

文章编号: 1674-7054(2014)03-0265-07

19份野生豆科绿肥的有机肥品质评价

邹恒福¹, 王松林^{1, 2}, 刘国道¹, 黄冬芬¹, 高玲¹, 杨虎彪¹

(1. 中国热带农业科学院 热带作物品种资源研究所/农业部华南作物基因资源与种质创制重点实验室 & 农业部木薯种质资源保护与利用重点实验室, 海南 儋州 571737; 2. 海南大学 农学院, 海南 海口 570228)

摘要: 分析 19 份采自海南、广西、广东、福建、云南等地的豆科绿肥种质的矿质养分含量, 并在此基础上利用有机肥分级评价方法对这些豆科种质进行有机肥分级。结果表明: 19 份豆科绿肥的大量元素含量变异较大, 其中含氮量为 $12.4 \sim 43.8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ (平均 $22.2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$), 含磷量为 $4.3 \sim 16.7 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ (平均 $9.7 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$), 含钾量为 $5.6 \sim 31.1 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ (平均 $12.9 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$)。供试的 19 份豆科绿肥种质的有机肥评价结果显示, 大多数为 2 级有机肥, 3 级和 1 级有机肥均仅有 1 份, 说明这 19 份豆科绿肥都是品质较高的绿肥。

关键词: 豆科绿肥; 养分含量; 分级评价; 热带; 亚热带; 中国

中图分类号: S 142.1

文献标志码: A

中国南方热区土壤多为红壤等酸性土壤, 普遍存在酸度高、有机质与磷等矿质养分缺乏、铝毒、锰毒等问题^[1], 严重影响了当地作物的生长, 再加上过去几十年中, 农业生产中一直重视化肥的施用, 而对有机肥的施用缺乏足够的重视, 导致土壤中有机质的含量不断下降, 土壤理化性质与生物学性质不断变差, 最终导致农产品的产量与品质不断下降。施用绿肥等有机肥是解决这一问题的有效农艺措施。豆科 (Leguminosae) 植物是绿肥作物的最重要资源之一, 在全球约有 650 属, 18 000 种, 广布于世界各地。我国有豆科作物 172 属, 1 485 种, 在各省区均有分布^[2]。对该科的野生资源进行研究有望寻找优质的绿肥种质资源。近年的研究^[3-4]仅在热带豆科绿肥种质资源的评价上, 但这些研究对于绿肥资源的评价数量和能够提供的优质绿肥资源均还很少, 难以满足当代农业不同生产条件下对于绿肥多样化的需求。因此, 本研究在此基础上进一步对中国南方热区的豆科野生绿肥资源进行了调查, 分析了 19 份采自海南等南方热区的豆科绿肥种质的矿质养分含量, 并对其进行了有机肥分级评价, 旨在为我国热带、亚热带地区豆科绿肥种质资源的科学合理利用提供研究依据。

1 材料与方法

1.1 材料 绿肥材料采自中国南方热带、亚热带地区的海南、广西、广东、福建、云南等地 (见表 1)。将采集的绿肥鲜样带回实验室, 在 105°C 条件下杀青后, 在 75°C 条件下烘干至恒重, 烘干样品粉碎后过 1 mm 的尼龙筛, 封存备用。

1.2 测定方法

1.2.1 氮的测定 根据鲁如坤^[5]的方法, 硫酸-双氧水消煮样品后, 用靛酚蓝比色法测定氮含量。

1.2.2 其他元素的测定 植物样品用微波消解后, 消煮液中除氮以外的大量元素、微量元素的含量用等离子发射光谱仪 (美国, Thermo Elemental 公司, IRIS Intrepid II XSP 型) 测定^[6]。

收稿日期: 2014-07-30

基金项目: 国家自然科学基金项目 (41101224); 现代农业人才支撑计划项目; 现代农业产业技术体系建设专项资金 (CARS-35)

作者简介: 邹恒福 (1976-), 男, 博士, 副研究员. E-mail: hengfu.huan@163.com

通信作者: 黄冬芬, 博士, 助理研究员, 主要从事热带绿肥资源的评价与热带牧草逆境生理方面的研究. E-mail: dongfen.huang@163.com

表 1 供试绿肥种质

Tab. 1 Green manure germplasm for evaluation

编号 No.	绿肥名 Green manure	物候期 Phenological phase	采样地点 Site of sampling
1	猪屎豆 <i>Crotalaria pallida</i>	营养期 Vegetation stage	海南省保亭黎族苗族自治县 Baoting Li-Miao Autonomous County, Hainan Province N = 18°44.576', E = 109°36.496', H = 373.1 m
2	猪屎豆 <i>Crotalaria pallida</i>	开花期 Blossom stage	云南省红河哈尼族彝族自治州 Honghe Hani and Yi autonomous prefecture, Yunan Province
3	假木豆 <i>Dendrolobium triangulare</i>	结果期 Fruit stage	海南省儋州市 Danzhou city, Hainan Province N = 19°30.633', E = 109°30.194', H = 109.1 m
4	假木豆 <i>Dendrolobium triangulare</i>	营养期 Vegetation stage	广西壮族自治区百色市 Baise city, Guangxi Zhuang Autonomous Region N = 23°49.855', E = 106°59.376', H = 221.0 m
5	假木豆 <i>Dendrolobium triangulare</i>	开花期 Blossom stage	海南省儋州市 Danzhou city, Hainan Province N = 19°30.633', E = 109°30.194', H = 109.1 m
6	杭子梢 <i>Campylotropis macrocarpa</i>	成熟期 Maturation stage	贵州省兴义市 Xingyi city, Guizhou Province N = 24°57.288', E = 105°05.186', H = 1020 m
7	单节假木豆 <i>Dendrolobium lanceolatum</i>	结荚期 Pod-setting stage	海南省儋州市 Danzhou city, Hainan Province N = 19°30.633', E = 109°30.194', H = 109.1 m
8	单节假木豆 <i>Dendrolobium lanceolatum</i>	开花期 Blossom stage	海南省东方市 Dongfang city, Hainan Province N = 19°06.500', E = 108°45.835', H = 52.7 m
9	单节假木豆 <i>Dendrolobium lanceolatum</i>	结荚期 Pod-setting stage	海南省儋州市 Danzhou city, Hainan Province N = 19°30.633', E = 109°30.194', H = 109.1 m
10	单节假木豆 <i>Dendrolobium lanceolatum</i>	结荚期 Pod-setting stage	海南省儋州市 Danzhou city, Hainan Province N = 19°30.633', E = 109°30.194', H = 109.1 m
11	柄腺山扁豆 <i>Cassia pumila</i>	营养期 Vegetation stage	海南省三亚市 Sanya city, Hainan Province N = 18°15.825', E = 109°33.972', H = 11 m
12	扁豆 <i>Lablab purpureus</i>	营养期 Vegetation stage	广西壮族自治区苍梧县 Wuzhou County, Guangxi Zhuang Autonomous Region N = 23°08.948', E = 111°08.410', H = 142.4 m
13	扁豆 <i>Lablab purpureus</i>	结荚期 Pod-setting stage	福建省漳州市 Zhangzhou city, Fujian Province N = 23°48.555', E = 117°21.393', H = 39.7 m
14	扁豆 <i>Lablab purpureus</i>	营养期 Vegetation stage	海南省儋州市 Danzhou city, Hainan Province N = 19°30.633', E = 109°30.194', H = 109.1 m
15	扁豆 <i>Lablab purpureus</i>	营养期 Vegetation stage	广东省罗定市 Luoding city, Guangdong Province N = 22°45.373', E = 111°32.405', H = 56.6 m
16	扁豆 <i>Lablab purpureus</i>	开花期 Blossom stage	广西壮族自治区柳州市 Liuzhou city, Guangxi Zhuang Autonomous Region N = 24°22.938', E = 109°33.226', H = 89.8 m

续表 1 Continued to Tab. 1

编号 No.	绿肥名 Green manure	物候期 Phenological phase	采样地点 Site of sampling
17	扁豆 <i>Lablab purpureus</i>	结荚期 Pod-setting stage	广西壮族自治区百色市 Baise city, Guangxi Zhuang Autonomous Region N = 24°11.982′, E = 106°19.449′, H = 236.6 m
18	扁豆 <i>Lablab purpureus</i>	开花期 Blossom stage	福建省莆田市 Putian city of Fujian Province N = 25°22.875′, E = 119°03.841′, H = 10.7 m
19	扁豆 <i>Lablab purpureus</i>	初花期 Early blossom stage	广西壮族自治区河池市 Hechi city, Guangxi Zhuang Autonomous Region N = 24°27.174′, E = 108°40.643′, H = 203.5 m

1.3 数据统计与分析 用 MS-Excel 进行数据的计算和处理,用 SAS 8.2 统计软件对处理后的数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 豆科绿肥种质中养分元素的含量 从表 2 可知,19 份种质的平均含氮量约为 22.2 g · kg⁻¹,变异较大,变异系数为 31.6%。含氮量超过 30 g · kg⁻¹的有 2 份,占整个被调查种质的 10.5%;含氮量在 15 ~ 30 g · kg⁻¹区间的种质最多,有 16 份,占整个被调查种质的 84.2%;仅有 1 份种质含量在 15% 以下,为假木豆(编号为 5),占整个调查种质的 5.3%。此外,在供试的 19 种绿肥种质中共有 6 种作物,虽然都是豆科作物,但是其含氮量存在明显差异,6 种作物的平均含氮量高低顺序为猪屎豆 > 扁豆 > 柄腺山扁豆 > 单节荚假木豆 > 杭子梢 > 假木豆。

从表 2 可知,19 份豆科种质的平均含磷量约为 9.7 g · kg⁻¹,变异系数为 37.9%,变异较大。含量高于 10.0 g · kg⁻¹的绿肥种质有 7 份,份数最多,占整个调查种质的 36.8%;含磷量在 5 ~ 10 g · kg⁻¹之间的有 11 份种质,占整个被调查种质的 57.9%;假木豆(编号为 5)的含磷量最低,为 4.3%,也是唯一 1 份含量在 5% 以下的种质,占整个被调查种质的 4.0%。此外,表 2 的结果表明,在供试的 19 种绿肥种质中共有 6 种作物,虽然都是豆科作物,但是其含磷量存在明显差异,6 种作物的平均含氮量高低顺序为杭子梢 > 扁豆 > 猪屎豆 > 单节荚假木豆 > 柄腺山扁豆 > 假木豆。

从表 2 可知,19 份豆科种质的平均含钾量约为 12.9 g · kg⁻¹,变异较大,变异系数为 46.0%。结果表明,19 份豆科种质的含钾量不高,含钾量均没有超过 40.0 g · kg⁻¹,含钾量在 20 ~ 40 g · kg⁻¹之间的也仅有 2 份,占整个被调查种质的 10.5%;含量在 10 ~ 20 g · kg⁻¹之间的份数最多,有 10 份,占整个被调查种质的 52.6%;含钾量在 6 ~ 10 g · kg⁻¹之间的有 6 份,占整个被调查种质的 31.6%;扁豆(编号为 19)的含量最低,为 5.6 g · kg⁻¹,也是唯一 1 份含量在 6 g · kg⁻¹以下的种质,占整个调查种质的 5.3%。此外,表 2 的结果表明,在供试的 19 种绿肥种质中共有 6 种作物,虽然都是豆科作物,但是其含钾量存在明显差异,6 种作物的平均含钾量高低顺序为单节荚假木豆 > 杭子梢 > 假木豆 > 扁豆 > 猪屎豆 > 柄腺山扁豆。

2.2 豆科绿肥有机肥品质评价与分级 参考全国农业技术推广服务中心的方法^[9]对 19 份豆科绿肥种质的肥用价值进行评价(表 3、4),评价结果见表 5。从表 5 可知,19 份豆科绿肥种质中,符合 1 级有机肥标准的仅有 1 份,为猪屎豆(编号为 1),约占 5.3%;符合 2 级有机肥标准的有 17 份,约占总数的 89.5%;仅有 1 份符合 3 级有机肥标准,约占总数的 5.3%。上述结果表明,绝大多数为 2 级有机肥,3 级和 1 级有机肥均仅有 1 份,说明本研究的 19 份豆科绿肥种质的品质较高。同为开花期的 2 份扁豆种质(编号为 16、18),但由于生境不同,1 份种质为 2 级有机肥,而另一份为 3 级有机肥。该结果也进一步说明,通过采用合理的栽培措施如施肥等可有效改善绿肥的品质。然而,也有的绿肥品质不受环境因素的影响,如来自海南(编号 14)与广东(编号为 15)的 2 份扁豆种质,虽然生境不同,但均为 2 级有机肥,其原因一方面可能是它们虽然生长地不同,但生长环境可能一致,从而导致其分级结果一致。而另一方面,很有可能是作物本身特性很强,不受或者很少受生境等环境因素的影响。

表2 豆科绿肥大量元素含量

Tab. 2 The content of crude organic matter and macronutrients in the leguminous green manure $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$

编号 No.	绿肥 Green manure	N	P	K
1	猪屎豆 <i>Crotalaria pallida</i>	43.8	9.8	13.8
2	猪屎豆 <i>Crotalaria pallida</i>	33.3	7.7	9.8
3	假木豆 <i>Dendrolobium triangulare</i>	16.9	7.2	9.3
4	假木豆 <i>Dendrolobium triangulare</i>	17.4	6.3	7.5
5	假木豆 <i>Dendrolobium triangulare</i>	12.4	4.3	23.2
6	杭子梢 <i>Campylotropis macrocarpa</i>	17.7	15.3	13.8
7	单节假木豆 <i>Dendrolobium lanceolatum</i>	15.0	12.4	31.1
8	单节假木豆 <i>Dendrolobium lanceolatum</i>	20.8	7.9	10.3
9	单节假木豆 <i>Dendrolobium lanceolatum</i>	21.5	6.2	8.1
10	单节假木豆 <i>Dendrolobium lanceolatum</i>	16.9	5.9	8.9
11	柄腺山扁豆 <i>Cassia pumila</i>	22.3	6.3	8.7
12	扁豆 <i>Lablab purpureus</i>	26.4	10.7	14.2
13	扁豆 <i>Lablab purpureus</i>	19.5	10.1	12.7
14	扁豆 <i>Lablab purpureus</i>	22.7	9.9	12.8
15	扁豆 <i>Lablab purpureus</i>	20.2	9.3	14.7
16	扁豆 <i>Lablab purpureus</i>	24.1	8.0	10.5
17	扁豆 <i>Lablab purpureus</i>	22.2	16.7	16.9
18	扁豆 <i>Lablab purpureus</i>	23.1	14.3	13.1
19	扁豆 <i>Lablab purpureus</i>	25.5	15.8	5.6
平均含量 Mean		22.2	9.7	12.9
变异系数 CV		31.6	37.9	46.0

表3 有机肥料品质三要素分级标准^④

Tab. 3 The classification standard for the three quality elements of organic manure

等级 Classification	粗有机物 Crude organic matter		全氮 Total-N		全磷 Total-P		全钾 Total-K	
	含量 $w/\%$	评分	含量 $w/(\text{g} \cdot \text{kg}^{-1})$	评分	含量 $w/(\text{g} \cdot \text{kg}^{-1})$	评分	含量 $w/(\text{g} \cdot \text{kg}^{-1})$	评分
	Content	Score	Content	Score	Content	Score	Content	Score
1 级 Grade I	>80	25	>3.0	40	>1.0	15	>4.0	20
2 级 Grade II	50~80	20	1.5~3.0	32	0.5~1.0	12	2.0~4.0	16
3 级 Grade III	30~50	15	0.5~1.5	24	0.3~0.5	9	1.0~2.0	12
4 级 Grade IV	15~23	10	0.3~0.5	16	0.1~0.3	6	0.6~1.0	8
5 级 Grade V	≤ 15	5	≤ 0.3	8	≤ 0.1	3	≤ 0.6	4

表4 有机肥料品质总分分级标准^④

Tab. 4 The classification standard of the total scores for the organic manure quality

评分 Classification	5 级 Grade V	4 级 Grade IV	3 级 Grade III	2 级 Grade II	1 级 Grade I
N、P、K、粗有机物 四要素总分 Total score from the four key elements (N, P, K, crude matter)	21~40	41~55	56~70	71~85	86~100

表5 19 份豆科绿肥资源的有机肥品质分级评价结果

Tab.5 Quality classification of the organic manures from the 19 accession of leguminous green manure plants

编号 No.	绿肥 Green manure	评分 Score				总分 Total Score	分级 Classification
		粗有机物 Crude organic matter	N	P	K		
1	猪屎豆 <i>Crotalaria pallida</i>	25	40	12	12	89	1 级 Grade I
2	猪屎豆 <i>Crotalaria pallida</i>	25	40	12	8	85	2 级 Grade II
3	假木豆 <i>Dendrolobium triangulare</i>	25	32	12	8	77	2 级 Grade II
4	假木豆 <i>Dendrolobium triangulare</i>	25	32	12	8	77	2 级 Grade II
5	假木豆 <i>Dendrolobium triangulare</i>	25	24	9	16	74	2 级 Grade II
6	杭子梢 <i>Campylotropis macrocarpa</i>	25	32	15	12	84	2 级 Grade II
7	单节假木豆 <i>Dendrolobium lanceolatum</i>	25	24	15	16	80	2 级 Grade II
8	单节假木豆 <i>Dendrolobium lanceolatum</i>	25	32	12	12	81	2 级 Grade II
9	单节假木豆 <i>Dendrolobium lanceolatum</i>	25	32	12	8	77	2 级 Grade II
10	单节假木豆 <i>Dendrolobium lanceolatum</i>	25	32	12	8	77	2 级 Grade II
11	柄腺山扁豆 <i>Cassia pumila</i>	25	32	12	8	77	2 级 Grade II
12	扁豆 <i>Lablab purpureus</i>	25	32	15	12	84	2 级 Grade II
13	扁豆 <i>Lablab purpureus</i>	25	32	15	12	84	2 级 Grade II
14	扁豆 <i>Lablab purpureus</i>	25	32	12	12	81	2 级 Grade II
15	扁豆 <i>Lablab purpureus</i>	25	32	12	12	81	2 级 Grade II
16	扁豆 <i>Lablab purpureus</i>	25	16	12	12	65	3 级 Grade III
17	扁豆 <i>Lablab purpureus</i>	25	32	15	12	84	2 级 Grade II
18	扁豆 <i>Lablab purpureus</i>	25	32	15	12	84	2 级 Grade II
19	扁豆 <i>Lablab purpureus</i>	25	32	15	4	76	2 级 Grade II

3 讨 论

中国南方土壤多为酸性土壤,施用绿肥等有机肥可通过增加有机质以及矿质养分含量、改善土壤的物理及生物学性质来提高土壤的肥力^[7-19],此外,大量研究表明^[20-28],施用绿肥等有机肥还可以有效降低酸性土壤中普遍存在的铝毒、锰毒等作物生长障碍,并能有效改善土壤酸度过高的问题。因此,施用绿肥等有机肥可有效缓解甚至解决南方酸性土壤上出现的一系列的作物生长障碍问题。而选用高品质的绿肥是解决这些问题的关键环节之一,然而目前生产实践中种植的绿肥作物品种较少,不能满足这些地区不同环境条件下的多样化需求,为此,亟需寻找优质的绿肥作物种质资源为绿肥优良品种的选育提供研究基础。本研究结果表明,19 份豆科绿肥的大量元素含量较高并富含微量元素,但变异较大。含氮量为 $12.4 \sim 43.8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ (平均为 $22.2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$),含磷量为 $4.3 \sim 16.7 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ (平均为 $9.7 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$),含钾量为 $5.6 \sim 31.1 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ (平均为 $12.9 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$)。19 份豆科绿肥的有机肥评价结果表明,均为 3 级以上有机肥,但绝大多数为 2 级有机肥,3 级和 1 级有机肥均仅有 1 份。近年来,已经开展了很多热带野生绿肥的分级评价研究,邹恒福等^[29]的研究结果表明,热区野生的 53 份大戟科绿肥的矿质养分含量高,多数为 2 级有机肥。罗瑛等^[30]对 12 份菊科紫茎泽兰以及高玲等^[31]对 8 份蓼科酸模的有机肥品质进行了评价,发现二者总体上为 2 级有机肥。本研究的结果也表明,在研究的 19 份豆科绿肥中,绝大多数豆科绿肥为 2 级有机肥。这些结果表明,热带野生绿肥的有机肥价值普遍较高。然而刘壮等对豆科山蚂蝗属^[3]、葛属^[4]以及黎春花和刘国道^[32]对旋花科与赖杭桂等^[33]对禾本科绿肥品质的评价结果表明,多数绿肥的有机价值不高,在 2 级有机肥以下。上述这些研究结果的差异表明,热带野生绿肥的有机肥价值存在很大差异,这种差异不仅是不同科的绿肥种质间,也存在于同一科的绿肥间。这些差异可为不同栽培环境条件下多样化优质绿肥品种的选育提供遗传背景基础,也可为通过良好的栽培技术措施改善提高绿

肥作物的有机肥品质提供了研究参考。

本研究采用的是直接采集野生绿肥来进行评价的方法,该方法的优点是直接从原始生境采集绿肥种质,各种绿肥种质的土壤、气候等环境条件比较适合,充分体现了各绿肥在其适宜的生境条件下的肥用价值,但这种研究方法存在不同绿肥种质的土壤、气候等环境不一,很难严格比较不同绿肥的肥用价值差异,因此,本研究结果仅是对野生绿肥资源的有机肥价值进行分级评价的前期工作,需要进一步开展生境等环境条件一致的比较研究,从而更清晰地对不同绿肥种质间的有机肥品质进行全面系统的评价。

参考文献:

- [1] 赵其国,黄国勤,马艳芹. 中国南方红壤生态系统面临的问题及对策 [J]. 生态学报,2013,33(24): 7615 - 7622.
- [2] 中国科学院中国植物志编委会. 中国植物志(39卷)·豆科 [M]. 北京: 科学出版社,1988.
- [3] 刘壮,刘国道,高玲,等. 山蚂蝗属 13 种热带绿肥植物营养元素含量及品质评价 [J]. 中国农学通报,2009,25(4): 145 - 148.
- [4] 刘壮,刘国道,邹树乾,等. 6 种葛属热带绿肥营养元素含量及品质评价 [J]. 现代农业科技,2009(1): 171 - 172.
- [5] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法 [M]. 北京: 中国农业科技出版社,2000.
- [6] 全国农业技术推广服务中心. 中国有机肥料资源 [M]. 北京: 中国农业科技出版社,1999.
- [7] HAN X, CHENG Z, MENG H. Soil properties, nutrient dynamics, and soil enzyme activities associated with garlic stalk decomposition under various conditions [J]. PLoS One, 2012(7): e50868.
- [8] PIOTROWSKA A, WILCZEWSKI E. Effects of catch crops cultivated for green manure and mineral nitrogen fertilization on soil enzyme activities and chemical properties [J]. Geoderma, 2012, 189/190: 72 - 80.
- [9] BUYSSE P, ROISIN C, AUBINET M. Fifty years of contrasted residue management of an agricultural crop: impacts on the soil carbon budget and on soil heterotrophic respiration [J]. Agr. Ecosyst. Environ., 2013, 167: 52 - 59.
- [10] XAVIER FA DA S, MAIA SM F, RIBEIRO K A, et al. Effect of cover plants on soil C and N dynamics in different soil management systems in dwarf cashew culture [J]. Agr. Ecosyst. Environ., 2013, 165: 173 - 183.
- [11] WUEST S B, GOLLANY H T. Soil organic carbon and nitrogen after application of nine organic amendments [J]. Soil Sci. Soc. Am. J., 2013, 77: 237 - 245.
- [12] ZHANG W J, XU M G, WANG X J, et al. Effects of organic amendments on soil carbon sequestration in paddy fields of subtropical China [J]. J. Soils Sediments, 2012(12): 457 - 470.
- [13] OPALA A P. Comparative effects of lime and organic materials on selected soil chemical properties and nutrient uptake by maize in an acid soil [J]. Arch. Appl. Sci. Res., 2011, 3(1): 96 - 107.
- [14] DONG W, ZHANG X, WANG H, et al. Effect of different fertilizer application on the soil fertility of paddy soils in red soil region of southern China [J]. PLoS One, 2012(7): e44504.
- [15] 邹恒福,刘国道,BERTHELSANE S,等. 施用不同土壤改良剂对砖红壤酸度的影响 [J]. 热带作物学报,2009,30(8): 1099 - 1104.
- [16] 线琳,刘国道,邹恒福,等. 施用 8 种野百合属绿肥后砖红壤速效钾含量随时间的动态变化 [J]. 热带作物学报,2011, 32(2): 198 - 202.
- [17] 邹恒福,刘国道,WEBB M,等. 施用不同土壤改良剂对砖红壤交换性能影响的初步研究 [J]. 热带作物学报,2009,30(11): 1595 - 1601.
- [18] 张如莲,李艳,刘国道,等. 豆科绿肥对砖红壤交换性盐基组成的动态影响 [J]. 热带作物学报,2011,32(7): 1282 - 1286.
- [19] 线琳,刘国道,邹恒福,等. 施用热带、亚热带豆科绿肥对砖红壤有效磷含量的时间动态影响 [J]. 草业科学,2011,28(10): 1781 - 1786.
- [20] HUE N V. Correcting soil acidity of a highly weathered Ultisol with chicken manure and sewage sludge [J]. Commun. Soil Sci. Plant Anal., 1992, 23: 241 - 264.
- [21] HUE N V, CRADDOCK G R, ADAMS F. Effect of organic acids on aluminum toxicity in subsoils [J]. Soil Sci. Soc. Am. J., 1986, 50: 28 - 34.
- [22] WONG M T F, SWIFT R S. Role of organic matter in alleviating soil acidity [M]. New York: Marcel Dekker, Inc., NY, USA, 2003.
- [23] XU J M, TANG C, CHEN Z L. The role of plant residues in pH change of acid soils differing in initial pH [J]. Soil Biol.

- Biochem. , 2006 , 38: 709 – 719.
- [24] XU R K, COVENTRY D R. Soil pH changes associated with lupin and wheat plant materials incorporated in a red-brown earth soil [J]. Plant Soil, 2003, 250(1) : 113 – 119.
- [25] ANO A O, UBOCHI C I. Neutralization of soil acidity by animal manures: mechanism of reaction [J]. Afr. J. Biotechnol. , 2007, 6 (4) : 364 – 368.
- [26] MAO J, XU R K, LI J Y, et al. Effect of dicyandiamide on liming potential of two legume materials when incubated with an acid Ultisol [J]. Soil Biol. Biochem. , 2010, 42(9) : 1632 – 1635.
- [27] WANG N, XU R K, LI J Y. Amelioration of an acid Ultisol by agricultural by-products [J]. Land Degrad Develop, 2010, 22: 513 – 518.
- [28] 李艳, 张如莲, 刘国道, 等. 施用豆科绿肥后砖红壤酸度随时间的动态变化 [J]. 热带作物学报, 2011, 32(3) : 427 – 431.
- [29] 邹恒福, 周建南, 黎春花, 等. 野生大戟科绿肥的有机肥品质评价 [J]. 热带作物学报, 2012(2) : 215 – 224.
- [30] 罗瑛, 刘壮, 高玲, 等. 紫茎泽兰的有机肥品质评价 [J]. 中国农学通报, 2009, 25(7) : 179 – 182.
- [31] 高玲, 罗瑛, 刘壮, 等. 热带绿肥酸模的矿质元素含量及评价 [J]. 中国农学通报, 2009, 25(5) : 178 – 181.
- [32] 黎春花, 刘国道. 热带亚热带地区 8 种旋花科植物的元素含量分析 [J]. 中国农学通报, 2009, 25(17) : 274 – 281.
- [33] 赖杭桂, 高玲, 张如莲, 等. 24 种热带禾本科植物的绿肥价值分析与评价 [J]. 热带作物学报, 2011, 32(8) : 1411 – 1417

Quality Evaluation of Organic Manure from 19 Accessions of Wild Leguminous Green Manure Plants

HUAN Hengfu¹, WANG Songlin^{1,2}, LIU Guodao¹, HUANG Dongfen¹, GAO Ling¹, YANG Hubiao¹

(1. China Tropical Crops Genetic Resources Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences /Key Laboratory of Crop Gene Resources and Germplasm Enhancement in Southern China, Ministry of Agriculture, P. R. China & Key Laboratory of Conservation and Utilization of Cassava Genetic Resources, Ministry of Agriculture, P. R. China, Danzhou 571737, China; 2. College of Agronomy, Hainan University, Danzhou 571737, China)

Abstract: Nineteen accessions of germplasm of leguminous green manure plants collected in various localities from Hainan, Guangdong, Guangxi, Yunnan provinces were determined in terms of crude organic matter content and mineral nutrients content, and their organic manure quality was evaluated based on the analysis of the mineral elements content. The results indicated that the 19 accessions of the leguminous plant germplasm varied substantially in macro nutrient element content. Their nitrogen content ranged from $12.4 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ to $43.8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ (the mean: $22.2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$), the phosphorus content from $4.3 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ to $16.7 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ (the mean: $9.7 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$), and the potassium content from $5.6 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ to $31.1 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ (the mean: $12.9 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$). All the accessions of the leguminous plant germplasm had a high quality of organic manure when used as green manure, most of which were listed in the Grade II of the organic manure, with one in Grade III and one in Grade I. This indicated that these 19 accessions of the leguminous green manure plants under evaluation are green manure plants with high quality of organic manure.

Key words: leguminous plant; nutrients content; classification; tropics; subtropics; China

《热带生物学报》第一届编委会编委

刘国道，男，1963年6月生，云南腾冲市人，研究员，博士生导师。现任中国热带农业科学院副院长、海南省突出贡献专家、国务院特殊津贴专家，兼任中国草学会副理事长、全国牧草品种审定委员会副主任、全国热带作物品种审定委员会副主任、热带作物学会热带牧草与饲料专业委员会主任委员。1985年7月毕业于华南热带农业大学（原华南作物学院）热作栽培专业，获学士学位；2007年获华南热带农业大学作物栽培学与耕作学农学博士学位。长期从事热带牧草方面的研究工作。先后主持国家科技部973专题项目、国家自然科学基金项目、科技部国际合作项目、农业部跨越计划、哥伦比亚国际农业研究中心项目、农业部人才支撑计划项目、农业部948项目、农业部农业基本建设项目、农业部公益性行业科研专项等30多项国家及省部级专题项目。发表中英文学术论文200多篇，其中SCI收录论文10余篇，主编专著9部、教材1部、丛书2套。以第1或主要完成人选育热研4号王草等牧草新品种23个，有5项国家发明专利获得授权；获省部级科技奖励20余项。入选“新世纪百千万人才工程”国家级人选（2004年）、教育部跨世纪优秀人才（2003年）、海南省“515人才工程”第1层次人选（2010年）。获国家外专局“回国后作出突出贡献的回国人员奖”（1993年）、第七届中国农学会青年科技奖（2001年）、全国农业科技先进工作者（2001年）、第四届海南青年科技奖（2004年）、第四届海南青年五四奖章（2004年）、全国第八届青年科技奖（2004年）、海南省国际合作贡献奖（2004年）、海南省杰出人才（2005年）。2012年被评为农业部全国农业科研杰出人才，其带领的团队也同时入选农业部创新团队（热带牧草种质创新与利用团队）。



《热带生物学报》第一届编委会编委

蒋菊生，男，1962年9月生，湖南祁阳人，理学博士、研究员，博士生导师。现任海南省农垦科学院院长，兼任海南省科协常委、中国天然橡胶协会常务理事、中国生态学会常务理事（兼生态工程专业委员会主任）、海南省农学会副理事长、海南省生态学会副理事长等，同时兼任《海南农垦科技》副主编、《生态学报》与《热带生物学报》编委。1982年7月毕业于中南林学院林学专业，获学士学位；1998年6月毕业于华南热带农业大学生态学专业，获理学硕士学位；2002年8月毕业于中国科学院研究生院，获理学博士学位。长期从事热带农业生态、橡胶栽培、生态工程、森林资源等方面的研究工作。先后主持国家科技部、农业部、财政部、海南省科技厅、海南省农垦总局各类课题30多项。发表学术论文180多篇，其中在核心刊物上发表论文60余篇。出版专著2部，参编专著1部。获国家科技进步二等奖1项，省部级科技进步一等奖1项、二等奖1项、三等奖6项，院级科技进步奖3项，中国农学会青年科技奖1项。

