

聚类法分析不同品种树莓的加工特性

宋建新¹, 孟宪军^{1,*}, 颜廷才¹, 李 斌¹, 尚宏丽²

(1.沈阳农业大学食品学院, 辽宁 沈阳 110866; 2.辽宁医学院食品科学与工程学院, 辽宁 锦州 121000)

摘 要:以15个不同品种的树莓鲜果为实验材料,对果实的组成成分、理化指标、VC、粗蛋白、总酚和花色苷含量进行测定分析。通过聚类分析,筛选出适合不同树莓产品加工的品种。结果表明:不同品种树莓的硬度值、果实出汁率、可溶性固形物含量、可滴定酸含量、糖酸比差异较大,硬度值在18.20~49.50 g之间,‘Cuthbert’硬度值最小(18.20 g),硬度值最大的为‘米克2号’(49.50 g),出汁率分布变幅为58.27%~79.80%,其中‘Cuthbert’出汁率最低(58.27%),出汁率最高的为‘Creston’(79.80%)。可溶性固形物含量在6.86%~10.60%之间,可溶性固形物含量最高的为‘Cuthbert’(10.60%),最低的为‘菲尔杜德’(6.86%)。糖酸比最大的为‘Sunrise’(7.42),‘Willamette’糖酸比值最小(1.75)。15个树莓品种的多酚氧化酶、过氧化物酶的活性和色泽稳定性差异较大。VC含量在6.86~10.60 mg/100 g之间;粗蛋白含量分布变幅为0.70~1.49 g/100 g;总酚含量在1.41~3.44 g/100 g之间。花色苷含量介于72.35~393.88 mg/100 g之间。初步评价:第1类的‘Rideau’、‘米克1号’和‘米克2号’,适合于果汁、果酒类产品的加工;‘Zeva Remontant’、‘Nova’适合树莓罐头类产品加工;适合加工果脯类产品的‘Willamette’、‘Omet’、‘Festival’和‘Sunrise’为第2类。‘Rideau’、‘米克1号’、‘米克2号’、‘Willamette’、‘Sunrise’和‘Nova’这6个品种果实综合品质比较好,是适合于进一步树莓栽培品种选育和深加工的良好品种。

关键词:树莓;品种;理化指标;加工特性

Comparative Studies of Processing Characteristics of Different Raspberry Varieties

SONG Jianxin¹, MENG Xianjun^{1,*}, YAN Tingcai¹, LI Bin¹, SHANG Hongli²

(1. College of Food Science, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110866, China;

2. College of Food Science and Engineering, Liaoning Medical University, Jinzhou 121000, China)

Abstract: Fruits of 15 raspberry cultivars were used as materials to analyze the physical and chemical parameters, vitamin C, crude protein, total phenolics and anthocyanins. Results showed that there were remarkable differences in hardness, fruit juice rate, the contents of total soluble solids and titratable acids and ratio of sugars to acids among the tested raspberry cultivars. Hardness ranged from 18.20 to 49.50 g, which exhibited the highest level in Meeker No. 2 cultivar and the lowest level in Cuthbert. The total soluble solids contents ranged from 6.86% (Cuthbert) to 10.60% (FertodZamatos). The highest sugar/acid ratio was found in Sunrise (7.42) and the lowest (1.75) in Willamette. In addition, notable differences in the activities of polyphenol oxidase (PPO) and peroxidase (POD) and the color stability were also observed among these 15 raspberry cultivars. Among these raspberry cultivars, Cuthbert and Willamette exhibited the highest (10.60 mg/100 g) and Willamette contained the lowest vitamin C content (6.86 mg/100 g). The crude protein contents were fluctuated in the range from 0.70 to 1.49 g/100 g. The total phenolic contents varied from 1.41 to 3.44 g/100 g. The anthocyanins contents ranged from 72.35 to 393.88 mg/100 g. It was preliminarily evaluated that the first category consisting of Rideau and Meeker No. 2, 1 was suitable for processing fruit juice or fruit wine products; Zeva Remontant, Nova were suitable for processing canned raspberry products; Suitable for processing dried fruit products were Willamette, Omet, Festival and Sunrise assigned to the second category. The comprehensive qualities of Rideau, Meeker No. 1, Meeker No. 2, Willamette, Sunrise and Nova were better, and these six cultivars were suitable for further breeding of new raspberry varieties and deep processing.

Key words: raspberry; cultivars; physical and chemical indicators; processing characteristics

中图分类号: TS255

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630 (2015) 06-0130-06

doi:10.7506/spkx1002-6630-201506024

收稿日期: 2014-05-16

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项(201303073-04); 辽宁省科技攻关项目(2011205001);

辽宁省农业科技北方果蔬贮藏与加工创新团队项目(2014020066-201)

作者简介: 宋建新(1989—), 男, 硕士研究生, 研究方向为果蔬加工与贮藏。E-mail: 18624062459@163.com

*通信作者: 孟宪军(1960—), 男, 教授, 博士, 研究方向为小浆果深加工关键技术。E-mail: mengxjsy@126.com

树莓又称覆盆子、托盘、马林,属蔷薇科悬钩子属,是多年生落叶小灌木果树。果实为浆果、颜色诱人、柔嫩多汁、风味独特、营养价值高,被誉为“黄金浆果”^[1]。树莓又分为红树莓、黄树莓、紫树莓和黑树莓但以红树莓为主。红树莓果实中含有多种对人体有益的微量元素,其中钾、锌、铁、铜、锰等是酶的辅助因子;鞣花酸和天然色素含量高^[2]。红树莓果实具有强抑制癌细胞生长、抗心血管病、抗衰老等保健作用^[3]。树莓鲜果可食,亦可加工成果酒、果汁、果酱、冰淇淋、口香糖等^[4]。不同树莓加工产品对原料的要求一般不同。一般果汁、果酒类产品要求原料水分含量高,足够的含酸量,充足的芳香物质,蛋白质含量少^[5];罐头类产品要求原料果实体积适中,大小均匀一致,硬度相对较高,色泽鲜红、稳定性较好,风味纯正^[6-7]。果脯类产品则要求原料含水量相对较少,固形物含量高,花色苷含量也要高,色泽稳定性好,风味良好,硬度、糖酸比适宜^[8]。

近年来,树莓产量呈不断增长趋势,树莓产品也因其风味独特,营养价值高,对人体的特殊功能作用而越来越受人们的关注^[9]。但是,由于树莓含水量高,果实组织偏软,无外皮保护,采后的树莓具有较高的生理活度,树莓鲜果在采收和贮运过程中极易受到损伤,因此采后的树莓鲜果极难保存。一般采后的鲜果在常温放置,不超过1 d,其组织就会变软并有大量汁液流出,即使在4℃冷藏条件下保存,1 d后也会出现组织软化甚至表面长出菌丝^[10]。树莓鲜果不仅难于保存,其生产受到明显季节性限制,严重影响其商业价值。开发树莓的加工品是解决树莓产业可持续发展的重要途径^[11]。为此,通过对不同品种树莓的加工特性分析,优选出适合深加工树莓的优良品种是亟待解决的。本实验采用聚类分析方法对15个不同品种树莓进行分类,优选出适合于进一步树莓栽培品种选育和深加工的良好品种。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

2013年7月18日于沈阳农业大学树莓种植基地采收15个树莓,2 h内运至沈阳农业大学食品学院实验室。树莓品种包括:‘米克1号’、‘米克2号’、‘美国22号’、‘Rideau’、‘胜利’、‘Nova’、‘早红’、‘菲尔杜德’、‘Sunrise’、‘Cuthbert’、‘Zeva Remontant’、‘Omet’、‘Festival’、‘Willamette’、‘Creston’。

硫酸铜、亚甲蓝、氢氧化钠、乙酸锌、亚铁氰化钾、葡萄糖、甲基红指示剂、磷酸二氢钠、磷酸氢二钠、过氧化氢、盐酸、冰醋酸、无水醋酸钠、乙酸、乙

酸钠、甲醇、乙醇、邻苯二酚、聚乙二醇6000、聚乙烯吡咯烷酮、TritonX-100、愈创木酚、2,6-二氯酚(均为分析纯)、没食子酸(标准品) 中国食品药品检定研究院。

1.2 仪器与设备

TA.XT Plus型质构仪 英国Smsta公司;7200型可见-分光光度计 尤尼柯(上海)有限公司;PH-3C型pH计、雷兹DDS-307A电导率仪 上海仪电科学仪器股份有限公司;TDL-5000B型离心机 上海安亭科学仪器厂;RET Basic磁力搅拌器 德国IKA公司;SC-80C全自动色度计 北京康光仪器有限公司;Digital Refractometer数显固形物仪 上海玖荣实业有限公司;0.45 μm微孔滤膜 上海兴亚净化材料厂;JYZ-E6九阳牌榨汁机 南京汉越电子科技有限公司;TMTD-8222电热恒温水浴锅 上海精宏实验设备有限公司;BSA224s万分之一天平 赛多利斯科学仪器(北京)有限公司。

1.3 方法

1.3.1 原料处理

挑选出大小均匀,成熟度相对一致,无病虫害,无机械损伤的各个品种的新鲜树莓果实,经水洗后用滤纸拭干水分,经榨汁后使之通过40目的滤布,作为初样品。取初样品用200目尼龙布过滤后,再用微滤膜(0.45 μm)过滤,滤液用于测定各成分特性^[12]。

1.3.2 不同树莓品种果实组成的测定

单果质量:分别随机取10个各品种的树莓果实,称质量,重复3次,取其平均值作为各树莓品种的单果质量。

含水量:取4~6个树莓果实,研磨成浆,取培养皿,准确称其质量 m_0 ,将果浆转移至培养皿中并均匀铺开,称其质量 m_1 。再将培养皿放入60℃恒温烘箱中,烘干至恒质量,称其质量 m_2 。含水量按公式(1)计算:

$$\text{含水量}/\% = \frac{(m_1 - m_0) - (m_2 - m_0)}{m_1 - m_0} \times 100 \quad (1)$$

果肉出汁率和果核含量:随机选取30~50个果进行打浆,准确称取果浆总体质量 m ,再用40目的滤布进行手工压榨过滤,直到无汁液流出为止,称取汁液质量 m_3 ,再将残渣浸入大量的水中,收集树莓籽,滤纸吸干,称取其质量 m_4 。出汁率和果核含量按公式(2)、(3)计算:

$$\text{出汁率}/\% = \frac{m_3}{m} \times 100 \quad (2)$$

$$\text{果核含量}/\% = \frac{m_4}{m} \times 100 \quad (3)$$

1.3.3 不同树莓品种理化指标的测定

硬度测定:采用英国产TA.XT Plus型质构仪进行

测定，选用直径为2 mm的P/2型不锈钢探头，测定速率1.0 mm/s，穿越距离7 mm，第1个峰的峰高即为最大力，用以表示硬度值，单位g；可溶性固形物含量测定：采用Digital Refractometer数显固形物仪测定；总酸度：采用滴定法^[13]，结果以柠檬酸计；总糖含量测定：采用滴定法^[14]，结果以葡萄糖计；pH值：采用PHS-3C型雷兹酸度计直接测定；电导率：采用DDS-307A型雷兹电导仪测定，电导常数1.012，测试温度25 ℃^[15]；多酚氧化酶（polyphenol oxidase，PPO）活性测定：采用过氧化物酶（peroxidase，POD）活性测定方法^[16]；VC含量的测定：采用2,6-二氯酚法；粗蛋白含量的测定：送至沈阳食品药品检验所，采用ANT-300型全自动粗蛋白测定仪测定；色泽稳定性的测定^[17]：利用SC-80C全自动色度计测定30 ℃和100 ℃处理后的色泽稳定性；总酚含量的测定^[5]：采用Folin-Ciocalten比色法，样品中的总酚以没食子酸的含量表示，单位g/100 g；花色苷含量的测定^[18-19]：采用pH示差法，结果以矢车菊素-3-葡萄糖表示，单位mg/100 g。

1.3.4 不同品种树莓的聚类分析

以15个树莓品种的单果质量、硬度、含水量、出汁率、可滴定酸度、可溶性固形物、糖酸比、PPO活性、POD活性、色泽稳定性、总酚、花色苷、粗蛋白含量和VC含量为变量，对15个树莓品种采用系统聚类法进行聚类分析，对数据采用不转换方式，聚类距离采用欧式距离，聚类方法采用最短距离法，数据处理采用SPSS 17.0软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同树莓品种果实组成的比较

表1 不同树莓品种果实组成的比较				
Table 1 Comparison of physical parameters of different raspberry cultivars				
品种	单果质量/g	含水量/%	果核含量/%	出汁率/%
‘Rideau’	3.08±0.21	85.14±3.17	4.10±0.19	71.24±2.02
‘Omet’	2.55±0.22	85.19±2.58	5.29±0.37	67.05±1.16
‘米克1号’	2.49±0.11	83.60±0.76	5.12±0.23	73.76±0.56
‘Willamette’	3.48±0.21	82.91±1.14	4.51±0.24	60.12±2.42
‘美国22号’	3.92±0.34	87.65±0.65	3.97±0.32	75.48±3.14
‘Creston’	2.22±0.12	85.17±1.92	1.88±0.51	79.80±2.73
‘Festival’	2.77±0.16	84.88±2.23	2.96±0.32	61.47±4.18
‘Zeva Remontant’	2.40±0.13	83.41±1.07	4.11±0.25	60.93±1.91
‘米克2号’	2.30±0.20	83.93±1.87	4.49±0.13	69.54±0.82
‘Nova’	3.66±0.19	87.82±2.66	3.98±0.42	70.73±2.25
‘菲尔杜德’	3.28±0.15	86.34±2.01	3.70±0.47	69.16±2.31
‘早红’	1.93±0.08	85.30±2.34	2.97±0.51	64.31±1.77
‘胜利’	2.98±0.17	86.23±0.85	4.66±0.28	75.03±4.04
‘Cuthbert’	2.25±0.21	81.96±0.53	5.05±0.13	58.27±0.98
‘Sunrise’	1.62±0.15	85.55±1.54	5.10±0.19	64.94±1.33

从表1可知，不同品种树莓的物理特性有一定的差异。15个树莓品种的单果质量在1.62~3.92 g之

间，其中‘Sunrise’单果质量最小为1.62 g，最大为‘美国22’号，单果质量达到3.92 g；15个树莓品种之间的含水量在81.96%~87.82%之间，差异比较小；从果核含量方面看，树莓籽所占果实的比率较小，介于1.88%~5.29%之间，最高的是‘Omet’，果核含量为5.29%，‘Creston’的最低为1.88%。果实出汁率为58.27%~79.80%，其中‘Cuthbert’最低为58.27%，出汁率高于70%的为‘Rideau’、‘美国22号’、‘Creston’、‘Nova’和‘胜利’，其中果实出汁率最高的‘Creston’为79.80%。

2.2 不同品种树莓理化指标的比较

表2 不同树莓品种电导率、可溶性固形物含量、可滴定酸含量、pH值及糖酸比的比较
Table 2 Comparison of electrical conductivity, total soluble solids, titratable acid, pH and ratio of sugars to acids of different raspberry cultivars

品种	pH	电导率/(mS/cm)	可滴定酸含量/%	可溶性固形物含量/%	糖酸比
‘Rideau’	2.92±0.02	3.04±0.03	1.94±0.04	9.04±0.54	2.92
‘Omet’	2.89±0.01	2.89±0.18	2.01±0.15	8.60±0.49	2.26
‘米克1号’	3.10±0.04	2.71±0.24	1.38±0.06	9.54±0.28	4.40
‘Willamette’	2.96±0.11	2.99±0.04	1.98±0.20	7.42±0.55	1.75
‘美国22号’	3.06±0.09	2.98±0.39	1.47±0.02	7.04±0.21	2.63
‘Creston’	3.08±0.06	2.89±0.13	1.64±0.01	8.22±0.09	3.50
‘Festival’	2.88±0.10	2.96±0.05	1.81±0.07	9.60±0.03	2.28
‘Zeva Remontant’	3.40±0.07	3.05±0.17	1.27±0.00	10.04±0.24	6.23
‘米克2号’	3.30±0.04	2.78±0.19	1.60±0.11	9.06±0.18	3.97
‘Nova’	2.91±0.08	3.00±0.21	1.94±0.09	6.86±0.44	1.87
‘菲尔杜德’	2.92±0.03	3.63±0.07	1.93±0.05	7.84±0.76	2.61
‘早红’	2.96±0.08	2.70±0.23	1.46±0.12	8.32±0.74	4.20
‘胜利’	2.87±0.09	3.23±0.06	1.59±0.18	7.78±0.42	3.32
‘Cuthbert’	3.10±0.03	3.06±0.13	1.29±0.06	10.60±0.37	6.33
‘Sunrise’	3.04±0.02	2.97±0.18	1.06±0.02	7.82±0.18	7.42

由表2可知，树莓的糖酸比因品种差异而有所不同，其比值介于1.75~7.42之间，糖酸比较高的树莓品种有‘Zeva Remontant’、‘Cuthbert’、‘Sunrise’，比值均高于6.00，最大的为‘Sunrise’（糖酸比值为7.42），其余大多均在2.00~4.00之间，糖酸比低于2.00的只有‘Willamette’和‘Nova’，其中‘Willamette’糖酸比值最小为1.75。15个不同树莓品种果实的pH值都很低，介于2.87~3.40之间，其中‘胜利’的pH值最小为2.87，‘Zeva Remontant’ pH值最大为3.40。果汁中的电导率主要受温度、可溶性固形物等的影响，不同树莓品种之间的电导率分布变幅为2.70~3.63 mS/cm，绝大多数树莓品种的电导率在3.00 mS/cm左右，电导率低于2.80 mS/cm的仅有‘米克1号’、‘米克2号’和‘早红’，‘早红’的电导率最小为2.70 mS/cm，电导率高于3.50 mS/cm的只有‘菲尔杜德’为3.63 mS/cm；15个不同品种树莓的可溶性固形物含量在6.86%~10.60%之间，高于10.00%的有‘Zeva Remontant’和‘Cuthbert’，含量最高的为‘Cuthbert’达到10.60%，可溶性固形物含量最低的为

‘Nova’，仅为6.86%，其他品种含量均大于7.00%。从可滴定酸的含量范围来看，15个不同品种树莓的可滴定酸含量在1.06%~2.01%之间，含量高于1.90%的有‘Rideau’、‘Omet’、‘Willamette’、‘Nova’和‘菲尔杜德’，其中‘Omet’可滴定酸含量最高，超过了2.00%为2.01%，可滴定酸含量低于1.50%的有‘米克1号’、‘美国22号’、‘Zeva Remontant’、‘早红’、‘Cuthbert’、‘Sunrise’，其中‘Sunrise’的可滴定酸含量最低仅为1.06%。

表3 不同树莓品种间的PPO活性、POD活性和色泽稳定性的比较
Table 3 PPO and POD activities and color stability of different raspberry cultivars

品种	PPO活性/ ($\Delta A_{470\text{nm}}$ / (min·g))	POD活性/ ($\Delta A_{470\text{nm}}$ / (min·g))	硬度/g	色泽稳定性	
				ΔE_1	ΔE_2
‘Rideau’	1.4	516.6	48.10±4.03	1.85	8.83
‘Omet’	1.0	158.3	42.16±1.21	0.22	25.41
‘米克1号’	20.0	385.1	38.33±2.33	15.33	36.02
‘Willamette’	7.3	233.7	40.05±3.79	0.77	1.92
‘美国22号’	11.5	724.3	20.05±4.56	13.42	40.72
‘Creston’	1.8	235.5	27.90±2.27	9.90	20.56
‘Festival’	11.2	186.5	32.00±1.69	8.17	5.39
‘Zeva Remontant’	5.4	29.1	42.22±2.15	2.43	3.08
‘米克2号’	1.2	516.1	49.50±5.38	0.93	6.60
‘Nova’	1.0	13.8	47.65±3.21	1.35	4.29
‘菲尔杜德’	37.5	63.9	35.30±5.05	17.55	19.29
‘早红’	1.0	175.2	33.90±1.98	4.01	5.38
‘胜利’	1.0	179.7	27.85±2.25	1.45	48.02
‘Cuthbert’	1.0	1 047.4	18.20±1.17	0.78	15.09
‘Sunrise’	0.0	97.5	28.91±2.04	0.16	17.33

注： ΔE_1 在30℃条件下测得； ΔE_2 在100℃条件下测得。

由表3可以看出，不同树莓品种间的酶活性差异显著。其中PPO活性变幅为0.0~37.5 $\Delta A_{470\text{nm}}$ / (min·g)，测得的‘Omet’、‘Nova’、‘早红’、‘胜利’、‘Cuthbert’的PPO活性为1.0 $\Delta A_{470\text{nm}}$ / (min·g)，‘Sunrise’的PPO活性最小为0.0 $\Delta A_{470\text{nm}}$ / (min·g)，PPO活性最大的为‘菲尔杜德’达到37.5 $\Delta A_{470\text{nm}}$ / (min·g)。不同树莓品种中的POD活性介于13.8~1 047.4 $\Delta A_{470\text{nm}}$ / (min·g)之间，差异较大。同时测定了各品种树莓在30℃和100℃时的色泽稳定性，在30℃时主要发生的是由于PPO作用引起的酶促褐变反应，100℃时发生的是非酶褐变反应。从果实硬度方面看，15个树莓品种硬度值的差异比较大，硬度值范围在18.20~49.50 g之间，平均值为35.47 g，‘Cuthbert’最小，硬度仅为18.20 g，最大为‘米克2号’，硬度值为49.50 g；由表3可以看出，树莓各品种在30℃时色泽稳定性的改变与PPO的变化是呈相对一致的，PPO活性小的树莓品种在30℃时的色泽稳定性改变值也相对较小；‘菲尔杜德’色泽稳定性改变值最大为17.55，色泽稳定性改变较小的是‘Omet’、‘Willamette’、‘米克2号’，

‘Cuthbert’、‘Sunrise’都在1.00之下，‘Sunrise’的变化最小仅为0.16。100℃时色泽稳定性的改变没有一般规律可循，在100℃时各品种的色泽稳定性的变化也相对比较大。依此数据变化不难看出果汁色泽稳定性的改变与PPO活性和温度之间有密切的关系。

表4 不同树莓品种VC、粗蛋白、总酚含量和花色苷含量的比较
Table 4 Comparison of the contents of vitamin C, crude protein, total phenolics and anthocyanins of different raspberry cultivars

品种	VC含量/ (mg/100 g)	粗蛋白含量/ (g/100 g)	总酚含量/ (g/100 g)	花色苷含量/ (mg/100 g)
‘Rideau’	9.04±0.42	1.19±0.03	3.16±0.01	212.73±24.13
‘Omet’	8.60±0.18	0.96±0.11	2.17±0.04	372.92±43.74
‘米克1号’	9.54±0.12	1.06±0.04	3.44±0.03	121.61±14.17
‘Willamette’	7.42±0.43	1.25±0.08	2.49±0.01	393.88±44.86
‘美国22号’	7.04±0.61	1.47±0.02	2.57±0.00	182.79±20.92
‘Creston’	8.22±0.19	1.49±0.09	1.79±0.02	374.25±54.65
‘Festival’	9.60±0.33	1.05±0.02	1.84±0.01	353.64±41.09
‘Zeva Remontant’	10.04±1.07	1.04±0.04	3.17±0.02	199.90±23.82
‘米克2号’	9.06±0.53	0.70±0.01	2.17±0.00	117.06±13.72
‘Nova’	6.86±0.24	1.19±0.05	2.02±0.01	252.30±28.67
‘菲尔杜德’	7.84±0.39	1.01±0.02	1.41±0.01	199.23±27.79
‘早红’	8.32±0.27	1.02±0.07	2.45±0.00	171.45±20.12
‘胜利’	7.78±0.85	1.26±0.06	2.69±0.01	72.35±7.99
‘Cuthbert’	10.60±0.96	1.24±0.03	2.23±0.02	379.87±44.43
‘Sunrise’	7.82±0.22	1.12±0.01	3.23±0.01	407.28±45.73

从表4可以看出，不同品种树莓的VC含量不同，含量在6.86~10.60 mg/100 g之间，其中VC含量大于9.00 mg/100 g的是‘Rideau’、‘米克1号’、‘Festival’、‘Zeva Remontant’、‘米克2号’和‘Cuthbert’，含量最大的是‘Cuthbert’为10.60 mg/100 g，‘Omet’、‘Willamette’、‘美国22号’、‘Creston’、‘菲尔杜德’、‘早红’、‘胜利’、‘Sunrise’8个品种的树莓的VC含量在7.00~9.00 mg/100 g之间，‘Nova’中VC含量最小为6.86 mg/100 g。树莓的粗蛋白含量分布变幅为0.70~1.49 g/100 g之间，大多数品种的树莓粗蛋白含量在1.00~1.20 g/100 g之间，‘美国22号’和‘Creston’2个品种的粗蛋白含量大于1.40 g/100 g，其中‘Creston’中粗蛋白含量最大为1.49 g/100 g，‘Willamette’、‘胜利’、‘Cuthbert’的粗蛋白含量大于1.20 g/100 g，分别为1.25、1.26、1.24 g/100 g，‘Omet’和‘米克2号’的粗蛋白含量较低，均低于1.00 g/100 g，其中‘米克2号’中粗蛋白含量最低，仅为0.70 g/100 g。不同树莓品种间花色苷的含量差异较大，分布变幅在72.35~393.88 mg/100 g之间，‘Omet’、‘Willamette’、‘Creston’、‘Festival’、‘Cuthbert’的花色苷含量大于350.00 mg/100 g，其中‘Willamette’的花色苷含量最大，达到了393.88 mg/100 g，‘胜利’的花色苷含量最小，仅为72.35 mg/100 g，‘米克1号’、‘美国

22号’、‘Zeva Remontant’、‘米克2号’、‘菲尔杜德’、‘早红’、‘Sunrise’的花色苷含量在100.00~200.00 mg/100 g之间, ‘Rideau’、‘Nova’的花色苷含量在200.00~300.00 mg/100 g之间。总酚含量的测定, 得到标准曲线回归方程为: $y=51.964x-0.0213$, $R^2=0.9935$, 结果表明不同品种树莓的总酚含量差别明显, 含量在1.41~3.44 g/100 g之间, 含量超过3.00 g/100 g的有‘Rideau’、‘米克1号’、‘Zeva Remontant’、‘Sunrise’, 其中‘米克1号’含量最大为3.44 g/100 g, 含量在2.00 g/100 g以下的品种包括‘Creston’、‘Festival’和‘菲尔杜德’, 其中‘菲尔杜德’最低仅为1.41 g/100 g, 其他树莓品种的总酚含量均在2.00~3.00 g/100 g之间。

2.3 不同树莓品种间加工特性和营养成分聚类分析

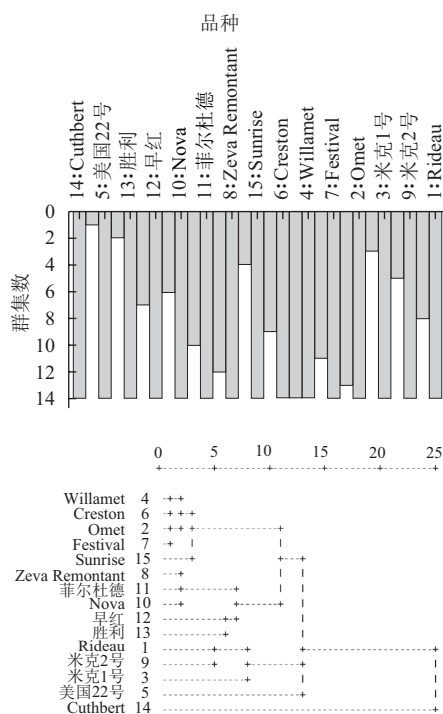


图1 不同树莓品种聚类分析图

Fig.1 Cluster analytical profiles of different raspberry cultivars

对这15个树莓品种主要加工性状进行聚类分析, 如图1所示。通过对数据采用不转换方式, 聚类距离采用欧式距离, 聚类方法采用最短距离法绘出的冰状图和树状图, 将15个树莓品种聚成5类, 其中‘Rideau’、‘米克2号’和‘米克1号’聚成第1类, ‘Willamette’、‘Creston’、‘Omet’、‘Festival’和‘Sunrise’聚成第2类, ‘Zeva Remontant’、‘菲尔杜德’、‘Nova’、‘早红’和‘胜利’聚成第3类, ‘美国22号’和‘Cuthbert’分别聚成第4类和第5类。本研究进行聚类分析的目的是分析和筛选不同树莓品种的加工特性, 选出适合不同产品加工的优良品种。

3 结论

经聚类分析后得到的结果表明: 出汁率高, 可滴定酸和总酚含量也较高, 适合于果汁、果酒类产品加工的‘Rideau’、‘米克1号’和‘米克2号’为第1类; 花色苷含量高, 固形物含量也较高, 适合加工果脯、咀嚼片类产品的‘Willamette’、‘Omet’、‘Festival’和‘Sunrise’为第2类; 硬度相对较大, 色泽稳定性良好, 适合树莓罐头类产品加工的‘Zeva Remontant’、‘Nova’为第3类。

对水果蔬菜进行深加工, 是实现果蔬产业化的永恒课题^[20]。无论是饮品、罐头果酱、果脯果干、辅助调味料、膨化食品、绿色食品, 甚至是特殊产品的加工制作, 选择适宜深加工的优良品种, 对于深加工产品的品质都起着至关重要的作用^[21-24]。通常, 深加工产品要求原料汁液含量丰富, 糖酸比例适宜, 香味浓, 色泽鲜艳, 而加工品种还要求易出汁、皮薄籽少、营养成分含量稳定、整齐度高等^[25]。

因此, 水果品质对于深加工产品的品质起着至关重要的作用。比如果实出汁率的高低是果蔬汁工业化生产中通常使用的重要衡量指标之一, PPO和POD是引起果蔬加工和贮藏过程中发生酶促褐变的主要因素^[26-27]。本实验对‘Rideau’、‘米克1号’、‘Omet’、‘Willamette’、‘美国22号’等15个品种进行了初步研究, 通过分析比较, 结果以‘Rideau’、‘米克1号’、‘米克2号’、‘Willamette’、‘Sunrise’和‘Nova’这6个品种果实综合品质比较好, 主要表现为果实大小适中、可食率高、可溶性固形物含量较高、糖酸比适中、总酚含量和花色苷含量都较高, 是适合于进一步树莓栽培品种选育和深加工的良好品种。

‘Cuthbert’的可溶性固形物含量、糖酸比、VC含量较高, 有深加工的潜力。

参考文献:

- [1] 刘建华, 张志军. 树莓产业化开发的现状与展望[J]. 天津农业科学, 2004, 10(3): 45-46.
- [2] 王彦辉, 张清华. 树莓优良品种与栽培技术[M]. 北京: 金盾出版社, 2003: 4-14.
- [3] 韩加, 刘继文. 树莓营养保健功效及开发前景[J]. 中国食物与营养, 2008, 14(8): 54-56.
- [4] 梁文珍. 树莓系列产品的加工工艺[J]. 科技交流, 2004, 7(3): 35-40.
- [5] JULKUNEN-TIITTO R. Phenolics constituents in leaves of northern willows: methods for the analysis of certain phenolics[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1985, 33(5): 213-217.
- [6] 刘连奎, 刘洪章, 张志东. 天然红树莓果汁研制[J]. 软饮料工业, 1996, 9(1): 29-30.
- [7] 杜朋. 果汁饮料的原料[J]. 北京农业机械化学学院学报, 1985(4): 127-133.

- [8] RAOS S N, BARRINGER A. Timing of calcium treatment on resistance of raw and canned diced tomatoes to mechanical abuse[J]. Department of Food Science and Technology, 2005, 27(3): 101-106.
- [9] 许奕华, 张玉平. 红树莓的国际市场现状及我国的发展机遇[J]. 中国果树, 2004, 15(4): 46-48.
- [10] SREEKANTIAH K R, JALEEL S A, RAO T N R. Utilization of fungal enzyme in the liquefaction of soft fruits extraction and clarification of fruit juice[J]. Journal of Food Science and Technology, 1971, 8(4): 201-203.
- [11] 邓晓华, 吴晓春, 吕任涛. 红树莓栽培与开发前景分析[J]. 中国林副特产, 2004, 7(2): 25-26.
- [12] 刘刚, 孟宪军, 李斌, 等. 响应面法优化酶法提取蓝莓果汁工艺条件[J]. 食品科学, 2013, 34(14): 68-72. doi: 10.7506/spkx1002-6630-201314014.
- [13] 王文英, 董万超. 山葡萄不同采收期果实中总酸含量的测定[J]. 特产研究, 1990, 3(5): 55-56.
- [14] 吴晓红, 陈宝宏, 李小华. 柑橘类水果中总酸与总糖的测定[J]. 食品研究与开发, 2012, 33(9): 144-146.
- [15] 曹建康, 姜微波, 赵玉梅. 果蔬采后生理生化实验指导[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2007: 87-97.
- [16] JYONOUCHI H, ZHANG L, GROSS M, et al. Immunomodulating actions of carotenoids: enhancement of *in vivo* and *in vitro* antibody production to T-dependent antigens[J]. Nutrition and Cancer, 1994, 21(1): 47-51.
- [17] MCGUIRE R G. Reporting of objective colour measurements[J]. Hort Science, 1992, 27(12): 1254-1255.
- [18] 孟宪军, 于娜, 李颖畅, 等. 蓝莓花色素苷稳定性研究[J]. 食品研究与开发, 2008, 29(4): 23-26.
- [19] 赵慧芳, 王晓敏, 闫连飞, 等. 黑莓果实中花色苷的提取和测定方法研究[J]. 食品工业科技, 2008, 29(5): 176-179.
- [20] 徐玉娟, 温靖, 肖更生, 等. 不同品种荔枝果实加工特性比较研究[J]. 食品科学, 2010, 31(1): 33-37.
- [21] KIM H W, CHEW B P, WONG T S, et al. Dietary lutein stimulates immuneresponse in the canine[J]. Vet Immunol Immunopathol, 2000, 74(23): 38-41.
- [22] KIM H W, CHEW B P, WONG T S, et al. Modulation of humoral and cellmediatedimmune responses by dietary lutein in cats[J]. Vet Immunol Immunopathol, 2000, 73(15): 3-5.
- [23] 李亚东, 唐雪东, 袁菲, 等. 我国小浆果生产现状、问题和发展趋势[J]. 东北农业大学学报, 2001, 42(1): 1-9.
- [24] JOSHI V K, CHAHAN S K, LAL B B. Extraction of juices from peaches, plums and apricots by pectinolytic treatment[J]. Journal of Food Science and Technology, 1991, 28(1): 65-66.
- [25] KAUR S, SARKAR B C, SHARMA H K, et al. Optimization of enzymatic hydrolysis pretreatment conditions for enhanced juicerecovery from guava fruit using response surface methodology[J]. Food and Bioprocess Technology, 2009, 2(1): 96-100.
- [26] MONTGOMERY D C. Design and analysis of experiments[M]. New York: Wiley, 2001: 416-419.
- [27] WYERS R. Response surface methodology[M]. New York: Wiley, 1976: 139-153.