

石桃雄,顾亮亮,陈泽林,等. 金荞收集系叶片黄酮、可溶性蛋白、可溶性糖含量分析[J]. 江苏农业科学,2014,42(1):252-255.

金荞收集系叶片黄酮、可溶性蛋白、可溶性糖含量分析

石桃雄, 顾亮亮, 陈泽林, 陈庆富

(贵州师范大学生命科学学院植物遗传育种研究所/荞麦产业技术研究中心, 贵州贵阳 550001)

摘要:分析了 50 份金荞复合物 (*F. cymosum* complex) 收集系叶片的黄酮、可溶性蛋白、可溶性糖含量。结果表明: 黄酮含量平均值为 7.01%, 变异范围为 3.10% ~ 10.52%, 变异系数为 0.25%; 可溶性蛋白含量平均值为 23.56%, 变异范围为 11.50% ~ 35.10%, 变异系数为 0.21%; 可溶性糖含量平均值为 16.27%, 变异范围为 11.00% ~ 22.20%, 变异系数为 0.14%; 相关性分析表明, 黄酮含量与可溶性蛋白含量呈极显著正相关; 地域性差异分析表明, 来自西藏的金荞收集系黄酮、可溶性糖、可溶性蛋白含量均为最低。本研究结果对开发利用高黄酮、高可溶性蛋白、高可溶性糖含量的金荞收集系提供了数据支持, 也为进一步研究金荞黄酮、可溶性糖、可溶性蛋白含量的遗传变异提供了材料。

关键词:金荞; 黄酮; 可溶性蛋白质; 可溶性糖

中图分类号: S517.01 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)01-0252-03

金荞复合物 (*F. cymosum* complex) 是蓼科 (Polygonaceae) 荞麦属 (*Fagopyrum* Mill.) 多年生草本植物, 包括二倍体大野荞 (*F. megaspartanum* QFChen)、二倍体毛野荞 (*F. pilus* QFChen)、异源四倍体金荞 (*F. cymosum* Meissn.) 等 3 个生物学种类^[1]。金荞因块根提取物含有生物活性物质 (主要为类黄酮次生代谢物) 而具有抗肿瘤、抗炎等多种药效学功能, 是一种重要的根茎入药传统中药^[2]。此外, 金荞麦籽粒中含有大量营养物质和多种重要的无机元素及维生素。全面的营养价值及突出的保健功能使金荞成为值得开发的特色药食两用作物。

黄酮类化合物是金荞麦主要的生物活性成分。金荞根、花、叶、茎等组织中黄酮含量非常丰富。冯晓英等研究了大野荞花、茎、叶中总黄酮含量的变化, 结果表明, 黄酮含量高低顺序依次为: 花 (6.96% ~ 10.63%) > 叶 (2.97% ~ 6.30%) > 茎 (1.00% ~ 1.96%)^[3]。刘娜研究发现, 金荞复合物总黄酮含量在居群间和居群内的变异很大, 大野荞与金荞叶片总黄酮含量差异不显著, 但二者叶片总黄酮含量均极显著高于毛野荞; 大野荞幼花序总黄酮含量极显著高于毛野荞^[4]。

由于黄酮含量较高, 金荞幼叶现已用于特色保健茶的开发^[5]。可溶性糖和可溶性蛋白的积累不仅可以增强植物的抗逆性^[6-7], 还有助于茶叶品质的形成^[8-10]。然而, 目前国内外对金荞叶片可溶性蛋白、可溶性糖含量的研究还鲜有

报道。本研究分析了 50 份金荞复合物收集系叶片的黄酮、可溶性蛋白、可溶性糖含量, 旨在挖掘优质金荞复合物收集系, 促进金荞产业发展。

1 材料与方法

1.1 材料

不同收集系金荞材料由贵州师范大学荞麦产业技术研究中心提供 (表 1), 所有收集系材料均种植于贵州师范大学荞麦产业技术研究中心实验基地。

表 1 供试金荞收集系及原产地

收集系	原产地	收集系	原产地
A5-1-1	四川省亭县	A7-1-2	西藏
A5-7-2	云南省昆明市	A7-2-2	西藏
A10-10-3	重庆市石柱县	A5-3-2	云南省大理市
A10-9-1	湖北省玉峰县	A5-3-1	云南省大理市
A10-11-2	湖北省恩施市	A1-1-2	贵州省贵阳市
A2-6-1	贵州省罗甸县	A8-9-2	贵州省贵阳市
A2-1-1	贵州省修文县	A8-11-1	贵州省遵义市
A10-7-1	湖南省保靖县	A3-1-1	贵州省赫章县
A8-6-1	贵州省贵阳市	A4-5-2	四川省康定县
A3-4-2	贵州省雷山县	A1-1-1	贵州省贵阳市
A3-9-2	贵州省威宁县	A8-9-10	贵州省盘县
A10-1-1	湖南省花恒县	A2-3-1	贵州省龙里县
A4-6-1	四川省阆中县	A6-6-2	重庆市
A10-5-1	湖南省保靖县	A4-5-1	四川省康定县
A6-4-1	云南省大理市	A10-5-2	湖南省保靖县
A3-7-1	贵州省兴仁县	A5-4-1	云南省大理市
A9-5-2	贵州省安顺市	A8-4-1	贵州省贵阳市
A4-6-2	四川省阆中县	A5-9-1	云南省楚雄市
A3-3-2	贵州省雷山县	A3-3-1	贵州省雷山县
A6-6-1	重庆市	A3-4-1	贵州省雷山县
A7-1-1	西藏	A8-4-2	贵州省贵阳市
A3-1-2	贵州省赫章县	A9-7-1	湖南省永顺县
A3-8-1	贵州省剑河县	A3-7-2	贵州省兴仁县
A9-6-1	湖南省芷江县	A3-9-1	贵州省威宁县
A9-8-3	湖南省永顺市	A9-4-1	贵州省安顺市

收稿日期: 2013-05-26

基金项目: 国家自然科学基金 (编号: 31060207、31171609); 现代农业产业技术体系专项 (编号: CARS-08-A4); 贵州省农业攻关项目 (编号: 黔科合 NY 字 [2010]3094); 贵州省动植物育种专项 (编号: 黔农育专字 [2010]023 号); 贵州省科技创新团队项目 (编号: 黔科合人才团队 (2011)4007); 贵州师范大学博士基金 (编号: 11904-05032130025)。

作者简介: 石桃雄 (1980—), 女, 宁夏石嘴山人, 博士, 助理研究员, 从事植物遗传育种研究。Tel: (0851)6780646; E-mail: shitaoxiong@126.com。

通信作者: 陈庆富, 博士, 教授, 主要从事植物遗传育种研究。E-mail: cqf1966@163.com。

1.2 方法

1.2.1 样品采摘和制备 采集健康金荞复合物收集系幼叶 100 g,用自来水清洗,再用无菌水冲洗干净,在室温下晾干,放入烘箱中 105 ℃ 杀青 15 min,然后放到 60 ℃ 恒温干燥箱干燥至恒重。

1.2.2 黄酮含量测定 称取研磨成粉末的干样 1 g 置于 50 mL 容量瓶中,加入 75% 甲醇溶液定容至刻度,于 60 ℃ 恒温水浴锅中水浴 4 h 后过滤,得粗提液。黄酮含量参照凌永霞等的方法^[11]测定。

1.2.3 可溶性蛋白含量测定 称取干样 0.2 g 放入研钵中,加 2 mL 蒸馏水,研磨成匀浆,移至 10 mL 离心管中,用 6 mL 蒸馏水分次洗涤研钵,移入离心管中,5 000 r/min 离心 15 min,上清液转入 10 mL 容量瓶中,用蒸馏水定容至 10 mL,摇匀得粗提液。可溶性蛋白含量采用考马斯亮蓝(G-250)染色法测定^[12]。

1.2.4 可溶性糖含量测定 称取干样 0.1 g 放入研钵,加 80% 乙醇溶液 2 mL 研磨成匀浆,移到 10 mL 离心管中,用 6 mL 蒸馏水分次洗涤研钵,移入离心管中,5 000 r/min 离心 15 min,上清液转入 10 mL 容量瓶中,蒸馏水定容至 10 mL,摇匀得粗提液。可溶性糖含量采用蒽酮法测定^[13]。

1.2.5 数据处理 采用 SAS 软件对试验数据进行方差分析,用 LSD 法进行 $P=0.05$ 的差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 金荞收集系叶片黄酮含量

试验结果(表 2)显示,50 份金荞收集系叶片黄酮含量均值为 7.01%,变异范围为 3.10%~10.52%,变异系数为 0.25%。其中来自贵州省安顺市的收集系 A9-4-1 黄酮含量最低,来自贵州省贵阳市的收集系 A1-1-2 黄酮含量最高。从图 1 中可以看出,50 份金荞收集系叶片黄酮含量变异较大,呈近似正态分布。其中 48% 收集系(24 份)叶片的黄酮含量高于平均值(7.01%)。来自贵州省贵阳市的收集系 A8-9-2 黄酮含量也超过 10%。

2.2 金荞收集系叶片可溶性蛋白含量

从表 2 可见,50 份金荞收集系叶片可溶性蛋白含量平均值为 23.56%,变异范围为 11.50%~35.10%,变异系数为 0.21%。其中原产于重庆市的收集系 A6-6-1 可溶性蛋白含量最低,来自四川省康定县的收集系 A4-5-1 可溶性蛋白含量最高。从图 2 中可以看出,50 份金荞收集系叶片可溶性蛋白含量呈正态分布,其中 76% 收集系(36 份)叶片的可溶性蛋白含量介于 18.58%~28.02%。来自四川省亨县的收集系 A5-1-1 及来自贵州省贵阳市的收集系 A1-1-2 叶片的可溶性蛋白含量也超过 30%,分别为 31.20%、33.40%。

2.3 金荞收集系叶片可溶性糖含量

从表 2 可见,50 份金荞收集系叶片可溶性糖含量的平均值为 16.27%,范围为 11.00%~22.20%,变异系数为 0.14%。其中原产于西藏的收集系 A7-2-2 可溶性糖含量最低,来自湖北省恩施市的收集系 A10-11-2 可溶性糖含量最高。从图 3 可以看出,50 份金荞收集系叶片可溶性糖含量呈偏正态分布,其中 94% 收集系(47 份)叶片可溶性糖含量集中于

表 2 金荞收集系叶片的黄酮、可溶性蛋白、可溶性糖含量

收集系	黄酮含量 (%)	可溶性蛋白含量 (mg/g)	可溶性糖含量 (%)
A5-1-1	6.42	31.20	16.10
A5-7-2	5.41	19.70	13.70
A10-10-3	7.26	25.30	14.20
A10-9-1	7.10	22.60	17.40
A10-11-2	9.10	27.40	22.20
A2-6-1	5.31	19.80	14.30
A2-1-1	8.14	20.90	19.80
A10-7-1	6.82	21.03	17.90
A8-6-1	6.78	22.60	18.50
A3-4-2	5.13	18.40	17.60
A3-9-2	6.96	29.50	17.70
A10-1-1	6.86	26.70	19.40
A4-6-1	6.77	21.40	13.70
A10-5-1	6.54	23.10	12.90
A6-4-1	6.77	28.50	13.80
A3-7-1	6.47	16.45	14.40
A9-5-2	6.25	28.70	16.30
A4-6-2	6.24	27.80	16.80
A3-3-2	6.12	27.94	19.40
A6-6-1	5.99	11.50	14.10
A7-1-1	5.83	27.50	18.90
A3-1-2	5.91	28.50	15.60
A3-8-1	5.45	24.50	18.60
A9-6-1	5.12	20.60	16.70
A9-8-3	5.37	22.80	18.90
A7-1-2	4.25	15.70	15.70
A7-2-2	4.02	13.60	11.00
A5-3-2	3.96	18.70	17.20
A5-3-1	3.84	20.30	14.10
A1-1-2	10.52	33.40	14.90
A8-9-2	10.20	22.70	16.30
A8-11-1	9.92	23.58	13.10
A3-1-1	9.67	16.56	17.60
A4-5-2	9.65	27.80	14.50
A1-1-1	9.42	22.79	18.40
A8-9-10	8.81	21.00	17.40
A2-3-1	8.67	26.60	13.20
A6-6-2	8.63	27.04	19.60
A4-5-1	8.62	35.10	17.30
A10-5-2	8.54	27.50	15.10
A5-4-1	8.36	19.90	19.10
A8-4-1	8.23	27.30	18.10
A5-9-1	7.95	24.20	15.30
A3-3-1	7.60	25.60	14.60
A3-4-1	7.43	26.90	16.60
A8-4-2	7.28	19.60	16.30
A9-7-1	7.43	25.10	17.20
A3-7-2	7.28	17.30	16.70
A3-9-1	7.03	26.70	12.20
A9-4-1	3.10	18.70	13.30
平均值	7.01	23.56	16.27

11.93%~19.40%。原产于贵州省修文县的收集系 A2-1-1 及重庆市的收集系 A6-6-2 叶片可溶性糖含量高于 19.50%。

2.4 金荞收集系叶片黄酮、可溶性蛋白、可溶性糖含量相关性

由表 3 可见,金荞收集系叶片黄酮含量与可溶性蛋白含量呈极显著正相关;黄酮含量与可溶性糖含量、可溶性蛋白含量与可溶性糖含量间也呈正相关,但未达到显著水平。

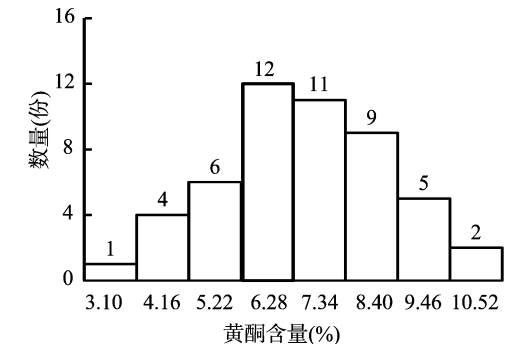


图1 金荞复合物收集系叶片黄酮含量的频率分布

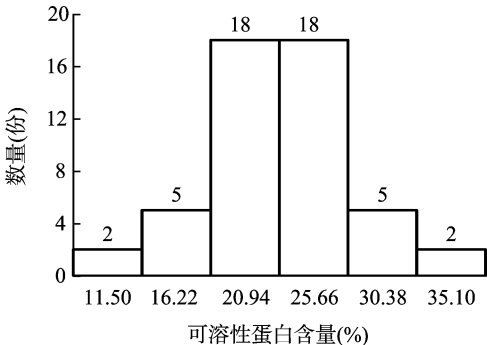


图2 金荞复合物收集系叶片可溶性蛋白含量的频率分布

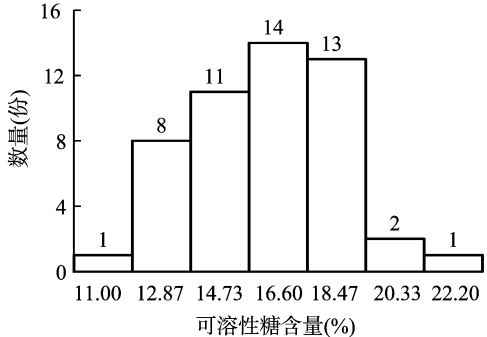


图3 金荞复合物收集系叶片可溶性糖含量的频率分布

表3 金荞复合物收集系叶片黄酮、可溶性蛋白、可溶性糖含量之间的偏相关系数

项目	可溶性蛋白含量	可溶性糖含量
黄酮含量	0.406 **	0.206
可溶性蛋白含量		0.201

注：“**”表示在 0.01 水平上显著相关。

2.5 金荞收集系叶片黄酮、可溶性蛋白、可溶性糖含量的地域性差异

由图 4 可见,金荞收集系叶片黄酮、可溶性蛋白、可溶性糖含量存在一定的地域性差异,其中原产于西藏的 3 个金荞收集系叶片黄酮、可溶性蛋白、可溶性糖含量平均值最低;原产于四川省的 5 个收集系叶片可溶性蛋白含量平均值最高;原产于湖北省的 2 个收集系叶片可溶性糖含量平均值最高。

3 结论与讨论

目前国内外对金荞复合物黄酮含量基因型差异的研究较少。刘娜对原产于贵州省、云南省、四川省、湖南省、湖北省、西藏的金荞复合物 48 个收集系的 196 个植株叶和花序中黄

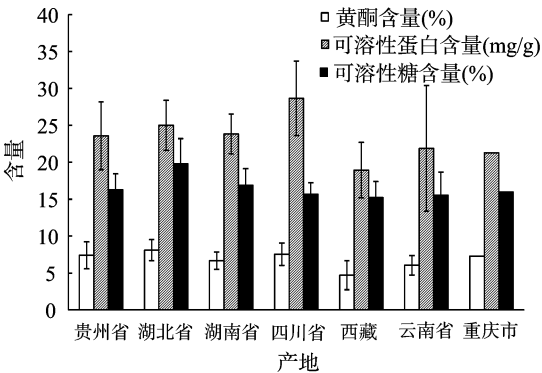


图4 不同产地金荞收集系叶片黄酮、可溶性蛋白、可溶性糖含量

酮、芦丁含量进行研究,结果表明,在同一栽培条件下,金荞复合物种间、居群间、居群内不同植株间的变异程度都很大^[4]。本研究表明,50 份金荞复合物收集系叶片的黄酮含量变异广泛(3.10% ~ 10.52%),这与刘娜的研究结论^[4]一致,说明金荞复合物存在丰富的遗传多样性。唐宇等对 28 份苦荞品种和 20 份甜荞品种叶片黄酮含量的研究表明,2 种荞麦叶片黄酮含量的平均值为 5.3%^[14]。赵玉平等研究表明,苦荞叶片中黄酮含量为 5.39%^[15]。韩志萍等对甜荞麦叶片总黄酮含量测定表明,甜荞麦叶片黄酮含量达 5.29%^[16]。本研究中 50 份金荞麦复合物收集系叶片黄酮含量平均值为 7.01%,远高于栽培种甜荞和苦荞。其中来自贵阳的收集系 A1-1-2、A8-9-2 叶片黄酮含量超过 10%,是具有较高开发价值的高黄酮种质资源。

由于金荞幼叶黄酮含量较高,因此以其为原料研制绿茶产品对金荞的开发利用具有重要意义。前人研究表明,可溶性蛋白、可溶性糖含量的积累有利于茶叶品质的形成^[8-10]。茶叶的可溶性蛋白质是能直接进入茶汤的营养成分之一,是鉴定茶叶品质的重要指标。可溶性糖是茶叶香气形成的重要基质,高含量可溶性糖是茶汤滋味上乘的贡献因子之一。目前国内外对荞麦叶片可溶性蛋白、可溶性糖的研究鲜有报道。本研究表明,金荞麦复合物收集系叶片可溶性蛋白、可溶性糖含量也存在丰富的居群变异,其中原产于亨县的收集系 A5-1-1 和贵阳市的收集系 A1-1-2 叶片的可溶性蛋白含量分别高达 31.20%、33.40%。分别原产于恩施市、修文县、重庆市的收集系 A10-11-2、A2-1-1、A6-6-2 叶片可溶性糖含量高于或接近 20.0%。收集系 A5-1-1、A1-1-2、A10-11-2、A2-1-1、A6-6-2 是非常值得开发的金荞种质资源。

相关性分析表明,金荞复合物收集系叶片黄酮含量与可溶性蛋白含量存在极显著的正相关,而黄酮含量与可溶性糖含量、可溶性蛋白含量与可溶性糖含量也存在正相关。产自贵阳市的收集系 A1-1-2 集高黄酮含量和高可溶性蛋白含量于一身,这表明选择高黄酮、高可溶性蛋白、高可溶性糖含量的品种是有可能的。

对 7 个省份金荞收集系叶片黄酮、可溶性蛋白、可溶性糖含量进行比较,发现这 3 个性状均存在一定的地域性差异,这与刘娜的研究结论^[4]也相互验证,也与张春平等^[17]的研究结果一致,即金荞遗传多样性与地理位置表现出明显相关性。

李文云,王立娟,袁启凤,等.不同产地牛肉红朱橘果实可溶性糖和有机酸含量分析[J].江苏农业科学,2014,42(1):255-258.

不同产地牛肉红朱橘果实可溶性糖和有机酸含量分析

李文云,王立娟,袁启凤,陈守一,彭志军,柏自琴,李金强

(贵州省果树科学研究所,贵州贵阳 550006)

摘要:利用气相色谱技术检测 3 个试点牛肉红朱橘及其对照(朱红橘)果实可溶性糖和有机酸含量,结果表明:牛肉红朱橘成熟果皮有机酸和可溶性糖含量极少,主要积累在果肉中;果肉中有机酸以柠檬酸为主,可溶性糖以蔗糖为主;3 个试点的不同生态条件下,果实有机酸和可溶性糖含量差异显著,从而导致果实品质的差异;糖分含量随温度的升高而升高,酸含量随温度的下降而减少。通过初步评价 3 个试点牛肉红朱橘果实糖酸含量差异,为牛肉红朱橘的推广与示范提供一定的参考。

关键词:牛肉红朱橘;不同试点;可溶性糖;有机酸

中图分类号: S666.201 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)01-0255-04

牛肉红朱橘是在 80 多年前从贵州省惠水县涟江河畔 11 万株朱红橘中选育出的 1 株红肉突变体,果皮红如牛肉色,果肉呈暗红色(可能是天然杂种),当地群众称之为牛肉红金橘^[1]。彭志军等利用 AFLP 分子标记技术对朱红橘及其实生变异体牛肉红金橘进行了遗传鉴定,结果表明牛肉红金橘与朱红橘在 DNA 水平上确实存在差异,牛肉红金橘为遗传上稳定的变异体^[2]。2011 年 6 月通过贵州省农作物品种审定委员会审定,并正式定名为牛肉红朱橘(审定编号为:黔审果

2011004 号)^[3]。牛肉红朱橘具有果小(单果重仅有 40~60 g)、皮薄、少核或无核、色泽橙红和独特浓香味等优点,是贵州省特色柑橘品种之一。牛肉红朱橘果色鲜艳,符合现代人消费需求,特别吸引消费者,多年来一直有着强劲的市场优势。目前贵州省牛肉红朱橘市场售价为 6~10 元/kg,高出其他橘类 2~3 元/kg。目前,牛肉红朱橘主要集中栽培在贵州省惠水、都匀、沿河、黔西等县市,种植面积约 107 hm²(2012 年新建果园 67 hm²),投产面积约 40 hm²,平均产量为 34 kg/株。因为近年来才开始在贵州省推广种植,所以不同生态条件下的牛肉红朱橘果实品质发育研究较少。本研究利用气相色谱技术检测牛肉红朱橘及其对照(朱红橘)果实可溶性糖和有机酸含量,初步评价 3 个试点果实品质差异,为牛肉红朱橘的推广与示范提供一定的参考。

收稿日期:2013-05-28

基金项目:国家现代农业(柑橘)产业技术体系专项(编号:CARS-27);贵州省农业科学院研究生创新基金[编号:黔农科合(创新基金)2010008];贵州省科研机构创新能力建设项目(编号:黔科合院所创能[2010]4009)。

作者简介:李文云(1983—),女,湖北襄樊人,硕士,助理研究员,主要从事果树栽培与育种研究。E-mail:gsgzanju@163.com。

通信作者:李金强,高级农艺师,主要从事柑橘栽培技术研究。E-mail:gsljinqiang@163.com。

参考文献:

- [1]陈庆富. 荞麦属植物科学[M]. 北京:科学出版社,2012.
- [2]周洁云,林静,杜霞,等.金荞麦的药理作用研究概况[J]. 湖北中医药大学学报,2012,14(4):68-69.
- [3]冯晓英,陈庆富. 大野荞不同器官中总黄酮含量的测定[J]. 贵州农业科学,2007,35(4):15-16.
- [4]刘娜. 金荞和苦荞黄酮含量变异及其特色保健茶的开发研究[D]. 贵阳:贵州师范大学,2009:1-77.
- [5]刘娜,陈庆富. 大野荞绿茶制作工艺技术研究[J]. 云南农业大学学报:自然科学版,2008,23(6):76-79.
- [6]朱政,蒋家月,江昌俊,等. 低温胁迫对茶树叶片 SOD、可溶性蛋白和可溶性糖含量的影响[J]. 安徽农业大学学报,2011,38(1):24-26.
- [7]方志红,董宽虎. NaCl 胁迫对碱蒿可溶性糖和可溶性蛋白含量的影响[J]. 中国农学通报,2010,26(16):147-149.
- [8]蒲晓亚,袁毅君,王廷璞,等. 茶叶的主要呈味物质综述[J]. 天水师范学院学报,2011,31(2):40-44.

1 材料与方法

1.1 材料

牛肉红朱橘及其对照(朱红橘)成熟果实于 2010 年 11

- [9]陈睿. 茶叶功能性成分的化学组成及应用[J]. 安徽农业科学,2004,32(5):1031-1033,1036.
- [10]黄继轮. 论茶叶品质的构成及品质评定[J]. 茶业通报,2000,22(2):19-21.
- [11]凌永霞,黄凯丰,陈庆富. 2 种提取方法测定大野荞植物叶中的黄酮含量[J]. 安徽农业科学,2011,39(13):7768-7770.
- [12]张志良. 植物生理学实验指导[M]. 北京:高等教育出版社,2000.
- [13]李合生. 植物生理生化实验原理及技术[M]. 北京:高等教育出版社,2000.
- [14]唐宇,赵钢. 荞麦中黄酮含量的研究[J]. 四川农业大学学报,2001,19(4):352-354.
- [15]赵玉平,肖春玲. 苦荞麦不同器官总黄酮含量测定及分析[J]. 食品科学,2004,25(10):264-266.
- [16]韩志萍,曹艳萍. 甜荞麦不同部位总黄酮含量测定[J]. 食品研究与开发,2005,26(3):147-149.
- [17]张春平,何平,何俊星,等. ISSR 分子标记对金荞麦 8 个野生居群的遗传多样性分析[J]. 中草药,2010,41(9):1519-1522.