

‘徐香’猕猴桃果胶理化性质分析

谢雨彤¹ 王林姣¹ 邢乐华²

1 西南科技大学 生命科学与农林学院 2 绵阳市农业技术推广中心

DOI:10.12238/as.v8i4.2878

[摘要] 为促进猕猴桃的高值化利用,本试验以‘徐香’猕猴桃为材料,采用已优化的超声辅助提取方法,提取不同采后成熟度(未成熟、成熟、过熟)和不同组织部位(果皮、果肉、果渣,全果)的猕猴桃果胶,并从理化性质方面对果胶进行表征和比较。研究结果表明:未成熟果肉的得率最高,为13.25%;酯化度最高的为未成熟果皮果胶,为74.26%,且所有样品酯化度均在65%以上,为高酯果胶;蛋白质主要贮存在果肉中。本研究为‘徐香’猕猴桃高值化利用奠定基础。

[关键词] 猕猴桃; 果胶; 超声辅助提取; 理化性质

中图分类号: S663.4 文献标识码: A

Analysis of physicochemical properties and functional activity of pectin in 'Xu Xiang' kiwi fruit

Yutong Xie¹ Linjiao Wang¹ Lehua Xing²

1 School of Life Science and Engineering, Southwest University of Science and Technology

2 Mian yang agricultural technology extension center

[Abstract] In order to promote the high-value utilization of kiwifruit, this experiment used the optimized ultrasonic assisted extraction method to extract the pectin of kiwifruit with different postharvest maturity (immature, mature, overripe) and different tissue parts (peel, pulp, pomace, whole fruit), and characterized and compared the pectin from the physicochemical properties. The results showed that the yield of immature pulp was the highest (13.25%). The highest esterification degree was immature pectin (74.26%), and the esterification degree of all samples was over 65%, which was high ester pectin. Protein is mainly stored in the flesh. This study laid a foundation for the high value utilization of "Xuxiang" kiwi fruit.

[Key words] kiwi fruit; pectin; ultrasonic assisted extraction; physicochemical properties

猕猴桃(*Actinidia chinensis* Planch),也称为藤梨、羊桃、木子、奇异果等^[1]。猕猴桃具有良好的食用以及医用价值,食用猕猴桃不仅可以提供机体所需的营养,也能够有效的保护消化系统、免疫系统和新陈代谢^[2]。果胶是植物中间薄片中存在原代细胞壁的一部分,也是一种大量存在于植物组织中的多糖类物质^[3]。

目前在猕猴桃深加工过程中大部分皮渣副产物被丢弃^[4],且果皮的浪费占整个猕猴桃的30%^[5],导致严重的资源浪费和环境污染。因此本试验旨在通过超声辅助热酸水法提取徐香猕猴桃果胶不同成熟度及不同部位的果胶,比较其理化性质的差异,为猕猴桃高值化利用提供理论信息。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验所用‘徐香’猕猴桃,均是从市场采购的新鲜未成熟果实。将样品按成熟度分为未成熟果、成熟果和过熟果三个等级,

将每个成熟度等级的猕猴桃样品,切分为不同的部位:果皮、果肉、全果和果渣。随后将切块样品进行热烫处理10min钝化酶活性,后在50℃下干燥,并打碎成粉末,将其通过60目筛,保存于干燥器中,直至使用。

1.2 试验方法

1.2.1 超声辅助热酸水法提取果胶

参考李靓等^[6]方法,通过预实验优化后得出最佳提取条件:料液比1:40、提取时间59min、温度68℃、超声功率350W和pH=1.3。通过上述条件进行果胶提取,4000rpm离心10min,收集上清液,在上清液中加入2倍体积无水乙醇沉淀果胶。2小时后,将沉淀的果胶4000rpm离心10分钟,用95%的乙醇洗涤3次,再次离心,50℃干燥24小时,所得沉淀为果胶样品。每个处理设置三个重复。使用以下等式计算果胶得率:

$$\text{得率}(\%) = \frac{\text{果胶干重}(g)}{\text{干燥后的金艳猕猴桃粉末}(g)} \times 100\%$$

1.2.2 果胶透析纯化

取烘干后的果胶样品加超纯水并用磁力搅拌器在温度68℃、2000(r/min)条件下复溶,通过透析袋MD44去离子水中透析72小时,每隔8小时换一次水,透析完成的果胶样品经冷冻干燥后保存于干燥器中供后续分析检测。

1.2.3 总糖

参考李知弦^[7]的描述采用硫酸蒽酮法测定果胶总糖含量。首先将葡萄糖粉末放入烘箱中除去多余水分,随后溶解,配制0~100μg/mL的不同浓度葡萄糖溶液作为标准品。取0.2g蒽酮溶于100mL浓硫酸中作为硫酸蒽酮试剂。在所得果胶样品中取10mg并加入10mL去离子水,配成1mg·mL⁻¹的果胶原液。再按梯度分别吸取原液置于玻璃试管中并定容至1mL,得到样品待测液。取1.0mL葡萄糖标准溶液和样品待测液,在两者中分别缓慢小心地滴加硫酸蒽酮溶液并摇匀,沸水浴15min后冷却至室温,每次设置三个重复。测定反应液在620 nm波长下的吸光度,通过葡萄糖标准曲线计算总糖含量。

1.2.4 蛋白质含量

参考徐亚等^[8]的考马斯亮蓝法测定果胶的蛋白质含量。用超纯水配制浓度为0.1mg·mL⁻¹的牛血清蛋白BSA标准溶液,并稀释浓度梯度,分别将0、0.1、0.2、0.4、0.6、0.8和1.0mL牛血清蛋白BSA标准溶液加入试管中,随后加蒸馏水至总溶液为1mL,再加入5mL考马斯亮蓝G-250溶液,震荡混匀后在室温下静置5min,测定溶液在595nm处的吸光值。

1.2.5 半乳糖醛酸含量

果胶中测定半乳糖醛酸含量采用硫酸咔唑法,参考冯硕儒^[9]的方法用蒸馏水配制浓度为0.1mg·mL⁻¹的半乳糖醛酸标准溶液,吸取0、0.1、0.2、0.4、0.6、0.8和1.0mL半乳糖醛酸标准溶液加入试管中,加蒸馏水至1.0mL。取250μg·mL⁻¹的果胶溶液1.0mL于试管中,加入6.0mL浓硫酸溶液,将其置于85℃水浴20min,再冷却至室温,随后加0.5mL0.15%咔唑-乙醇溶液(w/v)试剂,振荡充分接触,室温下静置反应30min,测定溶液在530nm处的吸光值。根据标准曲线计算半乳糖醛酸的含量。

1.2.6 酯化度

参照冯硕儒^[9]所述方法进行果胶的酯化度(DE)测定。取10mg果胶充分溶解于20mL去离子水中,加入3滴酚酞溶液,将0.1mol·L⁻¹ NaOH装入微量滴定管中,滴定时边滴边摇,当果胶溶液出现粉红色且30秒不褪色时,记录消耗的NaOH体积(V1)。随后,在第一次滴定完成的果胶溶液中加入10mL0.1mol·L⁻¹ NaOH溶液,振荡使其充分反应。静置15min,再向该溶液中加入与上一步等体积等浓度的盐酸进行反应,溶液褪色。最后再次用NaOH滴定,当溶液再次变为粉红色且30秒不褪色时,停止滴定,所用氢氧化钠体积记为V2。酯化度根据以下等式计算:

$$DE(\%) = \frac{V2(mL)}{V1 + V2(mL)} \times 100\%$$

1.2.7 总酚含量

参照赵雪等^[10]实验方法,准确称取冷冻干燥样品粉末10mg于10mL离心管中,加8mL水,振荡混匀。总酚含量的测定采用福林-酚法,并稍作修改。配制浓度为300mol·mL⁻¹的没食子酸标准曲线工作液,再分别量取0.3mL各标准液及样品溶液至25mL容量瓶,加10mL去离子水摇匀,再加1.0mL福林-酚试剂,充分震荡,室温下避光反应5min,加入5mL5%的Na2CO3溶液,蒸馏水定容至25mL,充分混匀,避光放置60min,在765nm处测吸光值。每个样品设置3个重复。

1.3 数据处理

实验数据为3次测定的平均值。组间的显著性差异和相关性分析采用SPSS 19.0软件的ANOVA分析方法,P<0.05为差异显著。

2 结果与分析

2.1 不同成熟度及部位果胶得率分析

如下图2-1所示,果胶得率最高的是未成熟的果肉,其含量为13.25%,果胶得率最低的是过熟的果肉,其得率为5.69%。而果皮果胶得率随成熟度增加而减少,分析其原因是果实软化过程伴随着果胶物质的降解,原果胶不断降解为可溶性果胶及果胶酸,其含量与成熟度呈负相关^[11]。在未熟阶段,果肉果胶得率显著高于果皮果胶得率,其原因是果皮为了防止果实水分流失,所以细胞壁多排列紧密,而果胶多存在于细胞壁中,因此,此阶段的果皮中的果胶含量高于果肉。

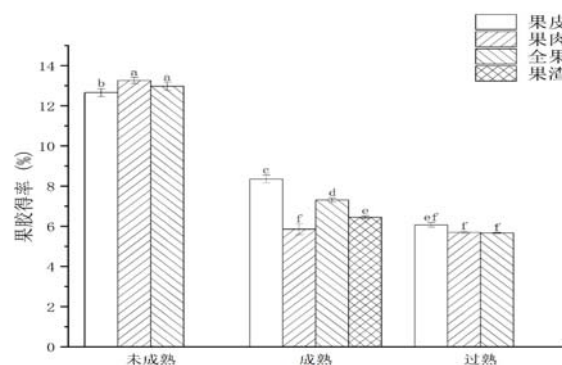


图2-1果胶的得率

2.2 不同成熟度和部位果胶的理化性质

2.2.1 果胶的蛋白质、总糖、半乳糖醛酸含量

如下表2-1所示,未成熟果肉与全果蛋白质含量显著高于未成熟果皮,表明果肉是蛋白质主要储存部位。成熟果肉和果渣蛋白质含量达峰值,显著高于其他组。过熟阶段蛋白质含量下降,可能与蛋白酶活性增强导致蛋白质降解有关。

未成熟果皮总糖含量最高,显著高于同阶段果肉和全果,表明糖分在发育早期优先积累于果皮。成熟后果肉总糖与果皮差异扩大,提示糖分可能从果皮向果肉转移或随成熟被呼吸消耗。过熟果肉总糖进一步降低,与贮藏后期呼吸作用加剧一致。

未成熟果皮与成熟果皮半乳糖醛酸含量差异显著,表明果皮果胶随成熟大幅积累。成熟果肉半乳糖醛酸含量低于果皮,但显著高于未成熟果肉,可能与果胶代谢酶活性差异有关。过熟果皮与果肉含量下降,反映果胶过度降解导致组织溃败。

表2-1 果胶的部分理化性质

材料	蛋白质 (%)	总糖 (%)	半乳糖醛酸 (%)
UPL	0.03±0.02j	4.03±0.01a	45.11±3.49cd
UPP	1.18±0.01f	3.56±0.04c	23.86±2.74g
UW	1.22±0.05e	3.87±0.06b	34.86±2.72ef
MPL	0.42±0.06h	3.05±0.07d	76.38±0.67a
MPP	2.02±0.03b	1.35±0.01i	38.80±4.79de
MW	1.26±0.04d	1.80±0.02h	53.38±5.27bc
MR	2.35±0.01a	2.00±0.01g	50.86±4.92bc
OPL	0.12±0.01g	2.80±0.05e	60.87±0.49b
OPP	0.99±0.00i	1.29±0.02i	26.17±0.88fg
OW	1.38±0.02c	2.14±0.02f	54.53±1.25bc

注：UPL：未成熟果皮；UPP：未成熟果肉；UW：未成熟全果；MPL：成熟果皮；MPP：成熟果肉；MW：成熟全果；MR：成熟果渣；OPL：过熟果皮；OPP：过熟果肉；OW：过熟全果。

2.2.2 果胶的酯化度

如下图2-2所示，果皮的酯化度随成熟度的增加而降低，全果酯化度在成熟期和过熟期差异不显著。徐香猕猴桃不同成熟度及部位提取得到的果胶，酯化度均大于50%，属于高甲氧基果胶，可能具有较强的凝胶性能。

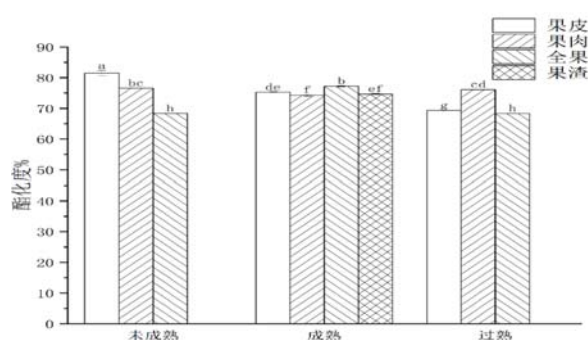


图2-2 果胶的酯化度

3 结论

本文以徐香猕猴桃为实验材料，通过已优化的超声辅助提取法，研究了徐香猕猴桃不同成熟度及部位的果胶的理化性质。未成熟的果肉的果胶提取率最高为13.26%，成熟的全果的果胶提取率最低为5.67%。成熟过程中，果皮通过积累果胶维持结构完整性，果肉则通过蛋白质合成和糖代谢调控软化与风味形成，体现器官间功能分工。成熟果渣(MR)高蛋白(2.35%)与半乳糖醛

酸(50.86%)特性提示其可作为膳食纤维或蛋白提取原料；过熟果肉(OPP)营养流失严重(蛋白0.99%，总糖1.29%)，需缩短贮藏周期。

[基金项目]

西南科技大学大学生创新创业训练计划项目(S202310619107)。

[参考文献]

[1]Zhang C, Zhang Q, Zhong C, et al. Volatile fingerprints and biomarkers of three representative kiwifruit cultivars obtained by headspace solid-phase microextraction gas chromatography mass spectrometry and chemometrics[J].Food Chemistry,2019,271:211–215.

[2]P D R,Juliet A,N L D.The nutritional and health attributes of kiwifruit: a review [J].European journal of nutrition, 2018,57(8):2659–2676.

[3]LUO S, CHEN R, HUANG L,et al.Investigation on the influence of pectin structures on the pasting properties of rice starch by multiple regression[J]. Food Hydrocolloids, 2017, 63: 580–584.

[4]MOTOHASHI N,SHIRATAKI Y,KAWASE M,et al.Cancer prevention and therapy with kiwifruit in Chinese folklore medicine: a study of kiwifruit extracts[J].Journal of Ethnopharmacology , 2002,81(3):357–364.

[5]SCHIEBER A,STINTZING F,& CARLE R.By-products of plant food processing as a source of functional compounds—recent developments[J].Trends in Food Science & Technology,2001,12(11):401–413.

[6]李靓,朱涵彬,李长滨,等.响应面优化超声波法提取火龙果皮果胶的工艺研究[J].包装与食品机械,2022,40(5):13–19.

[7]李知弦.揉捻和发酵工艺对红茶多糖组分、理化性质及抗氧化活性的影响研究[D].浙江大学,2022.

[8]徐亚,范会芬,赵玢玲,等.考马斯亮蓝法测定大豆水溶性蛋白提取方法的优化[J].大豆科学,2022,41(02):196–202.

[9]冯硕儒.马家柚果实储存时间、提取方法对柚皮果胶结构及性质的影响研究[D].南昌大学,2023.

[10]赵雪.中国主栽葡萄柚果肉酚类物质组成及其抗氧化活性[J].中国果业信息,2015(5):60

[11]吴宝婷,王娟,邱雪,等.灵武红枣成熟过程中硬度变化的生物力学研究[J].河南农业大学学报,2020,54(05):770–777.

作者简介:

谢雨彤(2002—),女,汉族,四川乐山人,本科,研究方向:果树。