

DOI:10.16211/j.issn.1004-390X(n).2017.01.015

姜黄不同种质生物学特性及品质成分比较*

陈 钦¹, 高俊杰², 刘建福^{1**}, 陈育才³, 庄卫东⁴, 林金秀⁴, 张平泉⁴

(1. 华侨大学 园艺系, 福建 厦门 361021; 2. 泉州市农业局种植业管理站, 福建 泉州 362000;

3. 福建省南安市丰州镇农业服务中心, 福建 泉州 362330; 4. 福建省泉州市农业科学研究所, 福建 泉州 362021)

摘要: 本研究以不同产地的 8 个姜黄种质为试验材料, 比较姜黄种质在福建泉州地区的生长特征、根状茎特征、产量和姜黄素含量的变化, 评价不同姜黄种质的生物学特性和有效成分。结果表明, GY01 的姜黄根状茎产量达最大值为 35 kg/m², 总姜黄素含量为 1.996 mg/g; GJHX 的姜黄根状茎产量为 32.7 kg/m², 姜黄素含量达最大值为 3.838 mg/g。GY02、GJHP 和 GY04 综合表现一般, 仅适用于某些地区试种。GY01 和 GJHX 综合表现较好, 根状茎产量和总姜黄素含量均较高, 可以在福建泉州地区进行推广种植。

关键词: 姜黄; 姜黄素; 生长特性; 种质评价; 抗性

中图分类号: R 284; S 567.239 文献标志码: A 文章编号: 1004-390X (2017) 01-0101-05

Comparison of Biological Characteristics and Active Ingredients in Germplasm of *Curcuma longa*

CHEN Qin¹, GAO Junjie², LIU Jianfu¹, CHEN Yucai³,
ZHUANG Weidong⁴, LIN Jinxiu⁴, ZHANG Pingquan⁴

(1. Department of Horticulture, Huaqiao University, Xiamen 361021, China;

2. Quanzhou Municipal Bureau of Agriculture Planting Station, Quanzhou 362000, China;

3. Agricultural Service Center of Nanan City, Quanzhou 362330, China;

4. Quanzhou Institute of Agricultural Science, Quanzhou 362212, China)

Abstract: There are 8 difference turmeric germplasms as the experimental material were studied, The characteristics of plant morphological and rhizomes, yields and curcumin contents were analyzed in Quanzhou area of Fujian Province, and evaluate the biological characteristics and effective components in different germplasm of *Curcuma longa*. The results showed that GY01 got the highest yield of 35 kg/m² and total content of curcumin was 1.996 mg/g. The yield of GJHX was 32.7 kg/m², which curcumin content was the highest, reaching 3.838 mg/g. The germplasm of GY02, GJHP and GY04 in *C. longa* got better comprehensive performance, so all of them have a certain promotion prospects in Fujian Province. The germplasms of GY01 and GJHX comprehensive performances were better, such as higher yield and curcumin content, were suitable for planting in Quanzhou area of Fujian Province, and could be used in the production of developmental trial cultivars.

Keywords: *Curcuma longa*; curcumin; growth characteristics; germplasm evaluation; resistance

收稿日期: 2016-01-08

修回日期: 2016-03-17

网络出版时间: 2017-01-21 12:00

* 基金项目: 中央高校基本科研业务费专项基金 (No. JB-ZR1151); 泉州市科技计划重点项目 (No. 2014Z111)。

作者简介: 陈钦 (1990—), 女, 福建长乐人, 硕士, 主要从事药用植物生理生态及代谢调控研究。

E-mail: 1551218929@qq.com

** 通信作者 Corresponding author: 刘建福 (1975—), 男, 福建泉州人, 博士, 副教授, 主要从事植物生理生态及代谢调控研究。E-mail: jianfu@hqu.edu.cn

网络出版地址: http://www.cnki.net/kcms/detail/53.1044.S.20170121.1200.032.html

姜黄 (*Curcuma longa* L.) 属姜科姜黄属多年生草本植物, 是中国传统中药。全世界有 60 多种, 盛产于东南亚和澳大利亚北部^[1-2], 中国主要分布在东南至西南部, 浙江、江苏、福建、四川、广东、广西、云南等省为主产区^[3-4]。姜黄为药食同源植物, 中国、印度、泰国等地的传统医学将姜黄应用于多个方面^[5]。姜黄含有的活性成分主要包括姜黄素类化合物和挥发油类化合物, 具有抗氧化、抗肿瘤、治疗 II 型糖尿病、抑制血栓形成、治疗抑郁症、清除自由基、抗微生物以及对消化系统等方面的药理作用^[6-7]。姜黄素是一种安全并且有效的具有多种药理活性的药物, 可作为抗突变剂和抗癌剂, 美国国立肿瘤研究所已将其列为第三代癌化学预防药^[8]。

目前, 姜黄植物种质研究主要包括种质资源评价^[9]、规范化种植方法^[10-13]和有效成分比较^[14-15]等方面。由于市场上姜黄产品大多简单地以产地进行区分, 姜黄同科属近缘植物较多, 产地种植品种也多样, 结果同一产地的产品质量并不稳定, 选取优良品种需要按规范进行栽培, 才能保证姜黄的品质^[16]。本研究通过引进不同产区姜黄种质进行分析评价, 对不同姜黄种质的生物学特性、姜黄素类化合物含量和产量品质等进行评价, 筛选出产量和姜黄素含量等综合性状优良的姜黄种质, 为福建姜黄产区的示范推广种植提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 试验地概况

试验地位于福建省泉州市台商投资区洛阳镇西塘村的泉州市现代农业科技园区生产基地, E 118°38' ~ 119°05', N 24°49' ~ 25°15'。试验基地所在地区属南亚热带海洋性季风气候, 年均降雨量 1 000 ~ 1 800 mm, 干、湿季分明, 3 ~ 9 月降水量占全年的 80%; 全年平均气温为 19.5 ~ 21.0 °C, ≥ 10 °C 的有效积温为 5 610 ~ 7 250 °C; 年日照时数为 1 800 ~ 2 200 h, 全年无霜期长, 基本无霜。试验地为壤土类型, 微酸性, 富钾缺磷, 复合肥力中等, 排灌方便。

1.2 设计方法

供试材料购自广西南宁、四川成都、浙江温州和福建龙岩等产地, 8 个姜黄种质编号分别为 GY01、GY02、GY03、GY04、GJYX、GJHP、GJQS 和

GJHX。分别于 2013—2015 年在泉州市现代农业科技园区生产基地种植; 采用随机区组设计, 8 个种质, 3 次重复, 共 24 个小区, 每个小区面积为 4 m × 6 m, 小区隔离行 0.5 m; 行距 70 cm × 株距 45 cm、每穴 1 块姜黄、每小区 54 穴。种植前将发酵沤制的基肥放入种植穴, 姜黄根茎芽头朝上, 覆土 6 ~ 10 cm。采用喷灌系统进行水分管理, 其他田间管理参照按黄锦媛等^[13]的栽培管理方法。

1.3 生物学特性观察与测定

从姜黄出苗开始, 每隔 15 d 观察 1 次, 记录植株生长情况。9 月中旬至 10 月中旬, 植株地上部分茂盛时, 测量姜黄单株的叶片大小、株高和长势等生长特性; 统计开花时期; 观察记载各小区植株叶片的病虫害发生情况。次年 2 月药材采收期时, 称量姜黄单株根状茎和块根数鲜重, 统计根状茎大小、剖面颜色和分枝级数等与产量相关的性状, 计算出小区平均产量。

1.4 姜黄素含量测定

精确称量新鲜姜黄根状茎 0.5 g, 液氮研磨, 用 10 mL 80% 的分析甲醇超声提取 60 min, 40 °C 下旋转蒸干甲醇, 后加入 1 mL 色谱甲醇溶解, 在 4 °C 下 10 000 r/min 离心 20 min, 上清液用 0.22 μm 过滤后进样检测。色谱条件: 色谱柱为 Inertsil-ODS C18 (250 mm × 4.6 mm, 5 μm); 流动相: 乙腈 (A), 0.2% 乙酸 (B); 流速: 1.0 mL/min; 检测波长: 425 nm; 柱温: 30 °C; 进样量 100 μL。采用梯度洗脱, 0 ~ 15 min, 53 ~ 60% A; 18 min 结束。以对照品溶液姜黄素类浓度为横坐标 (X), 峰面积为纵坐标 (Y) 进行线性回归分析, 得到姜黄素类标准曲线方程。双去甲氧基姜黄素标准曲线回归方程 $Y = 266\,434 X - 707.92$ ($R^2 = 0.998\,1$), 去甲氧基姜黄素标准曲线方程 $Y = 200\,960 X - 400.8$ ($R^2 = 0.998\,1$), 姜黄素标准曲线方程 $Y = 276\,182 X - 663.52$ ($R^2 = 0.998\,1$)^[3]。

1.5 数据分析

采用 Excel 2007 进行数据整理, SPSS 18.0 统计软件进行数据统计分析, 采用单因素方差分析 (one-way ANOVA) 和 Duncan 多重比较及差异显著性分析, 图表数据为 3 次重复的平均值 ± 标准偏差。

2 结果与分析

2.1 不同姜黄种质的生长特征比较

由表 1 可见: 8 个姜黄种质的生长势、株高、

叶片特征和花部特征均存在差异。经过3年田间栽培观察发现, 引种的8个姜黄种质叶片均呈矩圆形或椭圆形, 叶片两边皆无毛; 叶片长度为40~75 cm, 叶片宽度为12~20 cm, 叶鞘高度为30~66 cm; 在花期结束后10月上旬姜黄种质大部分叶片边缘开始变黄, 植株停止生长, 植株于12月中下旬倒伏, 或变黄变枯。8个姜黄种质均出现开花, 花期集中在9月上旬至10月中旬, 最长时间相差1个月

左右; 姜黄花均为穗状花序, 苞片为30~60片, 苞片内生黄色小花3~6朵, 顶端苞片颜色为紫红色、白色粉红边、红色、绿色、白色红边等。姜黄根茎和块根采收期为当年12月至次年1月。综合整个生长期观察发现: 8个姜黄种质中, GY01和GJHP的长势较好, 植株高大且较少叶片干枯; GJYX和GJQS的长势差, 植株矮小且叶片枯黄情况严重; GJHX长势较弱, 植株矮小且有部分叶片干枯。

表1 不同姜黄种质的形态特征比较

Tab. 1 Comparison of morphological characteristics in different germplasms of *C. longa*

编号 code	生长势 growth	株高/cm plant height	叶长/cm blade length	叶宽/cm blade width	叶鞘高度/cm sheath height	苞片数 bract number	小花数 flore number in bracts	开花期 flowering period	顶苞颜色 top bracts color
GY01	长势良好	130~150	58~75	13~19	40~66	50~60	4~6	9月上旬	紫红色
GY02	长势较好	120~150	47~56	12~18	33~45	40~50	3~5	9月下旬	白色粉红边
GY03	长势中等	102~131	45~55	15~18	32~48	45~55	4~5	9月上旬	白色红边
GY04	长势中等	106~127	48~69	12~19	34~46	40~50	3~5	9月下旬	白色红边
GJYX	长势弱	86~117	46~62	14~17	35~53	30~40	3~5	9月下旬	白色粉红边
GJHP	长势良好	131~162	56~71	15~18	34~59	50~65	4~6	9月下旬	红色
GJQS	长势较弱	95~121	45~71	14~20	34~48	40~50	3~5	10月上旬	粉红色
GJHX	长势中等	81~102	40~54	13~19	30~41	45~50	3~5	10月中旬	绿色

2.2 不同姜黄种质的抗病能力差异

抗病性是药用植物评价的重要部分。连续3年田间观察发现: 每年10月有些姜黄种质植株叶片会出现病斑, 表现出不同的抗病性。8个姜黄种质中GY01、GY02、GY03和GJQS在整个生长期中叶片均无出现病斑症状, 也没有其他病虫害发生, 表现出较强的抗病虫害能力; GJYX和GJHP在10月下旬开始出现叶片表面有病斑, 11月上旬有少数植株叶片有病斑, 表现出一定的抗病性; GJHX和GY04在10月中旬叶片表面开始出现病斑, 11月上旬有50%以上植株叶片出现病斑, 抗病虫害能力弱, 表现出容易感病。

2.3 不同姜黄种质根状茎特征及产量比较

姜黄植物的根状茎和块根分别作为药材的“姜黄”和“郁金”。姜黄产量取决于根状茎数量和根状茎的分级数。由表2可见: 8个姜黄种质的根状茎产量为18.1~35.0 kg/m², 种质间产量存在

显著差异。GJYX、GJQS、GJHX、GJHP和GY01的产量显著高于GY02、GY03和GY04, 其中GY01产量最高, 达到35 kg/m²。根状茎的产量与分枝数量有关, GY01、GY04和GJQS为4级分枝, GY04各级形态较小, 根状茎的产量也就最低。

不同姜黄种质中的块根(郁金)数量和大小也存在显著差异。其中, GY03块根数量最多, 呈卵形或纺锤形, 表面灰黄有细密皱纹, 质地坚硬; 比较适宜加工成郁金作为药材用。而GJHP、GJQS和GY04有少量块根生成。不同姜黄种质的根状茎剖面颜色存在明显差别, 从黄白色到深黄色; 通过观察发现深黄色的姜黄特有的气味浓, 浅黄色的气味淡; 这与姜黄素含量密切相关, 姜黄素为姜黄的主要活性成分, 姜黄素含量越高, 其剖面金黄色越深^[14]。由表2可知: GJHX剖面为深黄色, 颜色最深; 而GY03为黄白色, 可见GJHX姜黄素含量最高, GY03姜黄素含量最低。

表 2 不同姜黄种质根状茎特征及产量比较

Tab. 2 Comparison of rhizomes characteristics and yields in different germplasms of *C. longa*

编号 code	鲜产量/(kg·m ⁻²) fresh yield	分枝级数 branch level	一级分枝 长度/cm first level branch length	剖面颜色 profile color	每株块根数 tuberous root number per plant
GY01	35.0 a	4	13.2	黄色	2.4
GY02	23.7 b	3	12.6	黄色	1.6
GY03	20.4 b	3	8.4	黄白色	15.2
GY04	18.1 b	4	9.5	浅黄色	3.6
GJYX	29.0 a	3	6.4	黄色	1.8
GJHP	32.7 a	3	11.0	黄色	4.2
GJQS	30.4 a	4	8.7	浅黄色	5.3
GJHX	31.2 a	3	5.1	深黄色	2.1

2.4 姜黄根状茎中姜黄素类化合物含量比较

姜黄的有效成分主要包括双去甲氧基姜黄素、去甲基姜黄素和姜黄素, 统称为姜黄素类化合物。由表 3 可知: 8 个姜黄种质的姜黄素和去甲基姜黄素含量均高于双去甲氧基姜黄素含量, 总姜黄素含量主要由姜黄素和去甲基姜黄素组成。8 个种质中 GJHX 总姜黄素含量最高,

且其双去甲氧基姜黄素、去甲基姜黄素和姜黄素含量均显著高于其他种质; GY03、GY04 和 GJQS 总姜黄素含量最低, 其双去甲氧基姜黄素、去甲基姜黄素和姜黄素含量均显著低于其他种质。GJHX 的总姜黄素含量比 GY04 增加 5.57 倍。因此, 不同种质的姜黄素含量存在显著差异。

表 3 不同姜黄种质根状茎中姜黄素类化合物含量比较

Tab. 3 Comparison with curcuminoids content in rhizomes of different germplasms of *C. longa* w/(mg·g⁻¹)

编号 code	双去甲氧基姜黄素 bisdemethox ycurcumin	去甲氧基姜黄素 demethox ycurcumin	姜黄素 curcumin	总姜黄素 total curcumin
GY01	0.333 ± 0.008 b	1.266 ± 0.022 a	0.388 ± 0.013 c	1.996 ± 0.014 b
GY02	0.089 ± 0.002 c	0.303 ± 0.003 b	0.722 ± 0.007 b	1.113 ± 0.010 bc
GY03	0.048 ± 0.001 c	0.399 ± 0.013 b	0.306 ± 0.010 c	0.754 ± 0.025 c
GY04	0.025 ± 0.002 c	0.213 ± 0.010 b	0.347 ± 0.003 c	0.584 ± 0.021 c
GJYX	0.103 ± 0.001 b	0.321 ± 0.034 b	0.801 ± 0.021 b	1.224 ± 0.128 bc
GJHP	0.152 ± 0.006 b	1.124 ± 0.034 a	0.644 ± 0.035 b	1.920 ± 0.019 b
GJQS	0.019 ± 0.001 c	0.410 ± 0.002 b	0.215 ± 0.010 c	0.644 ± 0.011 c
GJHX	1.033 ± 0.001 a	1.488 ± 0.018 a	1.317 ± 0.006 a	3.838 ± 0.023 a

注: 不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。

Note: Different lowcases represent significant differences ($P < 0.05$).

3 讨论

不同产地来源的姜黄种质, 栽培在同一环境下, 其形态特点存在一定的差异。庞新华等^[9]研究表明: 姜黄属植物前期生长势、株高、分枝级数与产量有一定的相关性; 前期生长势快, 分枝级数多, 株高高, 其产量有呈现出高产的趋势; 分枝时间早, 其姜黄素和姜黄油含量高。姜黄主要分布在中国东南至西南部, 生产区域为江苏、浙江、福建、广东、广西、四川、云南等省, 均属于亚热带季风气候类型。叶世芸等^[17]研究表明: 具热量充足、雨量充沛、雨热同季、干湿季

节明显的气候特征, 极适宜姜黄药材生长, 姜黄药材其中姜黄素含量较高为 3.27%, 品质较好。李隆云等^[18]研究表明: 郁金香的适宜气候区为 6 ~ 12 月降雨量为 650 ~ 850 mm, 日照时间为 650 ~ 850 h, 积温为 3 800 ~ 4 400 °C, 海拔为低于 1 000 m 的区域。何寻阳等^[11]研究表明: 在石灰土上栽培的温郁金具有较长的生长期和较高的生物量, 莖术中莖术油含量高于栽培在酸性红壤土, 这与福建泉州地区的气候条件基本符合。本研究表明: 8 个姜黄种质中, GY01 和 GY02 长势较好, 植株高大且较少叶片干枯; 且 GY01 和 GY02 在整个生长期中叶片均无出现病斑症状, 也没有

其他病虫害发生,表现出较强的抗病虫害能力,适宜福建省泉州地区的生产栽培。

姜黄生产上采用根状茎进行繁殖,根状茎的质量直接影响着姜黄种苗的生长和产量。张雪等^[19]研究表明:姜黄种姜的长粗重是姜黄种姜质量的分级标准,不同等级的姜黄植株生长情况及姜黄药材产量均有差异,且姜黄种姜越粗壮,植株成活率越高,生长越好,产量越高。李青苗等^[12]研究表明:黄丝郁金的种茎直径和质量大,植株地上部生长更健壮,地上部干物质积累量高,药材郁金产量也最高。本研究中GY01根状茎粗、产量高且姜黄素含量也较高,GJHX根状茎细、一级分枝数多、根状茎产量较高,且姜黄素总含量高于其他种质。因此,GY01和GJHX根状茎符合姜黄种姜的标准。

综合姜黄种质药用特性、生长适应性、根状茎产量和抗逆性等4个方面进行评价,本研究表明:GY01植株高大、长势良好、抗病强、根状茎产量高且姜黄素含量也较高,综合评价为优良;GJHX植株矮小、一级枝数多、根状茎产量较高且姜黄素含量高于其他姜黄种质,综合评价为优良;因此,GY01和GJHX2个姜黄种质的综合评价达到优良,可在福建省泉州地区进行推广种植。而GJHP株型高大、产量和姜黄素含量等综合性状在实验区域表现较好,可进一步进行推广试种和示范。GY04、GY02和GJQS综合表现一般,其中GY02虽抗病能力差但植株长势良好,可通过筛选和培育不抗病单株来提高种质性能。GY03种质的姜黄素含量低,但块根产量高,可做郁金药材用。GJYX综合评价表现一般,需进一步在不同的区域开展实验。

福建省是中药材的种植区,具有独特的区位优势,也是地道姜黄药材的主产区之一。利用姜黄中药材高产值和福建生物医药产业经济,立足于福建省优越的自然、土地、劳力资源和种植技术优势,规范中药材种植和基地建设;加强引种驯化和培育创新姜黄优良种质,推广姜黄种植和加工技术;形成福建地道药材品牌,从而带动姜黄深加工产业的发展,实现姜黄产业跨越式发展,形成极具福建特色的经济新增长点。

[参考文献]

[1] 葛跃伟,高慧敏,王智民. 姜黄属药用植物研究进展[J]. 中国中药杂志, 2007, 32(23): 2461.

- [2] 欧珍贵,刘凡值,李家兴,等. 姜黄资源概况及其开发利用[J]. 贵州农业科学, 2006, 34(4): 126.
- [3] 刘建福,王明元,唐源江,等. 水杨酸和一氧化氮对姜黄生长及次生代谢产物的影响[J]. 园艺学报, 2015, 42(4): 741.
- [4] 肖小河,钟国跃,舒光明,等. 国产姜黄属药用植物的数值分类学研究[J]. 中国中药杂志, 2004, 29(1): 15.
- [5] 李霞,王晓华,杨保华. 姜黄的研究进展[J]. 天然药物化学, 2003, 21(4): 298.
- [6] 张印辉,孙宁. 姜黄多种生物活性及其机制的研究进展[J]. 中国医药指南, 2013, 11(9): 441.
- [7] 郑玉强,邓立普. 姜黄素药理作用研究进展[J]. 辽宁中医药大学学报, 2011, 13(2): 212.
- [8] 刘红艳,王海燕,叶松,等. 姜黄素药理作用及其机制研究进展[J]. 中国现代医学杂志, 2012, 22(6): 48.
- [9] 庞新华,何新华,周全光,等. 姜黄种质资源的保存及其主要性状评价[J]. 热带作物学报, 2014, 35(6): 1047.
- [10] 黄锦媛,庞新华,周全光,等. 姜黄的规范化种植[J]. 广西热带农业, 2007(3): 37.
- [11] 何寻阳,曹建华,卢玫桂. 不同土壤环境对温郁金栽培的影响研究[J]. 中国生态农业学报, 2007, 15(5): 98.
- [12] 李青苗,张美,周先建,等. 不同规格种茎对黄丝郁金产量和质量的影响[J]. 中国中药杂志, 2009, 34(5): 542.
- [13] 黄锦媛,庞新华,周全光,等. 姜黄不同品种生长势比较试验[J]. 中国种业, 2008(3): 34.
- [14] 黄惠芳,黄锦媛,石兰蓉,等. 几个姜黄品种有效成分及生物学特性差异比较[J]. 中国种业, 2009(10): 39.
- [15] 宋玉丹,王书林,余弦. 犍为姜黄不同采收期姜黄素类成分差异探析[J]. 亚太传统医药, 2014, 10(18): 6.
- [16] 梁立娟,庞新华,黄慧芳,等. 固定栽培模式下年度间不同姜黄品种品质比较[J]. 农业研究与应用, 2012, 139(2): 8.
- [17] 叶世芸,苏彦雷,黄勇其,等. 贵州南、北盘江地区姜黄属植物中姜黄素类化合物含量对比研究[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(12): 7058.
- [18] 李隆云,宋红,张艳. 黄丝郁金适宜气候条件[J]. 时珍国医国药, 2000, 11(2): 185.
- [19] 张雪,王钰,陈大霞,等. 姜黄种姜分级标准研究[J]. 种子, 2013, 32(10): 12.