



伊再提古丽·加帕尔,焦灰敏,努尔买买提,等. 新疆两个薄皮核桃品种及实生后代总多酚含量比较[J]. 黑龙江农业科学,2020(5):60-64.

新疆两个薄皮核桃品种及实生后代总多酚含量比较

伊再提古丽·加帕尔¹,焦灰敏¹,努尔买买提¹,热娜古丽¹,王新建²

(1. 新疆塔里木大学 植物科学学院,新疆 阿拉尔 843300;2. 兵团南疆特色果树生产工程实验室,新疆 阿拉尔 843300)

摘要:为选育新疆薄皮核桃优良实生后代,以南疆两个薄皮核桃及实生后代为试验材料,采用 Folin-Ciocalteu 比色法、主成分分析法对温 185 和新新 2 号核桃果实不同部位总多酚含量进行比较分析。结果表明:两种核桃果实不同部位总多酚含量多到少依次为,内种皮>叶片>青皮>核仁;两个核桃品种实生后代坚果不同部位总多酚含量中核仁与叶片呈极显著正相关,叶片与内种皮呈显著正相关;温 185 核桃实生后代坚果不同部位平均总多酚含量中,北 2-9、北 2-11、北 5-12、北 4-13 和北 1-16 的总多酚含量超过亲本,可以作为选育总多酚含量研究的优良单株,新新 2 号核桃实生后代核坚果不同部位平均总多酚含量中,中 1-17、中 5-12、中 6-12 和中 7-8 的总多酚含量超过亲本,可以作为选育总多酚含量研究的优良单株。

关键词:温 185;新新 2 号;实生后代;总多酚;相关性分析

核桃又名胡桃(*Juglans regia* L.)、胡桃科、核桃属^[1-2]。具有较高的营养价值和保健功效^[3-4]。新疆作为我国核桃生产的大省、种植面积、产量均在全国的前列、核桃产业是发展新疆经济的重要组成部分。核桃树的果实、青皮、种壳、木材及枝叶都有用途,因其核仁营养丰富,风味独特和用途多样使核桃跻身于世界四大坚果。鲜核桃加工保鲜过程中产生的副产物—核桃仁,种皮和核桃青皮含有丰富的多酚^[5-6]。植物多酚(plant polyphenols),广泛存在于植物外表皮、根、叶、果实中,如石榴、柿子、桑葚、地榆、大黄、肉桂等均含有大量多酚^[7-9]。近年来的研究表明,多酚具有抗衰老、抗动脉粥样硬化、抗癌、降血质及预防神经性退变等保健功能^[10-11]。核桃青果皮为核桃外果皮,别名又叫青龙衣^[12-13],目前已经检测出核桃青皮中含有多种化学成分,包括多糖、多酚、脂肪酸、醇类等物质。核仁营养丰富,并富含一系列具有抗氧化性及抗病性的化学组分,主要包括单宁类、黄酮类、酚酸类以及植物单固醇类等^[14]。核桃内种皮为包裹在核仁表面的一层薄膜,已有研究表明,坚果的内种皮富含多酚类物质,且具有

强于其种仁几倍的抗氧化能力^[15]。叶片是核桃树体进行光合、代谢等生理生化反应的器官,核桃叶片多酚的含量也呈动态性变化^[16-17]。

本研究以南疆温 185 和新新 2 号核桃及实生后代为试验材料,采用含量分析、相关性分析和主成分分析法对温 185 和新新 2 号核桃及实生后代的果实叶片、青皮、内种皮和核仁总多酚含量进行比较分析,为南疆薄皮核桃优良品种选育提供理论指导,同时为核桃中多酚类化合物的有效开发利用提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

供试材料取自塔里木大学园艺试验站核桃资源圃,温 185 核桃及实生后代(北 2-9、北 6-9、北 2-11、北 1-14、北 7-15 等)18 个样品,新新 2 号核桃及实生后代(中 1-3、中 1-8、中 7-9、中 1-11、中 4-12、中 1-17 等)21 个样品。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 温 185、新新 2 号核桃于 2019 年 9 月 17-25 日核桃成熟期采摘,每株 3 个重复,每个重复采 30 个果实,分别采取成熟叶片和新鲜核桃果实带回实验室破壳取仁、趁新鲜分离出核桃内种皮、核仁、青皮,将 30 个核桃叶片、青皮、内种皮和核仁,先杀青后烘干至恒重、干燥粉碎、过筛及备用。

1.2.2 测定项目及方法 本试验研究测定温

收稿日期:2020-01-15

基金项目:新疆生产建设兵团科技攻关计划项目(2011BA003)。

第一作者:伊再提古丽·加帕尔(1993-),女,在读硕士,从事果树遗传育种研究。E-mail:1062236021@qq.com。

通信作者:王新建(1963-),男,硕士,教授,从事果树遗传育种研究。E-mail:wjzky@163.com。

185 核桃、新新 2 号核桃及实生后代坚果叶片、青皮、内种皮和核仁总多酚含量,比较亲本与实生后代总多酚含量差异及遗传规律。

没食子酸标曲溶液制备及样品测定:参考 T/AHFIA 005-2018 安徽省食品行业协会团体标准

1.2.3 数据分析 采用 Excel 2013 进行数据整理,DPS7.55 软件进行相关性分析。

2 结果与分析

2.1 温 185 及其实生后代总多酚含量比较

由表 1 可知,温 185 的叶片、青皮、内种皮和

表 1 温 185 与实生后代坚果不同部位总多酚含量比较

Table 1 Comparison of total polyphenols content in different parts of nuts between Wen 185 and its seedling progeny

编号 No.	总多酚含量 Total polyphenols/(mg·g ⁻¹)			
	核仁 Nucleolus	叶片 Leaf	青皮 Green skin	内种皮 Endotesta
温 185	4.94	13.42	8.45	235.15
北 2-9	5.34	12.67	9.36	256.12
北 6-9	4.87	13.63	7.98	236.25
北 6-10	3.96	12.56	7.34	236.25
北 1-11	4.11	11.68	6.99	228.34
北 2-11	5.49	15.23	9.02	267.34
北 1-12	3.78	12.68	6.92	229.92
北 5-12	5.14	13.61	9.45	237.25
北 6-12	4.68	13.54	7.56	224.12
北 2-13	3.76	12.63	8.26	233.31
北 4-13	5.67	14.87	9.75	254.23
北 6-13	4.71	12.65	7.45	221.65
北 1-14	4.45	11.67	7.56	227.45
北 4-14	5.13	13.35	8.37	257.23
北 1-15	4.24	12.18	7.86	227.25
北 7-15	4.02	12.47	7.44	224.34
北 1-16	5.16	14.67	9.34	241.37
北 4-16	3.98	10.45	7.86	231.14
平均值	4.62	12.97	8.15	237.27
最大值	5.67	15.23	9.75	267.34
最小值	3.76	10.45	6.92	221.65
标准差	0.63	1.23	0.91	13.54
变异系数	0.14	0.09	0.11	0.06

核仁总多酚含量分别为 13.42、8.45、235.15 和 4.94 mg·g⁻¹,实生后代叶片、青皮、内种皮和核仁平均总多酚含量分别为 12.97、8.15、237.27 和 4.62 mg·g⁻¹。实生后代中,叶片总多酚含量超过亲本的占 35.29%,低于亲本的占 64.71%;青皮总多酚含量超过亲本的占 29.41%,低于亲本的占 70.59%;内种皮中总多酚含量超过亲本的占 47.06%,低于亲本的占 52.94%;核仁总多酚含量超过亲本的占 35.29%,低于亲本的占 64.71%。温 185 实生后代果实不同部位总多酚含量中,内种皮总多酚含量比其他 3 个指标的总多酚含量偏多,不同部位总多酚含量多到少的依序为,内种皮>叶片>青皮>核仁。

温 185 实生后代坚果不同部位平均总多酚含量中,北 1-12、北 2-13 和北 7-15 较少,低于亲本总多酚含量;北 2-9、北 2-11、北 5-12、北 4-13 和北 1-16 的总多酚含量较多,超过亲本,可以作为总多酚含量育种的优先选择。

2.2 新新 2 号核桃及其实生后代总多酚含量比较

由表 2 可知,新新 2 号的叶片、青皮、内种皮和核仁总多酚含量分别为 14.64、9.64、247.41 和 5.12 mg·g⁻¹。实生后代叶片、青皮、内种皮和核仁平均总多酚含量分别为 13.51、9.24、236.62 和 4.83 mg·g⁻¹。其中,实生后代中叶片总多酚含量超过亲本的占 30%,低于亲本的占 70%;青皮总多酚含量中超过亲本的占 35%,低于亲本的占 65%;内种皮总多酚含量中超过亲本的占 35%,低于亲本的占 65%;核仁总多酚含量超过亲本的占 30%,低于亲本的占 70%。新新 2 号核桃实生后代坚果不同部位总多酚含量多到少的依次为,内种皮>叶片>青皮>核仁。

新新 2 号实生后代核坚果不同部位平均总多酚含量中,4-10、中 1-11 和中 2-12 的总多酚含量较少,低于亲本总多酚含量;中 1-17、中 5-12、中 6-12、中 7-8 和中 4-12 的总多酚含量较多,超过亲本,可以作为总多酚含量育种的优先选择。

2.3 相关性分析

由表 3 可知,温 185 与实生后代坚果不同部位总多酚含量有密切相关性。核仁总多酚含量与叶片、青皮和内种皮呈极显著正相关;叶片总多酚

含量与青皮呈极显著正相关,与内种皮呈显著正相关;青皮总多酚含量与内种皮呈极显著正相关。

表 2 新新 2 号与实生后代坚果不同部位
总多酚含量比较

Table 2 Comparison of total polyphenols
content in different parts of nuts between Xinxin
No. 2 and its seedling progeny

编号 No.	总多酚含量 Total polyphenols/(mg·g ⁻¹)			
	核仁	叶片	青皮	内种皮
	Nucleolus	Leaf	Green skin	Endotesta
新新 2 号	5.12	14.64	9.46	247.41
中 1-3	4.98	13.56	8.34	229.36
中 1-8	4.87	11.38	8.13	228.87
中 7-8	5.25	14.75	9.78	254.35
中 2-9	4.78	13.67	8.34	238.23
中 4-9	5.31	14.70	10.12	252.13
中 5-9	4.87	12.56	8.46	235.23
中 6-9	4.89	11.67	8.34	231.23
中 7-9	4.73	12.62	7.12	227.29
中 1-10	4.62	13.65	9.13	226.86
中 4-10	3.98	12.68	8.56	237.83
中 1-11	4.12	13.02	7.89	132.45
中 5-11	4.87	12.67	8.45	245.67
中 6-11	3.69	12.95	9.01	254.81
中 1-12	4.88	12.95	10.32	243.12
中 2-12	4.05	12.67	8.56	234.12
中 3-12	4.87	12.56	9.34	226.35
中 4-12	5.21	14.98	10.85	256.13
中 5-12	5.77	15.78	11.34	257.78
中 6-12	5.33	15.88	10.67	268.98
中 1-17	5.45	15.54	12.02	251.56
平均值	4.83	13.51	9.24	236.62
最大值	5.77	15.88	12.02	268.98
最小值	3.69	11.38	7.12	132.45
标准差	0.53	1.33	1.28	27.53
变异系数	0.11	0.10	0.14	0.15

由表 4 可知,新新 2 号与实生后代坚果不同部位总多酚含量有密切相关性。核仁总多酚含量与叶片、青皮呈极显著正相关,与内种皮呈显著正相关;叶片总多酚含量与青皮呈极显著正相关,与

内种皮呈显著正相关;青皮总多酚含量与内种皮呈极显著正相关。

表 3 温 185 与实生后代坚果不同部位
总多酚含量相关性分析

Table 3 Correlation analysis of total polyphenol
content in different parts of Wen185 and
its seedling progeny

坚果不同部位 Different parts of nuts	核仁 Nucleolus	叶片 Leaf	青皮 Green skin	内种皮 Endotesta
核仁 Nucleolus	1			
叶片 Leaf	0.75**	1		
青皮 Green skin	0.81**	0.65**	1	
内种皮 Endotesta	0.69**	0.57*	0.72**	1

注:* 和 ** 分别表示 0.05 和 0.01 水平上显著相关。下同。
Note:* and ** indicate significant correlation at 0.05 and 0.01 levels,respectively. The same below.

表 4 新新 2 号与实生后代坚果不同部位
总多酚含量相关性分析

Table 4 Correlation analysis of total polyphenol
content in different parts of Xinxin No. 2 and
its seedling progeny

坚果不同部位 Different parts of nuts	核仁 Nucleolus	叶片 Leaf	青皮 Green skin	内种皮 Endotesta
核仁 Nucleolus	1			
叶片 Leaf	0.61**	1		
青皮 Green skin	0.63**	0.79**	1	
内种皮 Endotesta	0.45*	0.43*	0.54**	1

2.4 主成分分析

由表 5 和表 6 可知,在温 185 和新新 2 号实生不同部位总多酚含量主成分分析中,第 1 主成分的贡献率最大,为最重要的主成分,贡献率分别达到 76.97%和 68.58%;第 2 主成分贡献率分别为 11.17%和 15.66%,其中内种皮具有较大的正向荷载;第 3 主成分的贡献率最小,分别为 7.74%和 10.93%。前 3 个累计方差贡献率达到 100%,可以明确的解释核桃仁、叶片、青皮和内种皮总多酚含量的基本特征信息。因此可以选取这 3 个主成分作为核桃坚果总多酚含量选择的综合指标。

表 5 温 185 实生后代坚果不同部位
总多酚含量主成分分析

Table 5 Principal component analysis of
total polyphenol content in different parts of
nuts in Wen185 seedling progeny

坚果不同部位 Different parts of nuts	主成分 1 Principal component 1	主成分 2 Principal component 2	主成分 3 Principal component 3
核仁 Nucleolus	0.53	−0.17	−0.30
叶片 Leaf	0.48	−0.67	0.49
青皮 Green skin	0.51	0.15	−0.63
内种皮 Endotesta	0.47	0.71	0.52
特征值 Characteristic value	3.08	0.45	0.31
百分率 Percentage/%	76.97	11.17	7.74
累计百分率 Cumulative percentage/%	76.97	88.14	95.88

表 6 新新 2 号实生后代坚果不同部位
总多酚含量主成分分析

Table 6 Principal component analysis of total
polyphenol content in different parts of nuts
in Xinxin No. 2 seedling progeny

坚果不同部位 Different parts of nuts	主成分 1 Principal component 1	主成分 2 Principal component 2	主成分 3 Principal component 3
核仁 Nucleolus	0.49	−0.19	0.85
叶片 Leaf	0.53	−0.39	−0.39
青皮 Green skin	0.55	−0.15	−0.35
内种皮 Endotesta	0.43	0.89	−0.05
特征值 Characteristic value	2.74	0.63	0.44
百分率 Percentage/%	68.58	15.66	10.93
累计百分率 Cumulative percentage/%	68.58	84.23	95.16

3 结论与讨论

3.1 结论

本研究结果表明,温 185、新新 2 号核桃亲本与实生后代果实不同部位总多酚含量丰富。温 185 核桃实生后代内种皮总多酚含量比其他 3 个指标高,说明内种皮是温 185 核桃实生后代总多酚含量主要集中器官之一,后代中内种皮总多酚

含量的遗传特异性比其他 3 个指标强,其次为叶片,遗传特异性最小的是青皮和核仁。新新 2 号核桃实生后代中青皮和内种皮总多酚含量比核仁和叶片好,说明新新 2 号核桃实生后代坚果不同部位总多酚含量中,核桃内种皮和青皮总多酚含量有较强的遗传特异性。

两个品种核桃不同部位总多酚含量之间存在相关性并有一定的遗传规律。温 185 核桃实生后代坚果不同部位平均总多酚含量中,北 2-9、北 2-11、北 5-12、北 4-13 和北 1-16 总多酚含量超过亲本,可以作为选育总多酚含量研究的优良单株。新新 2 号核桃实生后代核坚果不同部位平均总多酚含量中,中 1-17、中 5-12、中 6-12 和中 7-8 的总多酚含量超过亲本,可以作为选育总多酚含量研究的优良单株。

3.2 讨论

新疆主栽的薄皮核桃温 185 和新新 2 号核桃果实叶片、青皮、内种皮和核仁多酚类化合物比较丰富,且有一定的抗氧化作用,但核桃叶片、青皮、内种皮中的多酚类物质不能直接食用,目前常用的是通过各种提取方法来提取利用核桃叶片、青皮、内种皮和核仁中的多酚类化合物。

温 185 和新新 2 号核桃亲本与实生后代叶片、青皮、内种皮和核仁总多酚含量丰富,两种核桃果实不同部位总多酚含量多到少的依次为,内种皮>叶片>青皮>核仁。史斌斌^[18]研究认为核桃多酚类物质含量及器官差异显著,核桃各器官中多酚含量多到少的依次为,内种皮>根>枝>叶>雄花>青皮>核仁,与本试验研究的结果一致。宋静武等^[19]对核桃叶片总多酚含量的研究结果较本试验研究结果偏高,说明不同环境和不同栽培方式栽培的核桃叶片多酚含量有明显差异。已有研究结果表明,核桃内种皮含有丰富的多酚类化合物,核桃多酚含量与抗氧化能力有直接相关性,核桃内种皮抗氧化能力超过核仁和叶片。史丹丹等^[20]研究了核桃仁种皮与核桃粕多酚生理功能,指出不同浓度的提取溶剂对核桃仁种皮多酚提取率及抗氧化能力有显著影响。宋浩等^[21]研究了核桃内种皮提取液中总多酚回收率与抗氧化活性,表明核桃内种皮提取液多酚回收率达到了 73.6%,DPPH 自由基 IC₅₀ 值为 33.71 μg·mL⁻¹,有较好的还原能力。

万政梅等^[6]研究了核桃青皮多酚类物质和抗氧化活性,结果表明,不老屯核桃、美国黑核桃和

普通核桃青皮总多酚含量分别为 12.38, 35.45 和 40.07 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$, 较本试验研究的青皮总多酚含量偏高, 说明不同地点、不同种和品种核桃青皮总多酚含量有明显差异。

本研究为选育及推广优良实生后代提供了良好的种质资源。其次, 核桃加工中的副产物(叶片、青皮、内种皮)的多酚类化合物的有效开发利用提供理论依据。为今后新疆薄皮核桃优良品种选育中亲本的选择和核桃果实不同部位的多酚类化合物有效利用提供理论指导。

参考文献:

- [1] 于文蛟, 王苗苗, 韩飞, 等. 新疆核桃多酚含量比较研究[J]. 农产品加工, 2018(22): 56-58.
- [2] 王克建, 郝艳宾, 杨春梅, 等. 核桃果实中的多酚类物质与核桃酒的制作[J]. 农产品加工(学刊), 2006(1): 46-47.
- [3] 黄小龙, 孙雨辰, 张维, 等. 核桃多酚化学及生物活性研究进展[J]. 食品工业科技, 2018, 39(21): 348-352.
- [4] 王克建, 齐建勋, 胡小松, 等. 多酚对核桃仁食用品质影响的初步研究[J]. 食品科学, 2006(5): 95-97.
- [5] 杨春梅. 影响核桃仁中多酚类物质抗氧化活性因素的研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2007.
- [6] 万政敏. 核桃青皮中多酚类物质及其抗氧化性的分析[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2007.
- [7] 石碧, 狄莹. 植物多酚[M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [8] 王燕. 柿子皮多酚物质的提取和除臭活性研究[D]. 南宁: 广西大学, 2008.
- [9] 杨逸璇, 朱明芳, 王峰, 等. 石榴皮多酚软膏通过介导 TGF-

β/Smad 信号通路以抗痤疮瘢痕形成的机制研究[J]. 湖南中医药大学学报, 2019, 39(5): 596-599.

- [10] 梁杏. 核桃饼粕多酚提取纯化及其抗氧化和降脂活性初步研究[D]. 昆明: 云南中医学院, 2016.
- [11] 李彬, 刘晓娇. 核桃叶中多酚类物质的浸提工艺优化[J]. 商洛学院学报, 2013, 27(6): 65-67, 86.
- [12] 赵国建, 王向东, 王未芳. 核桃青皮多酚的抗氧化性研究[J]. 农产品加工(学刊), 2011(2): 36-39, 54.
- [13] 贾淑平, 晏小欣, 买买提吐尔逊·吾甫尔. 核桃青皮及其多酚提取物与不同金属离子的吸附性研究[J]. 喀什师范学院学报, 2015, 36(6): 24-27.
- [14] 李煦. 核桃仁抗氧化、降血压作用及提取工艺研究[D]. 贵阳: 贵州师范大学, 2015.
- [15] 徐蓓蓓. 核桃副产物多酚的提取及其对油脂氧化稳定性的影响[D]. 阿拉尔: 塔里木大学, 2017.
- [16] 梁俊玉, 赵保堂, 殷振雄, 等. 核桃叶多酚的抗氧化活性测定[J]. 食品与发酵工业, 2012, 38(11): 171-174.
- [17] 史斌斌, 张文娥, 李雪, 等. 铁核桃叶片多酚类物质含量及其抗氧化活性[J]. 园艺学报, 2017, 44(1): 23-32.
- [18] 史斌斌. 铁核桃多酚类物质含量与抗氧化活性、代谢相关酶活性的关系[D]. 贵阳: 贵州大学, 2017.
- [19] 宋静武, 殷德松, 赵弟广, 等. 核桃叶片内多酚黄酮类成分对低温胁迫的响应[J]. 河北林果研究, 2017, 32(1): 34-41.
- [20] 史丹丹. 核桃仁种皮与核桃粕多酚生理功能的研究[D]. 昆明: 昆明理工大学, 2015.
- [21] 宋浩. 核桃仁去皮液中核桃多酚的回收及抗氧化活性研究[D]. 昆明: 昆明理工大学, 2015.

Comparison of Total Polyphenols Content Between Two Thin Skinned Walnut Varieties and Their Seedling Progeny in South Xinjiang

Yizaitiguli·Jiapaer¹, JIAO Hui-min¹, Nuermaimaiti¹, Renaguli¹, WANG Xin-jian²

(1. School of Plant Science, Tarim University, Alar 843300, China; 2. Production Engineering Laboratory of Special Fruit Trees in Southern Xinjiang, Alar 843300, China)

Abstract: In order to select the fine seedling progeny of Xinjiang thin skinned walnut, two thin skinned walnut and their seedling progenies in South Xinjiang were used as the experimental materials. The total polyphenol content in different parts of Wen185 and Xinxin No. 2 walnut fruits was compared and analyzed by Folin cio-caileu colorimetry and principal component analysis. The results showed that the order of the content of total polyphenols in different parts of the two walnut fruits was: inner testa>leaf>green skin>Nucleolus; the content of total polyphenols in different parts of the nuts of the two walnut varieties was positively correlated with that of the leaves, and the content of total polyphenols in different parts of the nuts of Wen 185 walnut varieties was positively correlated with that of the inner testa; Among the average total polyphenol contents in different parts of the nuts of Wen185 seedling progeny, Bei 2-9, Bei 2-11, Bei 5-12, Bei 4-13 and Bei 1-16 were more than their parents, which could be used as a good single plant for the study of total polyphenol content. Among the average total polyphenol contents in different parts of the nuts of Xinxin No. 2 seedling progeny, Zhong 1-17, Zhong 5-12, Zhong 6-12 and Zhong 7-8 were more than their parents, which could be used as a total number of breeding a good single plant for phenol content study.

Keywords: Wen185; Xinxin No. 2; seedling progeny; total polyphenols; correlation analysis