚热带地区的重要牧草品种^[19]。为了探究杂交狼尾草属牧草的营养价值和应

用前景，我们开展了杂交狼尾草属牧草良种选育工作，选育出优良新品种闽牧6号杂交狼尾草^[20-21]，并在福建省不同地区、全国不同省市分别种植闽牧6号和热研4号，比较二者产量和营养成分差异。福建省区试结果显示，福清海口和福州平潭的闽牧6号杂交狼尾草产量较热研4号王草产量显著增加。福建建阳、广西南宁、广东广州、海南儋州和云南元谋等地国审区试结果显示，闽牧6号杂交狼尾草在各地的产量和性状均较好，综合评价优，表明闽牧6号杂交狼尾草适

合在亚热带低海拔地区种植。此外,闽牧6号杂交狼尾草首次刈割粗灰分、粗脂肪、粗蛋白和含水率等主要营养成分与热研4号相差不大。由此可见,闽牧6号杂交狼尾草营养价值和产量与热研4号王草相近,可以试用于家畜饲料中。

杂交狼尾草富含各种氨基酸,适量添加不仅可以促进动物机体生长,降低饲养成本,而且有助于肉品质的提高^[22]。有研究表明,饲喂杂交狼尾草可以提高肉兔采食量,增加日增重^[23],且利用率和日增重均较高^[24]。沈美英^[25]研究发现,杂交狼尾草可以替代谷类饲料饲喂奶牛,且对奶牛的干物质采食量、产奶量和乳脂肪没有显著影响。冯德庆等^[26]用闽牧6号杂交狼尾草饲喂奶牛,结果显示奶牛的干物质采食量和产奶量差异不显著,且产奶量更稳定。黄水珍等^[27]发现给肉猪饲喂青贮的杂交狼尾草,肉猪日增重和肉品质有明显提高。本试验也有类似发现,与全精料饲喂的CK组相比,T1、T2组氨基酸含量和日增重随着草浆含量的增加而提高;料肉比和饲养成本随着草浆含量的增加而减少。此外,试验时期CK组、T1组、T2组每斤肉的饲料成本分别为4.82元、4.75元和4.72元,以每头猪均重120 kg计,T1组和T2组较CK组每头猪降低成本16.80元、24.00元。且由于添加牧草猪肉风味好,在市场上猪肉售价会比普通肉猪高0.1~0.2元/kg,所以,草浆养猪每头可以增加经济效益30~70元,经济效益较为明显。综上所述,闽牧6号杂交狼尾草用于家畜养殖,可以提高家畜生长性能,降低饲养成本,经济效益较为明显;多余的草产品做成青贮料可以用于反刍动物越冬,有效填补了南方牧场冬季草料不足的问题。

4 结论

闽牧6号杂交狼尾草与热研4号王草相比,产量与营养成分含量相近,饲喂肉猪可提高其氨基酸含量和日增重,并且降低饲养成本。所以闽牧6号杂交狼尾草是促进有限农业资源高效利用、提高草食动物养殖过程中优质粗饲料使用率的优良草种,具有较大种植潜力和社会经济效益。

参考文献:

[1] 张继友. 中国王草种质资源经济价值研究[D]. 海口:海

南大学,2014.

- [2] 王文强,周汉林,唐军. 狼尾草属牧草研究及利用进展[J]. 热带农业科学,2018,38(6):49-55.
- [3] 黄秀声,钟珍梅,黄勤楼,等. 利用¹⁵N示踪技术研究8种禾本科牧草对氮肥的吸收和转化效率[J]. 核农学报,2014,28(9):1677-1684.
- [4] 黄建明,叶兰. 杂交狼尾草的栽培技术及饲养价值[J]. 北京农业,2015(19):123-124.
- [5] 冯蕊华. 鱼用型优质高产饲粮兼用品种——杂交狼尾草[J]. 湖北畜牧兽医,2002(6):35-36.
- [6] 全国饲料工业标准化委员会. 饲料中粗蛋白的测定 凯氏定氮法:GB/T 6432-2018[S]. 北京:中国标准出版社,2018.
- [7] 全国饲料工业标准化委员会. 饲料中粗脂肪的测定:GB/T 6433-2006/ISO 6492[S]. 北京:中国标准出版社,1999.
- [8] 全国饲料工业标准化委员会. 饲料中粗灰分的测定方法:GBT6438-2007[S]. 北京:中国标准出版社,2007.
- [9] 全国饲料工业标准化委员会. 饲料中钙的测定:GBT6436-2018[S]. 北京:中国标准出版社,2018.
- [10] 全国饲料工业标准化委员会. 饲料中粗纤维测定方法:GB/T6434-2006/ISO 6865[S]. 北京:中国标准出版社,2000.
- [11] 全国饲料工业标准化委员会. 饲料中总磷的测定—分光光度法:GBT6437-2018[S]. 北京:中国标准出版社,2018.
- [12] 全国饲料工业标准化委员会. 饲料中中性洗涤纤维的测定方法:GB/T20806-2006[S]. 北京:中国标准出版社,2006.
- [13] 全国饲料工业标准化委员会. 饲料中酸性洗涤纤维的测定:NY/T 1454-2022[S]. 中国农业出版社,2022.
- [14] 陈志彤,黄勤楼,潘伟彬,等. 热研4号王草的适应性及其在福建的推广应用[J]. 热带农业科学,2009,29(7):25-27.
- [15] 尚德林. 热研4号王草[J]. 中国农业文摘(畜牧),2004,20(4):36.
- [16] 李茂,字学娟,周汉林. 热研4号王草青贮研究[J]. 中国草食动物科学,2012(S1):304-308.
- [17] 田静,申成利,张建国. 狼尾草属4种牧草饲用价值研究[J]. 饲料研究,2021,44(7):114-118.
- [18] 陈志彤,何水林,黄毅斌,等. ‘闽牧6号’狼尾草组织培养再生体系的建立[J]. 福建农业学报,2016,31(1):

- 70—73.
- [19] 陈志彤,黄勤楼,潘伟彬,等. 狼尾草属牧草 rDNA 的 ITS 序列分析[J]. 草业学报,2010,19(4):135—141.
- [20] 谢龙儿. 杂交狼尾草在生态养猪工程技术中的试验研究[D]. 福州:福建农林大学,2013.
- [21] 陈钟佃,张丽梅,黄秀声,等. 杂交狼尾草茎叶解剖结构及其与主要生物学特性的联系[J]. 中国草地学报,2009,31(6):39—43.
- [22] 黄秀声,黄水珍,陈钟佃,等. 不同施肥处理的杂交狼尾草打浆后饲喂育肥猪效果研究[J]. 家畜生态学报,2008,29(5):69—73.
- [23] 张运昌,沈玉婷. 杂交狼尾草饲养肉兔试验[J]. 福建畜牧兽医,1995(2):7—8.
- [24] 周卫星,翟频,张振华,等. 杂交狼尾草对獭兔饲喂效果的研究[J]. 中国养兔,2003(1):9—10.
- [25] 沈美英. 狼尾草替代荷斯坦黑白花奶牛日粮中的谷类饲料的研究[J]. 畜牧与饲料科学(畜牧版),2006(1):18.
- [26] 冯德庆,黄勤楼,黄秀声,等. 杂交狼尾草、羊草不同干草比例对奶牛生产性能和乳品质的影响[J]. 草业科学,2016,33(9):1868—1874.
- [27] 黄水珍. 饲喂杂交狼尾草青贮料对猪生产性能和肉质的影响[J]. 中国农学通报,2015,31(8):21—25.

Characteristics of hybrid pennisetum Minmu No.6 and its resource utilization

CHEN Zhong-dian^{1,2}, HUANG Zhang-ming³, WU Fei-long⁴, HUANG Xiu-sheng^{1,2*},
FENG De-qing^{1,2}, HUANG Xiao-yun^{1,2}

(1. Agro-ecological Research Institute of FAAS, Fuzhou 350013, China; 2. Fujian Engineering and Technology Research Center for Recycling Agriculture, Fuzhou 350013, China; 3. Science and Technology Information Institute of Yanping District, Nanping 35300, China; 4. Agricultural-Engineering Institute, FAAS, Fuzhou 350013, China)

Abstract: 【Objective】 To analyze the cultivation potential, social and economic benefits of hybrid Pennisetum Minmu No. 6. 【Method】 The hybrid Pennisetum Minmu No. 6 and king grass Reyan No. 4 (control) were cultivated in 2015—2017 and 2018—2020, respectively, to compare the yields and nutrient contents in different experimental areas, and to analyze the effect of hybrid Pennisetum Minmu No. 6 on feeding pigs. 【Result】 The annual fresh grass yield of hybrid Pennisetum Minmu No. 6 in Haikou of Fuqing city and Pingtan of Fuzhou city (145 600 and 92 850 kg/hm²) was significantly higher than that of the control (129 600 and 85 750 kg/hm²). In the comparison of the three—year regional trials in five provinces across the country, the annual average hay yield of hybrid Pennisetum Minmu No. 6 was higher than that of the control in Jianyang, Nanning, Guangzhou, Danzhou and Yuanmou experimental areas, but the difference was not significant. The comprehensive evaluation of hay yield, nutritional quality and character stability was good. The hybrid Pennisetum Minmu No. 6 was fed to pigs. The results show that 0.5 kg/(head·d) was used straw pulp has the best effect on feeding pigs. Increasing the total amount of amino acids and reducing the feed meat ratio can increase the economic benefit by 30~70 yuan per head. 【Conclusion】 The production performance and stability of hybrid Pennisetum Minmu No. 6 were good, the suitable area was wide, and the economic benefit of feeding straw pulp to pigs was obvious.

Key words: hybrid pennisetum Minmu No. 6; king grass Reyan No. 4; yield; nutrient contents; straw pulp was fed to pigs