

青海核桃种质资源内含物多样性研究

刘宝尧^{1,2}, 刘小利²

(1. 青海大学 农牧学院, 青海 西宁 810016; 2. 青海省林业科学研究所, 青海 西宁 810016)

摘要:以青海省不同核桃分布区的地方核桃坚果为试材,分别采用凯氏定氮法、索氏抽提法和气相色谱法测定了112份核桃仁蛋白质含量、粗脂肪含量和主要脂肪酸组成成分及含量,分析了不同地区核桃内含物的多样性和含量变异程度。结果表明:地方核桃的蛋白质平均含量为15.97%,粗脂肪平均含量为64.26%,主要脂肪酸及平均含量依次为亚油酸55.49%、油酸24.70%、亚麻酸11.66%、棕榈酸6.05%、硬脂酸1.98%,其中不饱和脂肪酸含量达91.85%;除此之外,地方核桃脂肪酸组成成分相同,但含量有显著差异。

关键词:青海地方核桃;蛋白质含量;粗脂肪含量;脂肪酸组成

中图分类号:S 664.102.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)18-0005-04

核桃(*Juglans regia* L.)属胡桃科胡桃属多年生落叶乔木,又称胡桃,雌雄同株异花,雌雄异熟,与扁桃、腰果、榛子并称为世界四大干果^[1],是著名的油料经济树种。青海作为高原核桃产区之一,核桃栽培历史悠久,经长期自然相互杂交,形成了高度混杂的群体,具有丰富的种质资源^[2]。

目前,关于核桃脂肪及脂肪酸含量的相关研究较多,但针对青海地方核桃的相关研究尚鲜见报道。因此,该试验通过开展青海地方核桃内含物测定及多样性研究,拟对青海地区核桃种质资源的有效利用提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料分别采自青海省6个核桃适生区,详见表1。

浓硫酸、硫酸铜、硫酸钾、浓盐酸、石油醚、乙醚、甲醇,均为分析纯。

万分之一分析天平,恒温干燥箱,消化炉,全自动凯氏定氮仪(Gerhardt Vapodest 50 s),索氏抽提仪,超声波

清洗仪,高效气相色谱仪(Agilent 6890N)。

1.2 试验方法

坚果于2014年9月中下旬核桃成熟期进行采摘,从树体东西南北及中部5个方位采收健康饱满、无病虫害坚果共30粒。所有待测样品去除外壳后均匀混合,尽量保持核仁清洁完整,取出的核仁样品自然阴干并充分粉碎后备用。

表1 供试材料基本情况

| Table 1 | | Basic situation of materials | | |
|---------|------------|------------------------------|-------------|--------------|
| 编号 | 采集地 | 样本数 | 是否实生 | 主要生境 |
| Serial | Collection | Number of sample | Seedling or | Main |
| number | site | /个 | not | habitat |
| 1 | 尖扎县 | 14 | 是 | 河滩边、田间、路旁、屋旁 |
| 2 | 化隆县 | 10 | 是 | 河滩边、田间、路旁、屋旁 |
| 3 | 循化县 | 16 | 是 | 河滩边、田间、路旁、屋旁 |
| 4 | 贵德县 | 24 | 是 | 河滩边、田间、路旁、屋旁 |
| 5 | 乐都县 | 18 | 是 | 河滩边、田间、路旁、屋旁 |
| 6 | 民和县 | 30 | 是 | 河滩边、田间、路旁、屋旁 |

1.3 项目测定

主要测定指标有蛋白质含量、总脂肪含量及主要脂肪酸含量(棕榈酸、油酸、亚油酸、亚麻酸、硬脂酸)。

蛋白质含量采用GB5009.5-2010的凯氏定氮法测定^[3]。粗脂肪含量采用GB/T 14488.1-2008的索氏抽提法测定^[4]。

脂肪酸含量分析采用GB/T 17376-2008动植物油脂脂肪酸甲酯的气相色谱分析、气相色谱法。气相分析条件:毛细管色谱柱TR-35MS(30 m×0.25 mm×0.5 m),载气为高纯氮气(99.999%),流量为0.35 mL/min,进样口温度250℃,检测器温度290℃,柱箱升温程序:起始柱

第一作者简介:刘宝尧(1991-),男,青海平安人,硕士研究生,研究方向为植物资源保护与利用。E-mail:liubayao681@126.com.

责任作者:刘小利(1968-),女,陕西渭南人,本科,研究员,现主要从事经济林等研究工作。E-mail:xiaoli2408@sohu.com.

基金项目:青海省自然科学基金资助项目(2013-Z-903);青海省科技促进新农村资助项目(2013-N-509);青海省农业科技成果转化和推广计划资助项目(2012-N-509)。

收稿日期:2015-05-25

温为 150℃,保持 2 min,以 10℃/min 升温至 230℃,保持 10 min,以 2℃/min 升温至 250℃,保持 5 min。分流进样 1 μL,分流比 5:1。各组分的相对含量采用峰面积归一法进行定量分析^[5]。

1.4 数据分析

采用 Excel 2003 软件处理数据;采用 SPSS 18.0 软件进行主成分分析与聚类分析^[6]。在主成分分析过程中,为了将全部信息利用起来,在计算各主成分的基础上,根据主成分函数模型计算主成分得分: $F=A_1ZX_1+A_2ZX_2+A_3ZX_3+\dots+A_nZX_n$ 。其中: $A_n=B_n/SQR(\alpha_n)$; B_n 为主成分指标对应的系数; α_n 为主成分对应的特

征值; ZX_n 为标准化后数据。

2 结果与分析

2.1 青海地方核桃种质资源的主要内含物含量

由表 2 可以看出,供试样本的内含物含量差异明显,变异范围较大,变异系数为 7.47%~41.07%,平均变异系数为 21.09%。油酸、亚麻酸、硬脂酸的变异系数均高于平均水平,其余各性状指标的变异系数均低于平均水平。油酸的变异系数最高为 41.07%,表明其离散度较大;粗脂肪含量的变异系数最低,仅为 7.47%。

表 2 供试样本主要内含物指标分析结果

Table 2 The analysis result of main substances contents in samples

| 指标 Indicators | 最小值 Min | 最大值 Max | 平均值 Mean | 标准差 Standard deviation | 变异系数 Variable coefficient/% |
|---|------------|------------|-------------|---------------------------|--------------------------------|
| 粗脂肪 Crude fat/% | 48.81 | 72.58 | 64.38 | 4.81 | 7.47 |
| 棕榈酸 Palmitic/(g·(100g) ⁻¹) | 4.00 | 7.48 | 6.06 | 0.70 | 11.51 |
| 油酸 Oleic/(g·(100g) ⁻¹) | 7.14 | 54.46 | 24.19 | 9.94 | 41.07 |
| 亚油酸 Linoleic/(g·(100g) ⁻¹) | 31.03 | 70.39 | 55.99 | 9.23 | 16.48 |
| 亚麻酸 Linolenic/(g·(100g) ⁻¹) | 5.48 | 18.08 | 11.61 | 2.84 | 24.50 |
| 硬脂酸 Stearic/(g·(100g) ⁻¹) | 0.73 | 4.71 | 2.00 | 0.65 | 32.32 |
| 蛋白质 Protein/% | 10.89 | 23.31 | 15.97 | 2.28 | 14.28 |

2.2 青海核桃种质资源内含物含量不同分布区差异

由表 3 可以看出,尖扎、化隆、循化 3 个产区核桃脂肪含量均超过 65%,可以达到国标特级标准(GB/T 20398-2006),其余 3 个产区核桃脂肪含量 60%以上,达

到国标Ⅱ级以上;循化产区蛋白质含量达到国标Ⅱ级标准,其余产区蛋白质含量达到国标特级标准;青海各核桃产区不饱和脂肪酸含量也较高。青海地区核桃属于高油脂、高蛋白品种。

表 3 不同产区核桃种质资源的内含物含量差异比较

Table 3 Comparison of main substances contents in different eco-geographical regions of walnut

| 产区 Areas | 粗脂肪 Crude fat/% | 棕榈酸 Palmitic/(g·(100g) ⁻¹) | 油酸 Oleic/(g·(100g) ⁻¹) | 亚油酸 Linoleic/(g·(100g) ⁻¹) | 亚麻酸 Linolenic/(g·(100g) ⁻¹) | 硬脂酸 Stearic/(g·(100g) ⁻¹) | 蛋白质 Protein/% |
|-------------|--------------------|---|---------------------------------------|---|--|--|------------------|
| 尖扎 Jianzha | 65.95±2.47 | 5.98±0.73 | 29.06±8.35 | 52.22±7.49 | 10.05±3.27 | 2.68±1.09 | 16.95±2.14 |
| 化隆 Hualong | 67.60±1.33 | 6.96±0.43 | 19.49±8.91 | 57.56±9.91 | 14.38±2.40 | 1.62±0.68 | 16.06±0.91 |
| 循化 Xunhua | 68.49±3.43 | 6.12±0.57 | 22.95±6.80 | 56.41±6.58 | 12.53±0.95 | 1.72±0.28 | 12.92±0.72 |
| 贵德 Guide | 60.32±5.68 | 6.2±0.48 | 21.89±10.50 | 57.78±11.00 | 11.91±2.96 | 2.01±0.63 | 17.53±2.51 |
| 乐都 Ledu | 64.63±3.07 | 6.13±0.65 | 20.97±7.19 | 58.31±4.76 | 12.26±2.56 | 2.15±0.48 | 15.79±1.78 |
| 民和 Minhe | 63.47±4.62 | 5.64±0.74 | 27.92±12.20 | 54.19±11.60 | 10.29±2.80 | 1.87±0.41 | 15.99±1.45 |

由表 4 可以看出,各产区间内含物含量变异较大,表明各产区的离散度较大,其中油酸含量、亚麻酸含量、硬脂酸含量等的变异系数较大,最高达 47.94%,该结果可能与所在地区的气候条件、经营管理水平及单株

遗传学特性有关,而粗脂肪含量、棕榈酸含量、亚油酸含量、蛋白质含量等的变异系数相对较低,表明该性状的稳定性相对较高;就不同产区而言,贵德产区的变异程度最高,表明该区核桃的内含物多样性最丰富。

表 4 不同产区核桃种质资源内含物指标的变异系数

Table 4 The variation coefficient of main substances contents in different eco-geographical regions of walnut

| 产区 Areas | 粗脂肪 Crude fat | 棕榈酸 Palmitic | 油酸 Oleic | 亚油酸 Linoleic | 亚麻酸 Linolenic | 硬脂酸 Stearic | 蛋白质 Protein | 平均 Mean |
|-------------|---------------|--------------|----------|--------------|---------------|-------------|-------------|---------|
| 尖扎 Jianzha | 3.75 | 12.17 | 28.73 | 14.35 | 32.54 | 40.61 | 12.61 | 20.68 |
| 化隆 Hualong | 1.97 | 6.13 | 45.69 | 17.21 | 16.67 | 41.87 | 5.65 | 19.31 |
| 循化 Xunhua | 5.01 | 9.32 | 29.65 | 11.67 | 7.6 | 16.53 | 13.34 | 13.30 |
| 贵德 Guide | 9.42 | 7.8 | 47.94 | 19.05 | 24.81 | 31.15 | 14.32 | 22.07 |
| 乐都 Ledu | 4.75 | 10.63 | 34.30 | 8.17 | 20.87 | 22.28 | 11.27 | 16.04 |
| 民和 Minhe | 7.29 | 13.11 | 43.77 | 21.42 | 27.24 | 21.69 | 9.06 | 20.51 |

2.3 不同产区核桃主要内含物指标的主成分分析

以粗脂肪、棕榈酸、油酸、亚油酸、亚麻酸、硬脂酸、蛋白质含量共 7 项主要内含物含量指标进行主成分分析的结果见表 5。前 2 个主成分的特征值大于 1, 累计方差贡献率约达 82.244%, 表明这 2 个主成分反映了核桃 7 项主要内含物含量指标 82.244% 的信息, 因此, 可计算前 2 个主成分的单项得分和综合得分, 用来评价各产区核桃的综合内含物含量指标(表 6)。

表 5
主成分分析
特征值和方差贡献率

Table 5 The characteristic value and variance contribution rate of principal component analysis

| 序号 Numbers | 特征根 Characteristic root | 方差贡献率 Variance contribution / % | 累计方差贡献率 Cumulative variance contribution rate / % |
|---------------|----------------------------|------------------------------------|--|
| 1 | 4.066 | 58.084 | 58.084 |
| 2 | 1.691 | 24.160 | 82.244 |
| 3 | 0.870 | 12.424 | 94.668 |
| 4 | 0.355 | 5.074 | 99.742 |
| 5 | 0.018 | 0.258 | 100.000 |
| 6 | 0.000 | 0.000 | 100.000 |
| 7 | 0.000 | 0.000 | 100.000 |

依据表 6 中的主成分值从高到低进行排序, 第一主成分的排序结果为化隆、循化、乐都、贵德、民和、尖扎; 第二主成分的排序结果为贵德、乐都、化隆、民和、尖扎、循化; 综合主成分的排序结果为化隆、贵德、乐都、循化、民和、尖扎。由此基本可以判断, 化隆产区核桃的内含物综合性状表现最好。该结果与各性状指标单独评价的结果相近, 表明用主成分分析方法评价青海各产区核桃内含物含量指标的结果是比较可靠的。

表 6 各产区的主成分得分及综合得分

Table 6 The principal component scores and comprehensive scores in different eco-geographical regions of walnut

| 产区 Areas | 主成分得分及排名 Principal component scores and rank | | | | | |
|-------------|---|------|-------|------|-------|------|
| | F1 | 排名 | F2 | 排名 | F | 排名 |
| | F1 | Rank | F2 | Rank | F | Rank |
| 尖扎 Jianzha | -2.79 | 6 | -0.38 | 5 | -2.08 | 6 |
| 化隆 Hualong | 2.77 | 1 | 0.05 | 3 | 1.97 | 1 |
| 循化 Xunhua | 1.12 | 2 | -1.95 | 6 | 0.22 | 4 |
| 贵德 Guide | 0.06 | 4 | 2.03 | 1 | 0.64 | 2 |
| 乐都 Ledu | 0.62 | 3 | 0.54 | 2 | 0.6 | 3 |
| 民和 Minhe | -1.79 | 5 | -0.28 | 4 | -1.34 | 5 |

2.4 不同产区核桃的聚类分析

以粗脂肪、棕榈酸、油酸、亚油酸、亚麻酸、硬脂酸、蛋白质含量共 7 项主要内含物含量指标对 6 个产区进行聚类分析。从图 1 可以看出, 当距离为 10 时, 6 个核桃产区在内含物指标上可以聚为 3 类。其中第 I 类包括尖扎、民和; 第 II 类包括化隆、乐都、循化; 第 III 类包括贵德。

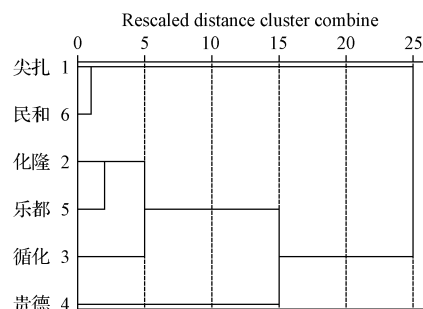


图 1 6 个核桃产区的聚类分析结果

Fig. 1 The cluster analysis result of six different eco-geographical regions of walnut

3 结论与讨论

3.1 青海核桃坚果的内含物多样性

青海核桃的内含物含量差异明显, 变异范围较大, 变异系数为 7.47%~41.07%, 平均变异系数为 21.09%。油酸、亚麻酸、硬脂酸的变异系数均高于平均水平, 其余各内含物指标的变异系数均低于平均水平。表明青海核桃内含物的不饱和脂肪酸含量变异幅度较大, 种质资源丰富, 具有较大的选择潜力。而粗脂肪含量、棕榈酸含量、亚油酸含量、蛋白质含量等的变异系数相对较低, 表明该性状的稳定性相对较高, 因此, 在品种选育过程中, 宜将脂肪含量高、蛋白质含量高等作为重要的参考指标, 并结合丰产稳产性、抗性等进行评价。就不同产区而言, 贵德产区的变异程度最高, 表明该区核桃的内含物多样性最丰富。

3.2 不同地区内含物含量变异程度不同

通过对 6 个产区的粗脂肪、棕榈酸、油酸、亚油酸、亚麻酸、硬脂酸、蛋白质含量共 7 项主要内含物含量指标进行聚类分析发现, 当距离为 10 时, 6 个核桃产区在内含物指标上可以聚为 3 类。其中第 I 类包括尖扎、民和; 第 II 类包括化隆、乐都、循化; 第 III 类包括贵德。其中贵德产区的内含物变异程度最高, 说明该区核桃的内含物遗传多样性丰富度最高; 尖扎产区与民和产区的内含物变异程度次之; 化隆产区、乐都产区、循化产区的内含物变异程度相对较低, 内含物遗传多样性丰富度也最低。

参考文献

- [1] 郝荣庭, 张毅萍. 中国果树志·核桃卷[M]. 北京: 中国林业出版社, 1996.
- [2] 郭映青. 青海的果树[M]. 西宁: 青海人民出版社, 1991: 99-110.
- [3] 孙媛, 张平平, 王志永, 等. 鲜干核桃的营养成分测定及品质评价[J]. 天津农学院学报, 2014, 21(3): 21-22.
- [4] 俞春莲, 王正加, 夏国华, 等. 10 个不同品种的薄壳山核桃脂肪含量及脂肪酸组成分析[J]. 浙江农林大学学报, 2013, 30(5): 725.
- [5] 赵登超, 王钧毅, 韩传明, 等. 不同品种核桃仁脂肪含量及脂肪酸组成与成分分析[J]. 华北农学报, 2009, 24(增刊): 295.
- [6] 肖良俊, 张雨, 吴涛, 等. 云南紫仁核桃脂肪酸含量及营养评价[J]. 中国油脂, 2014, 39(9): 95.

DOI:10.11937/bfyy.201518003

九十二个柑桔品种(资源)花粉量与花粉直径的测定与分析

刘冰浩, 丁 萍, 牛 英, 邓崇岭, 邓光宙, 陈传武

(广西柑橘生物学重点实验室, 广西特色作物研究院, 广西 桂林 541004)

摘 要:以 92 份柑桔品种资源花粉为试材, 观察和分析了不同品种资源的花粉量和花粉粒大小的基本情况, 以期在生产上授粉树的配置以及杂交育种和相关领域研究提供理论支持。结果表明: 不同资源花粉量和花粉粒大小存在差异, 花粉量的聚类分析将所有供试样品分为 3 类, 并且有 6 份资源存在 $2n$ 花粉。

关键词:柑桔; 品种资源; 花粉量; 花粉直径

中图分类号:S 666.02.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)18-0008-05

果树花粉数量和花粉粒大小主要是由树种与品种的遗传特性所决定的^[1], 在柑桔长期演变和进化过程

第一作者简介:刘冰浩(1982-), 男, 硕士, 助理研究员, 现主要从事果树种质资源与遗传育种等研究工作。E-mail: liubh-311@126.com

责任作者:邓崇岭(1962-), 男, 推广研究员, 现主要从事果树种质资源与遗传育种等研究工作。E-mail: cldeng88168@126.com

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31160388); 广西自然科学基金重点资助项目(2013GXNSFDA019014); 广西自然科学基金资助项目(2013GXNSFBA019112); 广西科学研究与技术开发计划资助项目(桂科合 1347004-11); 国家现代农业(柑桔)产业技术体系建设专项资助项目(CARS-27-04B); 广西柑橘生物学重点实验室资助项目(桂柑科 201301X004, 桂柑科 201202K001); 国家产业技术体系广西创新团队资助项目; 广西柑桔工程技术研究中心培育资助项目(2013CXJHA08)。

收稿日期:2015-05-25

中, 品种间亲缘关系十分复杂, 花粉形态和花粉量存在着明显的差异。有些柑桔品种具有无融合生殖现象, 生产上希望其没有花粉而产生无籽果实, 但有些品种不具有无融合生殖特性, 同时还需异花授粉, 如沙田柚具有明显的自交不亲和性, 在生产上必须配置合适的授粉树才能提高坐果率^[2]。在杂交育种、花药培养等种质创新及相关领域研究中也需要了解不同资源、品种的花粉生物学状况。该试验中以采自广西特色作物研究院柑桔资源圃等的 92 个柑桔品种(或资源)花粉为试材, 通过测定、分析其花粉量和花粉粒大小, 了解不同柑桔品种花粉的基本情况, 以期在生产上授粉树的配置以及杂交育种和相关领域研究提供理论支持。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试 92 个柑桔品种的花粉采自广西特色作物研究

Substances Diversity of Germplasm Resources on Walnut in Qinghai

LIU Baoyao^{1,2}, LIU Xiaoli²

(1. College of Agriculture and Animal Husbandry, Qinghai University, Xining, Qinghai 810016; 2. Qinghai Forestry Research Institute, Xining, Qinghai 810016)

Abstract: Taking 112 walnut local varieties kernel from different eco-geographical regions as research materials, protein content, crude fat content and main fatty acid content and composition were determined by the method of Kieldahl, Soxhlet extraction and gas chromatography respectively, substance diversity and content variation of walnut in different region were analyzed. The results showed that the average content of protein were 15.97%, crude fat were 64.26%, the average content of main fatty acid were linoleic 55.49%, oleic 24.70%, linolenic 11.66%, palmitic 6.05%, stearic 1.98% respectively. The unsaturated fatty acid content reached to 91.85%, the correlation analysis showed significant differences ($P < 0.05$) in the fatty acid content.

Keywords: Qinghai local walnut; protein content; crude fat content; fatty acid composition