

文章编号: 100F-1498(2002)03-0364-05

# 木豆石豆率与栽培地、种皮色及浸泡方法的相关性研究

张建云, 李正红, 周朝鸿, 惠雅玲, 刘秀贤, 肖银松

(中国林业科学研究院资源昆虫研究所, 昆明 650216)

关键词: 木豆; 浸泡处理; 石豆率

中图分类号: S723.1+3.1

文献标识码: A

木豆(*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) 的石豆是指在浸泡过程中, 不能吸水膨胀的木豆。石豆率的高低, 对木豆加工利用及选育有直接影响, 如加工成本升高、发芽出土率降低等。近年来, 中国林科院资源昆虫所对木豆的用途作了大量的研究工作, 已开发出木豆蛋白饲料<sup>[1]</sup>、香酥木豆<sup>[2]</sup>、木豆豆沙<sup>[3]</sup>, 并开展了超强吸水剂<sup>[4-5]</sup>、木豆叶蛋白的提取<sup>[6]</sup>和木豆贮藏<sup>[7]</sup>等的研究。在研究过程中发现, 木豆的石豆率非常高, 一般在 40% 左右, 有的高达 60%, 造成木豆的利用率降低, 生产成本低, 不利于木豆的食用开发; 对选育而言, 由于石豆率的升高, 直接导致木豆发芽出土率降低, 制约木豆的推广发展。本文就不同栽培地、不同种皮色的地方栽培木豆, 分别采用冷水、沸水浸泡不同时间后石豆率的变化进行了研究, 探讨木豆与浸泡温度、时间及栽培地、种皮色等的关系。为木豆的推广和食用开发提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料来源

木豆: 采自云南省元江、元谋、宾川、禄丰、永仁、永德和东川等 8 个县栽培的不同种皮色的木豆及印度引进的 ICP87091 和 ICPL7035 两个品种作对照。

### 1.2 木豆种皮色的划分方法

木豆种皮色的划分参照印度木豆种皮的划分方法<sup>[8]</sup>, 把木豆划分为白花色、白色、深灰色、红棕色、灰色、浅灰色、浅褐色、深褐色、褐色及奶油色等 10 个不同种皮色。

### 1.3 木豆浸泡的处理方法

据报道, 木豆浸泡 24 h 后, 吸水率几乎不变化<sup>[2]</sup>; 实验选用元谋县的 10 个不同颜色的木豆, 浸泡温度采用冷水(室温下)、沸水, 浸泡时间分别为 12、24 和 30 h, 研究木豆石豆率与处理方法(浸泡温度、浸泡时间)的关系; 同时, 收集云南省 5 个地州、8 个县不同种皮色的木豆, 用冷水浸泡 24 h 的方法, 研究木豆石豆率与栽培地、种皮色的关系, 测定其木豆的石豆率。

### 1.3 数据处理与分析方法

实验结果采用 SAS 软件的方差和新复极差分析进行统计分析<sup>[9-11]</sup>(文中采用冷水浸泡白

收稿日期: 2001-06-20

基金项目: 国家林业局 948 引进项目(98415)及云南省基金项目(97C034Q)的部分内容

作者简介: 张建云(1965), 男, 云南昭通人, 副研究员, 主要从事林化、植化研究。

色木豆, 简称为冷水白色, 白色木豆简称白色, 元谋木豆简称元谋, 其它类同, 以下同)。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理方法的石豆率

对元谋县的 10 个种皮色的木豆进行冷水和沸水的不同浸泡时间的实验研究结果见表 1。

表 1 不同处理方法的木豆石豆率 %

浸泡时间/h	冷水(不同色)										沸水(不同色)									
	白花	白	深灰	红棕	灰	浅灰	浅褐	深褐	褐	奶油	白花	白	深灰	红棕	灰	浅灰	浅褐	深褐	褐	奶油
12	0	0	38	21	36	0	24	9	8	26	0	0	10	10	24	0	18	2	1	18
24	0	0	10	4	9	0	14	5	2	13	0	0	7	1	5	0	8	2	1	12
30	0	0	6	2	9	0	13	5	2	10	0	0	4	1	3	0	8	2	1	11

### 2.2 不同栽培地、不同种皮色的木豆石豆率

不同栽培地、不同种皮色木豆冷水浸泡 24 h 后, 结果见表 2。

表 2 不同栽培地、不同种皮色的木豆石豆率 %

栽培地	白花色	白色	深灰色	红棕色	灰色	浅灰色	浅褐色	深褐色	褐色	奶油色
元江	0	0	5.5	0	1.5	0	7.0	0.5	2.0	8.0
元谋	0	0	3.0	4.0	6.5	0	13.5	4.0	2.5	6.5
宾川	0	0	8.5	-	12.0	0	14.0	7.0	3.5	22.5
禄丰	0	0	2.5	2.6	12.0	0	-	-	-	-
云县	-	0	-	12.5	-	0	83.0	-	-	-
永仁	0	-	3.5	1.0	8.5	-	-	-	-	-
永德	1.0	-	43.0	-	-	-	-	-	-	-
东川	0.5	0	-	-	-	-	-	-	-	-
印度	1.5	-	-	-	-	-	-	0	-	-

### 2.3 石豆率与处理方法的关系

由表 1 数据, 经 SAS 软件处理结果见表 3。

由表 3 得知, 木豆的石豆率与浸泡温度即与沸水、冷水浸泡无显著性差异; 而与浸泡的时间呈显著性差异; 因此, 对木豆浸泡时间进行新复极差分析, 结果表明: 冷水或沸水处理的木豆, 浸泡 12 h 后与浸泡 24 h 和浸泡 30 h 的石豆率呈显著性差异, 而浸泡 24 h 和浸泡 30 h 的石豆率无显著性差异; 其值分别为 12.25%、4.65% 和 3.85%; 且冷水、沸水处理的木豆石豆率无显著性差异。因此, 从经济及工艺方面考虑, 木豆的加工利用应选择冷水浸泡 24 h 的处理方法为宜。

表 3 不同处理方法木豆石豆率的方差分析

变异来源	DF	SS	MS	F	Pr > F
处理组合组间	3	1 087.88	362.63	5.70	0.0018
浸泡温度因素	1	228.15	228.15	3.59	0.0634
浸泡时间因素	2	859.73	429.87	6.76	0.0024
试验误差	56	3 562.70	63.62		
总变异	59	4 650.58			

## 2.4 石豆率与栽培地、种皮色的关系

由表4可知,木豆石豆率的高低,与木豆种皮色、栽培地及种皮色×栽培地的交互作用有关, $F$ 检验都呈极显著性差异。对种皮色、栽培地及种皮色×栽培地的交互作用进行新复极差检验,结果见表5。

2.4.1 木豆石豆率与种皮色的关系 从表5可知,除奶油色与深灰色,红棕色与深褐色、褐色,白花色与深褐色、褐色、浅灰色、白色无显著性差异外,其余各种皮色均呈显著性差异。其中石豆率最高的为浅褐色,均值为29.375%,最低的是白色、白灰色及白花色,其均值分别为0%、0%及0.375%。木豆种皮色与石豆率的关系大致可分为以下3类:浅褐色、奶油色和深灰色为第一类,灰色、红棕色、深褐色和褐色为第二类,白花色、浅灰色和白色为第三类;其顺序为:浅褐色>奶油色、深灰色>灰色>红棕色、深褐色、褐色>白花色、浅灰色、白色;因此,应选用白花色、浅灰色及白色的木豆为加工原料。

2.4.2 木豆石豆率与栽培地的关系 由表6得知,除元江与永仁、禄丰、元谋、印度,东川与永仁、禄丰、元谋、印度无显著差异外,其它各栽培地均呈显著性差异。其中,云县的石豆率最高为23.875%,东川的石豆率最低为0.25%。因此,石豆率与栽培地关系可列为以下3类:云县和永德为第一类,宾川、元江、永仁、禄丰和元谋为第二类,东川与对照印度为第三类;其顺序为:云县>永德>宾川>元江、永仁、禄丰、元谋、印度>东川。

2.4.3 木豆石豆率与种皮色×栽培地交互作用的关系 由表7可知,云县×浅褐色、永德×深灰色、宾川×奶油色相互间呈显著差异,并与其余各互作均呈显著性差异,宾川×浅褐色与除元江×浅褐色、云县×红棕色、宾川×灰色、禄丰×灰色、永仁×灰色、宾川×深灰色、元江×奶油色、宾川×深褐色、元谋×浅褐色等互作无显著性差异外,与其它各互作均呈显著性差异,元江×奶油色与云县×浅褐色、永德×深灰色、宾川×奶油色等呈显著性差异外,与其它各互作均无显著性差异。

综上所述,木豆的石豆率除与浸泡温度无显著性差异外,与栽培地、种皮色以及浸泡时间

表4 不同种皮色、栽培地木豆石豆率的方差分析结果

变异来源	DF	SS	MS	F	Pr>F
处理组合组间	49	17 482.01	356.78	38.91	0.0001
种皮色因素	9	6 404.19	711.58	77.60	0.0001
栽培地因素	8	3 802.19	475.27	51.83	0.0001
种皮色×栽培地因素	32	7 275.63	227.36	24.79	0.0001
试验误差	50	458.50	9.17		
总变异	99	17 940.51			

表5 不同种皮色木豆石豆率的新复极差检验

种皮色	平均值/%	差异性
浅褐色	29.375	a
奶油色	12.333	b
深灰色	11.000	b
灰色	8.100	c
红棕色	4.000	d
深褐色	2.875	de
褐色	2.667	de
白花色	0.375	e
浅灰色	0.000	e
白色	0.000	e

表6 不同栽培地木豆石豆率的新复极差检验

栽培地	平均值/%	Pr>F
云县	23.875	a
永德	14.667	b
宾川	7.500	c
元江	4.000	d
永仁	3.250	de
禄丰	2.833	de
元谋	2.450	de
印度	0.750	de
东川	0.250	e

表 7 种皮色×栽培地木豆石豆率的新复极差检验

因素	平均值/%	Pr> F	因素	平均值/%	Pr> F	因素	平均值	Pr> F
云县×浅褐色	83.000	a	元江×深褐色	4.000	ghi	宾川×白色	0.000	i
永德×深灰色	43.000	b	宾川×褐色	3.500	ghi	云县×白色	0.000	i
宾川×奶油色	22.500	c	永仁×深灰色	3.500	ghi	宾川×白花色	0.000	i
宾川×浅褐色	14.000	d	元江×深灰色	3.000	ghi	云县×浅灰色	0.000	i
元江×浅褐色	13.500	de	禄丰×深灰色	2.500	ghi	禄丰×浅灰色	0.000	i
云县×红棕色	12.500	def	禄丰×红棕色	2.500	ghi	永仁×白花色	0.000	i
宾川×灰色	12.000	def	元江×褐色	2.500	ghi	宾川×浅灰色	0.000	i
禄丰×灰色	12.000	def	元谋×褐色	2.000	ghi	元谋×白色	0.000	i
永仁×灰色	8.500	defg	元谋×灰色	1.500	ghi	元江×白花色	0.000	i
宾川×深灰色	8.500	defg	印度×白花色	1.500	ghi	元江×白色	0.000	i
元江×奶油色	8.000	defghi	永德×白花色	1.000	hi	永德×白色	0.000	i
宾川×深褐色	7.000	defghi	永仁×红棕色	1.000	hi	禄丰×白花色	0.000	i
元谋×浅褐色	7.000	defghi	元谋×深褐色	0.500	i	禄丰×白色	0.000	i
元谋×奶油色	6.500	efghi	东川×白花色	0.500	i	东川×白色	0.000	i
元江×灰色	6.500	efghi	元谋×红棕色	0.000	i	元谋×白花色	0.000	i
元谋×深灰色	5.500	fghi	元谋×浅灰色	0.000	i	印度深褐色	0.000	i
元江×红棕色	4.000	ghi	元江×浅灰色	0.000	i			

都呈显著性差异。(1) 各栽培地的白色、白花色及浅灰色种皮的木豆石豆率最低, 而种皮颜色深的木豆, 其石豆率有所升高; 但对照样印度浅褐色品种的石豆率也低, 因此, 从国内木豆的白色、白花色及浅灰色等种皮色中, 很容易选出石豆率低的品种来;(2) 从加工利用的角度考虑, 处理木豆应以冷水浸泡 24 h 为宜; 从选育的角度而言, 以浸泡 12—24 h 为宜;(3) 按木豆的石豆率高低可分为高( $\geq 10\%$ )、中( $1\% < \text{石豆率} < 10\%$ )、低( $\leq 1\%$ ) 3 类, 按种皮色石豆率高低可划分为 3 类: 浅褐色、奶油色和深灰色为第一类( $\geq 10\%$ ), 灰色、红棕色、深褐色和褐色为第二类( $1\% < \text{石豆率} < 10\%$ ), 白花色、浅灰色和白色为第三类( $\leq 1\%$ ); 按栽培地石豆率高低也可划分为 3 类: 第一类( $\geq 10\%$ ) 云县和永德, 第二类( $1\% < \text{石豆率} < 10\%$ ) 宾川、元江、永仁、禄丰和元谋, 东川与对照样印度为第三类( $\leq 1\%$ ); (4) 对木豆选育用材料及加工用原料, 建议选用种皮色和栽培地为第二类及第三类的木豆, 有利于提高木豆的发芽率及降低加工成本。

### 参考文献:

- [1] 吕福基, 李正红, 袁杰, 等. 木豆籽实喂肉猪研究[J]. 饲料工业, 1995, 16(7): 29—31
- [2] 张建云, 李正红, 吕福基, 等. 香酥木豆的工艺研究初探[J]. 食品工业科技, 2000, (2): 46—48
- [3] 张建云, 邱坚, 李正红, 等. 木豆豆沙的加工工艺研究[J]. 食品科学, 2001, (4): 46—47
- [4] 张建云, 邱坚, 李正红, 等. 木豆淀粉接枝丙烯酸制备超强吸水剂研究初探[J]. 西南林学院学报, 2001, 21(2): 115—118
- [5] 和润喜, 张建云, 李正红, 等. 木豆淀粉接枝丙烯酸制备超强吸水剂研究初探[J]. 西南林学院学报, 2001, 21(3): 184—186
- [6] 张建云, 邱坚, 李正红, 等. 木豆叶蛋白提取工艺的初步研究[J]. 西南林学院学报, 2001, 21(1): 40—44
- [7] 张建云, 李正红, 刘秀贤, 等. 木豆籽实贮存实验的初步研究[J]. 林业科学研究, 2001, 14(5): 582—586
- [8] Remanandan P, Sastry D V S S R, Melak H, ICRIASAT Pigeonpea Germplasm Catalog: Evaluation and Analysis [M]. ICRIASAT, A P 502324, India, 1988. 20
- [9] 盖钧镒. 试验统计方法[M]. 北京: 中国农业出版社出版, 2000. 99—126
- [10] 胡良平. 现代统计学与 SAS 应用[M]. 北京: 军事医学科学出版社, 1996
- [11] 彭昭英. 世界统计与分析全才(上、下)[M]. 北京: 北京希望电子出版社, 2000

## A Study on the Stiff Seed Ration of Pigeonpea Landrace of Yunnan with Different Coat Color

ZHANG Jian-yun, LI Zheng-hong, ZHOU Chao-hong, HUI Ya-ling, LIU Xiu-xian, XIAO Yun-song  
(Research Institute of Insect Resources of CAF, Kunming 650216, Yunnan, China)

**Abstract:** Pigeonpea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) with different coat color from 8 counties of Yunnan and 2 check varieties from India were soaked in different methods. The stiff seed ration was determined, and the variance analysis was used. The results show that a) the stiff seed ration is markedly related to coat color, growing fields, soak time and so on; b) pigeonpea seeds with light coat color has lower stiff seed ration; c) the stiff seed ration treated by boiling water and cold water has no marked difference; d) the stiff seed ration of the pigeonpea landrace from Donchuan was the lowest.

**Key words:** *Cajanus cajan*; soak; stiff seed ration

## “白蜡虫自然种群生态学研究及应用”项目通过成果鉴定

中国林业科学研究院资源昆虫研究所承担的中日合作项目、云南省自然科学基金项目“白蜡虫自然种群生态学研究及应用”，由中国林业科学研究院主持，于2002年3月12日在昆明通过成果鉴定。鉴定委员会的专家一致认为：该项目选题具有重要意义，理论与生产应用实际紧密结合，研究方法合理，技术路线可行，资料丰富齐全，数据完整可靠，并具有重要的理论突破，提出了新的泌蜡机理理论，建立了新的“同地产虫、产蜡”生产模式和系统的生产技术体系，有广阔的应用前景。研究成果达同领域研究的国际领先水平。

项目组经过7年系统研究了白蜡虫的主要生物学、生态学特性，系统观察了6代白蜡虫生活史，首次建立了白蜡虫自然种群生命表，弄清了白蜡虫种群动态规律，首次发现白蜡虫可以进行孤雌生殖。同时，经过大量的试验和验证，首次全新地提出了白蜡虫泌蜡机理理论：“白蜡虫泌蜡不仅是白蜡虫雄虫为适应环境的一种自身的保护性反应和生态对策，而且是对不良环境（高温、低日照）的一种抵御性反应”。其理论在白蜡虫生态学研究上是一个重大的突破，解决了长期以来学术界在白蜡虫生态适应性问题上的争论，并在此基础上创造性地提出了“白蜡虫同地产虫产蜡生产模式”，可以最大限度地利用白蜡虫资源，大大降低白蜡虫生产成本，极大地提高经济效益。

中国林业科学研究院资源昆虫研究所科研处