

新疆西伯利亚白刺果实色素稳定性和 合理开发利用

阿不都克里木·热依木¹,加苏尔·阿不都克里木¹,玉苏甫·买买提²

(1. 新疆师范大学 生命科学学院,新疆特殊环境物种保护与调控生物学实验室,新疆 乌鲁木齐 830054;

2. 新疆师范大学 地理科学及旅游学院,新疆 乌鲁木齐 830054)

摘 要:以 2016 年 10 月上旬在新疆精河县艾比湖周边采集的西伯利亚白刺新鲜果实为试材,采用浸提萃取法提取西伯利亚白刺果实天然红色素,研究了不同因素对西伯利亚白刺新鲜果实红色素稳定性的影响。结果表明:西伯利亚白刺果实红色素的最佳提取溶剂为 0.37% 的盐酸水溶液;新疆西伯利亚白刺果实红色素的抗还原性、耐日光、耐热性较强,水溶性很强,红色素的颜色鲜艳,但是抗氧化性质较差;酸碱度对西伯利亚白刺红色素的影响较大,在较强的酸性条件下稳定性较好,在碱性条件下不稳定;食品添加剂对西伯利亚白刺红色素稳定性的影响不大;但是金属离子 Fe^{3+} 对红色素稳定性影响很大,其它金属离子对西伯利亚白刺果实红色素的稳定性影响不大。

关键词:新疆西伯利亚白刺;果实红色素;提取工艺;稳定性;开发利用

中图分类号:S 282.71 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)17-0159-05

西伯利亚白刺(*Nitraria cibirica* Pall.)^[1] 属蒺藜科(*Zygophyllaceae*)白刺属(*Nitraria* L.)多分枝的多年生乔木,又称为卡密、酸胖、哈莫儿^[2],广泛分布于新疆干旱、半干旱荒漠绿洲过渡带,资源比较丰富。其根系发达,寿命长达 30 年以上^[3],耐盐碱、耐沙埋、耐干旱等极端环境,具有很强的防风固沙作用^[4-7]。新疆西伯利亚白刺果实中含有丰富的总糖、黄酮、生物碱类化合物、多酚类化合物,各种氨基酸、维生素、胡萝卜素、总酸、脂肪、矿质元素(如钠、钾、镁、钙)等有效成分和营养物质^[8],还含有丰富的果汁和天然色素,可

以作为食品工业中的天然染色剂,是具有较好开发利用前景的野生天然食用色素资源植物之一。科学研究结果表明,白刺色素具有抗氧化、抗疲劳、抗缺氧等生理作用^[9-10],也可作为经济植物开发利用。白刺地上部分的营养成分很丰富,是牛、羊等家畜上等饲料。新疆西伯利亚白刺的合理开发和利用,一方面可以调动农民人工栽培西伯利亚白刺的积极性,从而改善荒漠生态环境,防止土壤沙化,另一方面可推动食品、饮料、保健品、医药等行业发展的作用,从而提高人民生活水平,具有生态和经济效益双重价值。该研究以西伯利亚白刺的新鲜果实为试验材料,研究不同因素对西伯利亚白刺新鲜果实红色素稳定性的影响,以期以西伯利亚白刺果实天然色素在食品加工领域中更好的开发利用提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料:2016 年 10 月上旬从新疆精河县

第一作者简介:阿不都克里木·热依木(1960-),男,本科,副教授,现主要从事植物有效成分分析及开发等研究工作。E-mail:814160047@qq.com.

责任作者:玉苏甫·买买提(1960-),男,本科,副教授,现主要从事干旱区绿洲农业资源与可持续利用等研究工作。E-mail:yusup@xjnu.edu.cn.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31260048, 41161007)。

收稿日期:2017-02-27

艾比湖周边荒漠环境中采集西伯利亚白刺的新鲜果实,由玉苏甫·买买提副教授鉴定。果实采后清洗掉尘土,置于冰箱冷冻保存。

供试仪器:722N可见分光光度计(上海精密科学仪器有限公司);数显恒温水浴锅 DK-D(江苏金怡仪器科技有限公司);电子天平 AL204(梅特勒-托利多仪器上海有限公司);台式离心机(上海安亭科学仪器厂)。

供试试剂:95%乙醇、磷酸氢二钠、蔗糖、盐酸、柠檬酸等均为分析纯。

1.2 试验方法

1.2.1 西伯利亚白刺果实红色素最大吸收峰的选择

按照文献[11-14]的方法进行。称取1g保存备用的西伯利亚白刺新鲜果实,置于50mL的烧杯中,按料液比1:20的比例加入0.37%盐酸水溶液;在自然条件下浸泡1h,用磁力搅拌器研磨样品至种子和果实分离,5000 r·min⁻¹离心6min,取1mL上清液,稀释5倍后,在300~600nm波长下测出吸光度值,测定西伯利亚白刺果实红色素的最高吸收峰。

1.2.2 西伯利亚白刺果实红色素最佳萃取剂的选择

称取5份1g保存备用的新疆西伯利亚白刺果实,分别置于50mL的烧杯中,按料液比1:20的比例分别加入5种提取溶剂(0.37%盐酸20%乙醇、0.37%盐酸、1%柠檬酸、1%柠檬酸20%乙醇、无水乙醇);在自然条件下浸泡1h,用磁力搅拌器研磨样品至种子和果实分离,5000 r·min⁻¹离心6min,取1mL上清液,稀释5倍后,在300~600nm波长下测出吸光度值,筛选西伯利亚白刺新鲜果实红色素的最佳提取溶剂^[15]。

1.2.3 西伯利亚白刺果实红色素的稳定性

温度对白刺果实红色素稳定性的影响:按照文献[16-18]的方法进行。取1mL的白刺果实红色素提取液9份,用0.37%盐酸溶液稀释5倍后,在20、30、40、50、60、70、80、90、100℃的温度条件下保温1h,冷却至室温后,以0.37%盐酸溶液为对照,在350nm波长和525nm波长下测定果实红色素的吸光度值并观察颜色变化;pH对白刺果实红色素稳定性的影响:取1mL白刺果实红色素提取液各10份,用0.37%盐酸溶液稀释5倍后,

用氢氧化钠溶液调节红色素溶液的pH为2、3、4、5、6、7、9、10、11、12,放置20min,以0.37%盐酸提取溶液为对照,在350nm波长和525nm波长下测定红色素提取液的吸光度值并观察颜色变化;光对白刺果实红色素稳定性的影响:取10mL白刺果实红色素提取液,用0.37%盐酸溶液稀释5倍后,放置室内向阳处,在自然光下放置10d,以0.37%盐酸溶液为对照,期间每天在350nm波长和525nm波长下测其吸光度值并观察颜色变化;氧化剂对白刺果实红色素稳定性的影响:取7份0.5mL白刺果实红色素提取液,加入5mL浓度为0.1%、0.2%、0.4%、0.6%、0.8%、1.0%、2.0%的过氧化氢溶液中,放置30min后,以0.37%盐酸溶液为对照,在350nm波长和525nm波长下测其吸光度值并观察颜色变化;还原剂对白刺果实红色素稳定性的影响:取7份0.5mL白刺果实红色素提取液,加入5mL浓度为0.1%、0.2%、0.4%、0.6%、0.8%、1.0%、2.0%的抗坏血酸溶液中,以0.37%盐酸溶液为对照,在350nm波长和525nm波长下测其吸光度值并观察颜色变化;金属离子对白刺果实红色素稳定性的影响:用NaCl, MgCl₂, CaCl₂, AlCl₃, FeCl₃, CuSO₄配制浓度为0.1mol·L⁻¹的金属离子溶液。取5mL金属离子溶液分别加入1mL白刺果实红色素提取液,放置30min后,在350nm波长和525nm波长下测定西伯利亚白刺果实红色素的吸光度值并观察颜色变化,24h后再次测定吸光度值并观察颜色变化;食品添加剂对白刺果实红色素稳定性的影响:取4份1mL白刺果实红色素溶液,分别加入5mL浓度为5%、10%、20%、30%的蔗糖和葡萄糖中,放置30min后,以0.37%盐酸溶液为对照,在350nm波长和525nm波长下测其吸光度值并观察颜色变化。

2 结果与分析

2.1 西伯利亚白刺果实红色素的最高吸收峰

由图1可知,在350nm波长和525nm波长处分别有一个吸收峰。因此,可以初步判定该色素为花青素类色素^[10]。

2.2 西伯利亚白刺果实红色素最佳萃取剂的选择

由图2可以看出,以0.37%盐酸作为萃取液时,西伯利亚白刺果实红色素的提取效果最佳。

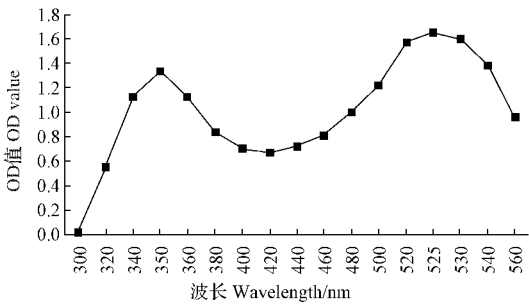


图 1 西伯利亚白刺果实红色素吸收光谱
Fig. 1 Absorption spectra curve of the red pigment from *Nitriaria cibirica* Pall. fruit

所以该研究选用 0.37% 盐酸溶液为萃取溶液进行后续试验。

2.3 温度对白刺果实红色素稳定性的影响

表 1 表明,20~70 ℃ 范围内,350 nm 波长的吸光度值不断升高,70 ℃ 时达到最高,而 20~50 ℃ 范围内,525 nm 波长的吸光度值不断升高,50 ℃

表 1 温度对西伯利亚白刺果实红色素稳定性的影响
Table 1 Effects of temperature on stability of *Nitriaria sibirica* Pall. pigment

项目 Item	温度 Temperature/℃								
	20	30	40	50	60	70	80	90	100
OD ₃₅₀	1.320	1.334	1.456	1.472	1.430	1.574	1.474	1.450	1.365
OD ₅₂₅	1.350	1.368	1.708	1.920	1.820	1.630	1.580	1.532	1.498
颜色 Color	玫瑰红	玫瑰红	玫瑰红	玫瑰红	玫瑰红	玫瑰红	玫瑰红	深红	深红混浊

2.4 pH 对白刺果实红色素稳定性的影响

由表 2 可以看出,在碱性条件下色素的稳定性不好,颜色逐渐变蓝,而在酸性条件下红色素的

表 2 pH 对西伯利亚白刺果实红色素的影响
Table 2 Effects of pH on stability of *Nitriaria sibirica* Pall. pigment

项目	pH										
Item	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
OD ₃₅₀	1.023	0.984	0.907	0.885	0.729	0.872	0.923	0.995	0.865	0.762	0.520
OD ₅₂₅	0.791	0.556	0.522	0.430	0.328	0.538	0.499	0.432	0.392	0.350	0.320
颜色 Color	玫瑰红	玫瑰红	玫瑰红	紫红	浅紫	浅蓝	蓝	深蓝	深蓝	深蓝	深蓝

2.5 光照对白刺果实红色素稳定性的影响

表 3 表明,第 1 天到第 10 天红色素的吸光度值没有太大的差异,颜色始终为玫瑰红,说明西伯利亚白刺果实天然红色素的光稳定性良好。

2.6 氧化剂对白刺果实红色素稳定性的影响

由表 4 可知,氧化剂过氧化氢对西伯利亚白刺果实红色素稳定性有很大的影响,随着过氧化

时达到最高,温度为 100 ℃ 时,液体中产生少量浑浊,但颜色不变,还是保持深红色状态,可以看出西伯利亚白刺果实红色素的热稳定性较强。

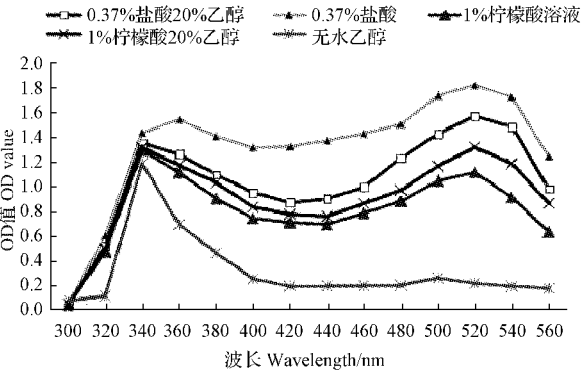


图 2 5 种萃取剂提取西伯利亚白刺果实红色素提取液的吸收光谱

Fig. 2 Absorption spectra curve of the red pigment from *Nitriaria cibirica* Pall. fruit by five kinds of extraction agent

稳定性良好颜色鲜艳,pH>5 时,红色素溶液的颜色逐渐变成蓝色,吸光度也逐渐下降。因此西伯利亚白刺果实红色素适用于酸性的食品中。

氢浓度的提高,红色素吸光度下降,红色素颜色也变淡,因此要防止西伯利亚白刺红色素与过氧化氢等氧化剂接触。

2.7 还原剂对白刺果实红色素稳定性的影响

表 5 表明,还原剂抗坏酸对西伯利亚白刺果实红色素稳定性的影响不大,即红色素的抗还原性比较强,在还原剂作用下保持稳定的性质。

表 3 光照对西伯利亚白刺果实红色素稳定性的影响
Table 3 Effects of sunlight on stability of *Nitraria sibirica* Pall. pigment

项目 Item	光照时间 Time of light/d									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
OD ₃₅₀	1.320	1.321	1.319	1.330	1.325	1.338	1.326	1.332	1.328	1.335
OD ₅₂₅	1.632	1.606	1.617	1.622	1.615	1.630	1.628	1.635	1.624	1.629
颜色 Color	玫瑰红	玫瑰红	玫瑰红	玫瑰红	玫瑰红	玫瑰红	玫瑰红	玫瑰红	玫瑰红	玫瑰红

表 4 过氧化氢对西伯利亚白刺果实红色稳定性的影响

Table 4 Effects of H₂O₂ on stability of *Nitraria sibirica* Pall. pigment

项目 Item	H ₂ O ₂ 浓度 H ₂ O ₂ concentration/%						
	0.1	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	2.0
OD ₃₅₀	0.468	0.228	0.211	0.206	0.200	0.205	0.200
OD ₅₂₅	1.176	0.736	0.703	0.627	0.608	0.592	0.456
颜色 Color	淡红	淡红	浅红	浅红	浅红	浅红	微红

表 5 抗坏血酸对西伯利亚白刺果实红色素稳定性的影响

Table 5 Effects of ascorbic acid on stability of *Nitraria sibirica* Pall. pigment

项目 Item	抗坏血酸浓度 Ascorbic acid concentration/%						
	0.10	0.20	0.40	0.60	0.80	1.0	2.0
OD ₃₅₀	0.416	0.420	0.426	0.412	0.420	0.430	0.410
OD ₅₂₅	1.180	1.186	1.172	1.181	1.188	1.190	1.185
颜色 Color	玫瑰红	玫瑰红	玫瑰红	玫瑰红	玫瑰红	玫瑰红	玫瑰红

2.8 金属离子对白刺果实红色素稳定性的影响

由表 6 可知,金属离子 Cu²⁺、Na⁺ 对西伯利亚白刺果实红色素稳定性基本无影响,随着时间推移,颜色不变;金属离子 Mg²⁺、Al³⁺、Ca²⁺ 对红色素有增色作用,随着时间推移,颜色变深,吸光度值差异不大;金属离子 Fe³⁺ 对西伯利亚白刺果实红色素稳定性有明显的影

表 6 金属离子对西伯利亚白刺果实红色素的影响

Table 6 Effects of metal ions on stability of *Nitraria sibirica* Pall. pigment

金属离子 Metal ion	添加 0.5 h Add 0.5 h	添加 0.5 h Add 0.5 h	添加 24 h Add 24 h	添加 24 h Add 24 h	颜色 Color
对照	1.245	1.453	1.242	1.432	玫瑰红
Fe ³⁺	0.107	0.873	0.087	0.640	黄褐色
Al ³⁺	1.312	1.615	1.286	1.598	玫瑰红
Na ⁺	1.241	1.420	1.232	1.397	玫瑰红
Mg ²⁺	1.213	1.394	1.305	1.391	玫瑰红
Ca ²⁺	1.392	1.745	1.331	1.736	玫瑰红
Cu ²⁺	1.396	1.182	1.289	1.135	玫瑰红

吸光度值逐渐降低。因此,西伯利亚白刺果实红色素在生产加工使用和保存过程中注意避免与铁制容器接触。

2.9 食品添加剂对白刺果实红色素稳定性的影响

表 7 表明,葡萄糖和蔗糖等食品添加剂对西伯利亚白刺果实红色素稳定性没有明显影响。

表 7 食品添加剂对西伯利亚白刺果实红色素的影响

Table 7 Effects of food additives on stability of *Nitraria sibirica* Pall. pigment

项目 Item	食品添加剂浓度 Food additives concentration/%	0	5	10	20	30
葡萄糖 Glucose	OD ₃₅₀	1.433	1.435	1.438	1.442	1.455
	OD ₅₂₅	1.642	1.650	1.655	1.660	1.669
	颜色	玫瑰红	玫瑰红	玫瑰红	玫瑰红	玫瑰红
蔗糖 Sucrose	OD ₃₅₀	1.433	1.438	1.446	1.456	1.470
	OD ₅₂₅	1.642	1.649	1.657	1.668	1.682
	颜色	玫瑰红	玫瑰红	玫瑰红	玫瑰红	玫瑰红

3 结论

西伯利亚白刺果实红色素有 2 个最大吸收峰在 350 nm 和 530 nm 波长下。最佳提取条件随温度的不同而不同,在室温的条件下 0.37% 盐酸水溶液可以作为最好的提取溶液。在自然条件下,盐酸乙醇溶液、盐酸溶液、柠檬酸溶液、柠檬酸乙醇溶液、无水乙醇等溶剂中提取的溶解度很好,在 pH 为 1~2 的条件下颜色显出最明亮的玫瑰色;温度和光对红色素的稳定性没有太大的影响;氧化剂对红色素有明显的褪色效应,抗氧化性质较差。还原剂对红色素有增色效应,但作用不太明显,抗还原性很好。Na⁺、Cu²⁺ 对红色素稳定性的影响不明显;Ca²⁺、Mg²⁺、Al³⁺ 对红色素稳定性有增色效应;Fe³⁺ 对红色素稳定性的影响很明显,颜色由红色变为黄褐色。食品添加剂对红色素稳定性的影响不大。西伯利亚白刺果实中的天然色素容易提取且具有较好的稳定性,因而西

伯利亚白刺是具有很高的经济价值和开发潜力的天然植物资源。

参考文献

- [1] 朱芸,刘金荣,张春娜,等.新疆西伯利亚白刺果中红色素的提取工艺[J].食品研究与开发,2007(28):106-109.
- [2] 中国科学院甘肃省冰川冻土沙漠研究所沙漠研究室.中国沙漠地区药植物[M].兰州:甘肃人民出版社,1973.
- [3] 玉苏甫·买买提,艾萨迪拉·玉苏甫.唐古特白刺灌丛生物量相关分析及其预测模型[J].西部林业科学,2015,44(3):31-44.
- [4] 刘金荣,李艳,周静.白刺果氨基酸分析[J].农垦医学,2002,23(5):289-290.
- [5] 努尔巴以·阿布都沙力克,潘晓玲.白刺属植物的化学成分分析及系统学意义[J].新疆大学学报(自然科学版),2003,20(1):51-54.
- [6] 努尔巴以·阿布都沙力克,潘晓玲.我国西部白刺属及其近缘属的花粉形态与分类[J].干旱区研究,2003,20(1):16-19.
- [7] 常艳旭,苏格尔,王迎春.白刺属野生植物的开发利用价值[J].内蒙古科技与经济,2005(14):21-23.
- [8] 玉苏甫·买买提,阿不都克里木·热依木,阿丝亚·阿不都力米提.西伯利亚白刺不同部位的氨基酸测定分析[J].中国农学

通报,2016,32(22):37-41.

- [9] 于东,陈桂星,方忠祥,等.花色苷提取、分离纯化及鉴定的研究进展[J].食品与发酵工业,2009,35(3):127-132.
- [10] 董捷,张红城,李洁,等.八种蜂花粉醇提物中的总多酚和总黄酮含量测定[J].食品与发酵工业,2008,29(11):80-82.
- [11] 周立国.食用天然色素及其提取应用[M].济南:山东科学技术出版社,1993.
- [12] 李永强,张玉娜,王明珍,等.白刺果实色素的提取及其理化性质研究[J].山东农业大学学报(自然科学版),2005,36(1):75-81.
- [13] 郭金耀,杨晓玲,易满祥.日本红叶小檗叶片红色素研究[J].生物学杂志,1996,71(3):24-26.
- [14] 赵晓峰.食用玫瑰花红色素的提取精制研究[J].现代食品科技,2007,23(1):68-69.
- [15] 徐雅琴,于泽源.草莓红色素稳定性的研究[J].食品与发酵工业,2000,26(4):13-16.
- [16] 苏卫国,张伟.利用唐古特白刺果实提取红色素及稳定性研究[J].天津农学院学报,2002,9(4):5-11.
- [17] 刘淑玲,仝建波,李美萍,等.EDTA对红花黄色素的稳定效应[J].研究与探讨,2003,24(3):31-33.
- [18] 陈炳华,刘金秋.不同溶剂和保存条件对悬钩子花色苷提取及稳定性的影响[J].植物资源与环境学报,2003,12(4):11-15.

Stability and Rational Utilization of Red Pigment Extracted From Fruit of *Nitraria sibirica* Pall.

Abudukelimu · REYIMU¹, Jasuer · ABUDUKELIMU¹, Yusup · MAMAT²

(1. College of Life Sciences, Xinjiang Normal University/Xinjiang Key Laboratory of Special Species Conservation and Regulatory Biology, Urumqi, Xinjiang 830054; 2. School of Geographic Science and Tourism, Xinjiang Normal University, Urumqi, Xinjiang 830054)

Abstract: In early October 2016, the fresh fruits of *Nitraria sibirica* Pall. collected in the Ebi Lake of Jinghe county of Xinjiang were used as test material. The natural red pigment from the *Nitraria* fruits was extracted by extractive extraction method. The effects of different factors on the stability of red pigment in the fruit were studied. The results showed that the best extraction conditions were 0.37% hydrochloric acid solution. Xinjiang *Nitraria sibirica* Pall. fruit had a high anti-reducibility of red pigment, sun-resistant, heat-resistant and water soluble, the color of the red pigments were bright, but the antioxidant properties were poor. pH had obvious effects on the stability of the red pigment, it had a good stability in strong acid conditions and unstable in alkaline conditions. Food additives had little effect but Fe^{3+} had obvious effects on the stability of the red pigment, other metal ions had little effect on the stability of the red pigment from *Nitraria sibirica* Pall. .

Keywords: Xinjiang *Nitraria sibirica* Pall. ; fruit red pigment; extraction; stability; development and utilization