

不同品种蓝莓品质特性及聚类分析

韩 斯, 孟宪军*, 汪艳群, 李 斌, 李冬男

(沈阳农业大学食品学院, 辽宁 沈阳 110866)

摘 要: 通过对山东省14个主栽蓝莓品种的感官品质、营养品质、加工品质等指标进行测定, 并采用聚类分析法评价蓝莓品种的综合品质, 从而筛选出品质较佳的蓝莓品种。结果表明: 不同品种蓝莓品质存在差异, 以抗氧化物质含量、出汁率、固酸比差异较大。品种‘L5’花色苷含量最高(617.46 mg/100 g)且固酸比最大(47.78%); ‘蓝塔1’出汁率最高(78.43%); ‘蓝塔2’总糖含量最高(10.75%)。14个品种可聚为5类, 第1类为‘37-1’、‘奥尼尔’、‘北陆’和‘B’; 第2类为‘埃利奥特1’、‘布尔吉塔’、‘蓝丰’及‘蓝塔1’; 第3类包括‘埃利奥特2’、‘杜克’和‘Z’; ‘H34’和‘蓝塔2’聚为第4类; ‘L5’为第5类。经分析初步评价, 第2类为适宜加工果汁果酒的优良品种; 第3类为适宜贮藏的蓝莓品种; 第4类为适宜鲜食的优良品种; 第5类为加工果酱、果脯的优良品种。

关键词: 蓝莓; 品种; 品质特性; 聚类分析

Quality Properties and Cluster Analysis of Different Blueberry Cultivars

HAN Si, MENG Xianjun*, WANG Yanqun, LI Bin, LI Dongnan

(College of Food Science, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110866, China)

Abstract: Quality properties of 14 different blueberry cultivars from Shandong province were analyzed in terms of sensory evaluation, nutritional qualities, and processing characteristics. Cluster analysis was used to evaluate the overall quality of different cultivars to choose the best cultivar. The results indicated that the fruit quality had differences among different blueberry cultivars. Notable differences were observed in antioxidant substances, fruit juice rate and solid/acid ratio of these blueberry cultivars. L5 exhibited the highest abundance of anthocyanins (617.46 mg/100 g) and solid/acid ratio (47.78%), while Lanta-1 indicated the highest fruit juice rate (78.43%). In addition, total sugar content of Lanta-2 was the highest among the cultivars analyzed. The 14 varieties could be grouped into four categories: the first category included 37-1, O' Neal, Beilu and B; the second category included Elliott-1, Brigitta, Lanfeng and Lanta-1; the third category included Elliott-2, Duke and Z. H34 and Lanta-2 belonged to the fourth category; and L5 was assigned to the last category. Preliminary evaluation showed that the blueberry varieties in the second category were excellent for juice- or wine-making. The fourth category was excellent blueberry varieties for direct consumption. Besides, the last category was the excellent blueberry cultivar suitable both for making jam and processing dried fruit.

Key words: blueberry; cultivars; quality properties; cluster analysis

中图分类号: TS255

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630(2015)06-0140-05

doi:10.7506/spkx1002-6630-201506026

蓝莓又名越橘, 属杜鹃花科(Ericaceae), 越橘属(*Vaccinium* spp.)小浆果类果实^[1]。蓝莓果肉细腻、种子极小、甜酸适口、风味独特、爽口多汁、并有清爽宜人香气, 为鲜食水果佳品^[2]。蓝莓因有明目、抗癌、延缓衰老等独特功效^[3], 营养保健价值高于苹果、葡萄、橘子等水果, 从而引起人们的极大兴趣, 联合国粮农组织将

其列为人类5大健康食品之一, 堪称“世界第3代水果之王”^[4]。蓝莓富含花青素、多酚、黄酮、VC等多种天然抗氧化物^[5-6], 是抗氧化作用最强的水果之一, 大量摄入能预防癌症、心脏病、中风等慢性疾病的发生^[7]。

蓝莓是一种有较高营养保健价值的新兴水果, 近年来在国内发展较好。我国目前有越橘属植物32种, 广泛

收稿日期: 2014-05-20

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: 韩斯(1991—), 女, 硕士研究生, 研究方向为果蔬深加工。E-mail: hansiqqq@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

分布在长白山、大兴安岭、辽东半岛、胶东半岛、长江流域和华南地区及西南等地区^[8]。山东省位于我国中东部地区,属海洋性气候,沙质酸性土壤类型,生长季节长,适宜所有高丛蓝莓生长,因此山东省是我国蓝莓主要采摘区之一^[9]。迄今为止关于多个不同蓝莓品种间加工特性比较的报道还很少见。因此,为评价蓝莓果实鲜食及加工适应性,针对山东省主栽的14个品种蓝莓品质特性进行分析。通过比较分析不同品种蓝莓的感官品质、营养品质及理化指标,评价不同蓝莓品种间的品质差异性。并采用聚类分析法评价蓝莓的综合品质,筛选品质较好的蓝莓品种,对蓝莓品种的选育及采后加工具有生产指导意义。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

‘37-1’、‘B’、‘H34’、‘L5’、‘Z’、‘埃利奥特1’、‘埃利奥特2’、‘奥尼尔’、‘北陆’、‘布尔吉塔’、‘杜克’、‘蓝丰’、‘蓝塔1’、‘蓝塔2’均采自山东省青岛市的高丛蓝莓,其中‘埃利奥特1’、‘埃利奥特2’、‘蓝塔1’、‘蓝塔2’均同地不同源。

芦丁、福林酚 国药集团化学试剂有限公司; 2,4-二硝基苯酚 天津博迪化工股份有限公司; 盐酸、硫酸、硫酸铜 沈阳化学试剂厂; 以上试剂均为分析纯。

1.2 仪器与设备

CT3-10型质构仪 美国Brookfield公司; WY025W手持数显糖度计 辽宁栢益仪器销售有限公司; PHS-3C型pH计 上海仪电科学仪器股份有限公司; CR-400型色差仪 日本美能达公司; TU-1810紫外-可见分光光度计 北京普析通用仪器有限公司; DDS-307A型电导率仪 上海仪电科学仪器股份有限公司; DGF30-IA型干燥箱 南京试验仪器厂; CR21G型高速冷冻离心机 日本Himac公司。

1.3 方法

1.3.1 原料处理

不同品种蓝莓果实采摘后用保鲜盒分装并放于4℃保温箱中,第2天运回。剔除伤果,选择大小、色泽均匀的新鲜果实,测量其品质指标。

1.3.2 不同品种蓝莓果实感官品质测定

单果质量及密度: 样本量为50个且随机选择,测定质量与体积,重复3次,取平均值计算单果质量及密度; 硬度: 随机取10个蓝莓果实,取各果实赤道线上2个对称部位进行质构分析测定; 色度: 随机取10个蓝莓果实,测量其赤道线上分布均匀的3个部位的 L^* 、 a^* 、 b^* 、饱和度 c ($c=[(a^*)^2+(b^*)^2]^{0.5}$)、色调角 h

($h=\arctan b^*/a^*$)值; 果形指数: 用游标卡尺测量果实的纵径和横径,果形指数按公式(1)计算:

$$\text{果形指数} = \frac{\text{果实纵径}}{\text{果实横径}} \quad (1)$$

1.3.3 不同品种蓝莓果实营养指标测定

pH值测定: 将蓝莓果实打浆,用pH计测定; 可溶性固形物(total soluble solid, TSS)含量测定: 蓝莓果实打浆,用手持数显糖度计测定; 可滴定酸含量测定: 参照GB/T 12456—2008《食品中总酸的测定方法》测定,以柠檬酸计^[10]; VC含量测定: 参考GB 5009.86—2003《蔬菜、水果及其制品中总抗坏血酸的测定》,采用2,4-二硝基苯肼比色法进行测定^[11]; 总酚含量测定: 采用Folin-Ciocalteu法测定^[12]; 花色苷含量测定: 采用pH示差法测定^[13]; 总黄酮含量测定: 参考吴春霞等^[14]方法进行测定; 蛋白质含量测定: 参考GB/T 5009.5—2003《食品中蛋白质的测定》,采用凯氏定氮法进行测定^[15]; 还原糖含量测定: 参考GB/T 5009.7—2008《食品中还原糖的测定》^[16]; 可溶性总糖含量测定: 采用吴晓红等^[17]方法进行测定。

1.3.4 不同品种蓝莓果实理化及加工指标测定

电导率: 将蓝莓果实打浆,用电导率仪测量; 固酸比: 可溶性固形物和总酸含量之比。水分含量测定: 果实打浆,采用直接干燥称质量法; 出汁率: 取20 g蓝莓打浆,用离心机于5 000 r/min离心10 min,得到上层汁液,称上层汁液质量,出汁率按公式(2)计算:

$$\text{出汁率}/\% = \frac{\text{汁液质量}}{\text{果实质量}} \times 100 \quad (2)$$

1.4 数据处理

数据处理采用SPSS 17.0统计软件处理,利用Duncan新复极差法进行显著性分析,系统聚类法进行聚类分析。

2 结果与分析

2.1 不同品种蓝莓果实感官品质比较

由表1可知,不同品种蓝莓感官品质存在差异。蓝莓果实单果质量为0.42~2.38 g,高于2.00 g的有‘布尔吉塔’和‘杜克’,且二者与其他品种间差异显著($P<0.05$)。单果质量最小的为‘L5’,仅为0.42 g,与其他品种间差异显著($P<0.05$)。硬度分布在78.83~166.83 g间,差异较大; 绝大多数蓝莓品种硬度值高于100 g,仅有‘37-1’、‘H34’、‘L5’、‘奥尼尔’及‘蓝塔2’硬度值低于100 g,其中‘L5’硬度值最低仅为78.83 g,与其他品种差异显著。不同品种蓝莓果实密度为0.91~1.36 g/cm³,最高的为‘37-1’,仅

‘蓝丰’密度值低于1 g/cm³，仅为0.91 g/cm³。由果形指数可知蓝莓果实多趋向于扁圆形，仅‘奥尼尔’为圆形，与其他品种差异显著 ($P<0.05$)。

表1 不同品种蓝莓果实感官品质

Table 1 Sensory evaluation in fruits of different blueberry cultivars					
品种	单果质量/g	硬度/g	密度/(g/cm ³)	果形指数	果实形状
‘37-1’	1.74±0.26 ^c	87.33±21.50 ^{cd}	1.36±0.15 ^a	0.75±0.08 ^{abc}	扁圆
‘B’	0.83±0.10 ^b	115.33±33.43 ^{bcd}	1.11±0.03 ^{ef}	0.79±0.07 ^b	扁圆
‘H34’	1.64±0.12 ^{cd}	82.67±22.53 ^{cd}	1.15±0.05 ^{ef}	0.72±0.05 ^f	扁圆
‘L5’	0.42±0.06 ^c	78.83±35.43 ^d	1.17±0.14 ^{def}	1.00±0.05 ^a	椭圆形
‘Z’	1.19±0.10 ^{ef}	115.33±29.45 ^{bcd}	1.26±0.12 ^{bcd}	0.75±0.06 ^{cde}	扁圆
‘埃利奥特1’	1.04±0.14 ^{gh}	166.83±16.41 ^a	1.19±0.02 ^{gde}	0.76±0.06 ^c	扁圆
‘埃利奥特2’	1.42±0.11 ^{de}	130.00±18.76 ^b	1.33±0.10 ^b	0.72±0.06 ^c	扁圆
‘奥尼尔’	1.53±0.18 ^{cd}	86.33±32.74 ^{cd}	1.28±0.12 ^{bc}	0.81±0.07 ^b	圆形
‘北陆’	1.51±0.08 ^{bc}	114.83±30.08 ^{bcd}	1.21±0.14 ^{bc}	0.73±0.04 ^{de}	扁圆
‘布尔吉塔’	2.38±0.12 ^a	135.67±20.22 ^b	1.08±0.16 ^f	0.73±0.05 ^d	扁圆
‘杜克’	2.14±0.19 ^a	132.00±21.56 ^b	1.18±0.11 ^d	0.72±0.06 ^c	扁圆
‘蓝丰’	1.82±0.17 ^b	121.00±43.78 ^{bc}	0.91±0.11 ^g	0.68±0.07 ^f	扁圆
‘蓝塔1’	1.24±0.13 ^{ef}	105.67±14.38 ^{bcd}	1.17±0.09 ^{ef}	0.73±0.07 ^{de}	扁圆
‘蓝塔2’	1.71±0.18 ^{bc}	86.00±9.51 ^{cd}	1.20±0.12 ^{ef}	0.76±0.11 ^{cd}	扁圆

注：通常果形指数是0.8~0.9为圆形，0.6~0.8为扁圆形，0.9~1.0为椭圆形或圆锥形，1.0以上为长圆形；同一列不同肩标字母表示差异显著 ($P<0.05$)。下同。

果实的色泽是果品品质的一项重要指标。在色差仪各测量值中， L^* 表示果实的亮度， L^* 值越大则果实亮度越大。由表2可知，不同品种蓝莓 L^* 值分布在28.32~32.56之间，亮度最大的为‘蓝塔2’，亮度最小的为‘埃利奥特2’。 a^* 值表示果实中呈色物质的红绿偏向， a^* 为正值则果实偏向红色，相反 a^* 为负值则果实偏向绿色。由表2可知，所测14个品种的蓝莓 a^* 值分布在0.56~3.81之间，均为正值，即果实均向红色偏向，其中 a^* 值最大的为‘L5’，与其他蓝莓品种差异显著 ($P<0.05$)，最小的品种为‘H34’。 b^* 值表示果实中呈色物质的黄蓝偏向， b^* 为正值则果实偏向黄色， b^* 为负值则果实偏向蓝色；所测的14个品种的蓝莓 b^* 均为负值，即蓝莓果实均向蓝色偏向，不同品种蓝莓果实 b^* 值相差较大，其中‘奥尼尔’ b^* 值最小为-3.55，‘蓝丰’最大为-0.91，即‘奥尼尔’果皮表面颜色较‘蓝丰’蓝色更显著，且二者与其他蓝莓品种间差异显著。 c 值（饱和度）越大颜色越佳，由表2可知，不同品种蓝莓饱和度在1.59~4.49之间，饱和度高于4的有‘L5’和‘北陆’，即二者果实颜色与其余品种相比较佳，且与其他品种差异显著 ($P<0.05$)；低于2的是‘H34’和‘埃利奥特2’。 h 值（色调角）越低颜色越佳，所测14个蓝莓品种除‘H34’、‘埃利奥特1’、‘蓝塔1’3个品种 h 值低于300°外，其余品种 h 值均高于300°，最高的为‘蓝丰’341.42°。

表2 不同品种蓝莓果实表面颜色

Table 2 Surface color in fruits of different blueberry cultivars					
品种	L^* 值	a^* 值	b^* 值	饱和度 c 值	色调角 h (°)
‘37-1’	31.25±0.97 ^{ab}	2.37±0.62 ^{bc}	-1.60±0.82 ^{abcd}	2.75±0.81 ^{cd}	327.02±11.73 ^a
‘B’	31.03±0.67 ^a	1.53±0.73 ^{def}	-2.16±0.51 ^{bcd}	2.87±0.48 ^{cd}	304.42±14.68 ^{abc}
‘H34’	29.89±0.98 ^{bcd}	0.56±0.28 ^g	-1.43±0.37 ^{abc}	1.59±0.33 ^e	292.24±13.12 ^{bc}
‘L5’	30.01±0.44 ^{abc}	3.81±0.58 ^a	-2.05±0.12 ^{bcd}	4.49±0.43 ^a	331.46±2.75 ^a
‘Z’	30.90±0.80 ^{abc}	1.66±0.37 ^{cde}	-1.76±0.28 ^{abcd}	2.50±0.18 ^{cde}	313.18±9.70 ^{abc}
‘埃利奥特1’	28.57±1.09 ^d	0.86±0.57 ^{fg}	-2.72±0.44 ^{ef}	2.92±0.53 ^{cd}	287.51±10.36 ^c
‘埃利奥特2’	28.32±0.97 ^d	0.97±0.50 ^{efg}	-1.33±0.66 ^{ab}	1.65±0.83 ^e	306.25±12.71 ^{abc}
‘奥尼尔’	31.50±1.59 ^a	0.79±0.45 ^{fg}	-3.55±0.82 ^a	3.79±0.82 ^{ab}	313.32±66.35 ^{abc}
‘北陆’	29.16±0.55 ^{cd}	2.65±0.60 ^b	-3.19±1.29 ^{fg}	4.19±1.14 ^a	311.78±14.58 ^{abc}
‘布尔吉塔’	32.11±0.96 ^a	2.32±0.73 ^{bc}	-2.25±0.46 ^{cdef}	3.23±0.52 ^{bcd}	315.11±12.18 ^{abc}
‘杜克’	31.56±0.71 ^a	2.26±1.00 ^{bcd}	-1.94±0.87 ^{bcd}	3.22±0.73 ^{bc}	318.84±21.13 ^{ab}
‘蓝丰’	28.58±1.26 ^d	2.80±0.61 ^b	-0.91±0.64 ^d	3.02±0.68 ^{bcd}	341.42±11.57 ^a
‘蓝塔1’	30.06±1.39 ^{cd}	1.01±0.85 ^{efg}	-2.39±0.36 ^{def}	2.80±0.56 ^{cd}	290.79±15.15 ^{bc}
‘蓝塔2’	32.56±0.81 ^a	1.28±0.49 ^{efg}	-1.55±0.98 ^{abcd}	2.09±0.95 ^e	313.40±22.92 ^{ab}

2.2 不同品种蓝莓果实营养价值比较

表3 不同品种蓝莓果实pH值、TSS、还原糖、可溶性总糖及可滴定酸的含量

Table 3 pH value, and the contents of total soluble solids, soluble sugar, reducing sugar and total acids in fruits of different blueberry cultivars					
品种	pH	可滴定酸含量/%	TSS含量/%	还原糖含量/%	可溶性总糖含量/%
‘37-1’	3.01±0.02 ^c	0.84±0.03 ^a	9.88±0.55 ^c	7.78±0.30 ^{de}	9.05±0.38 ^{def}
‘B’	3.19±0.01 ^c	0.44±0.08 ^c	10.04±0.17 ^{de}	7.55±0.25 ^{ef}	9.60±0.12 ^f
‘H34’	3.51±0.02 ^{bc}	0.39±0.03 ^d	8.54±0.69 ^{gh}	8.60±0.36 ^{gh}	9.48±0.15 ^f
‘L5’	3.53±0.03 ^{cd}	0.22±0.04 ^f	10.56±0.22 ^{bc}	7.16±0.15 ^b	8.01±0.29 ^g
‘Z’	3.59±0.01 ^{bc}	0.67±0.01 ^{bc}	11.12±0.26 ^b	7.94±0.25 ^{fg}	9.02±0.20 ^{def}
‘埃利奥特1’	3.15±0.01 ^c	0.68±0.01 ^{bc}	8.06±0.25 ^h	6.10±0.25 ^h	7.20±0.21 ^h
‘埃利奥特2’	3.73±0.03 ^a	0.25±0.03 ^f	10.52±0.38 ^{cd}	7.78±0.15 ^{def}	8.82±0.31 ^d
‘奥尼尔’	3.24±0.01 ^{de}	0.27±0.07 ^f	10.60±0.30 ^{bc}	8.80±0.20 ^{gh}	9.37±0.42 ^{ef}
‘北陆’	3.21±0.02 ^{de}	0.68±0.01 ^{bc}	8.24±0.42 ^{gh}	6.87±0.40 ^{cd}	7.75±0.21 ^c
‘布尔吉塔’	3.11±0.01 ^c	0.72±0.05 ^b	10.66±0.09 ^{bc}	8.16±0.10 ^{ef}	9.52±0.32 ^{de}
‘杜克’	3.74±0.01 ^a	0.27±0.03 ^f	8.62±0.13 ^{fg}	6.73±0.29 ^c	7.29±0.42 ^h
‘蓝丰’	3.71±0.02 ^{ab}	0.25±0.06 ^f	8.90±0.17 ^f	5.68±0.15 ^a	8.88±0.15 ^d
‘蓝塔1’	3.73±0.02 ^{ab}	0.29±0.02 ^f	12.02±0.19 ^a	9.23±0.17 ^h	9.99±0.96 ^a
‘蓝塔2’	3.08±0.03 ^c	0.61±0.06 ^{cd}	10.94±0.38 ^{bc}	8.61±0.26 ^{gh}	10.75±0.23 ^a

表3、4表明不同品种蓝莓果实营养价值有一定差异。由表3可知，不同品种蓝莓果实pH值变幅为3.01~3.74，14个蓝莓品种pH值较高的是‘杜克’、‘埃利奥特2’、‘蓝塔1’和‘蓝丰’，pH值较小的蓝莓品种是‘37-1’、‘蓝塔2’和‘布尔吉塔’，差异不显著。酸是蓝莓果实特有风味之一，可滴定酸含量分布在0.22%~0.84%之间，‘37-1’可滴定酸含量最高为0.84%，差异显著 ($P<0.05$)；‘杜克’、‘奥尼尔’、‘蓝丰’、‘埃利奥特2’、‘L5’、‘蓝塔1’可滴定酸含量较低，与其他品种差异显著 ($P<0.05$)，其中‘L5’可滴定酸含量最低为0.22%。从TSS含量范围来看，不同品种蓝莓果实TSS含量分布在8.06%~12.02%之间，高于11%的有‘蓝塔1’和‘Z’，最大的为‘蓝塔1’，与其他蓝莓品种间差异显著 ($P<0.05$)；‘埃

利奥特1’的TSS含量最小为8.06%。果实的TSS含量是果实品质的重要因素,在果实的TSS中,糖是主要的组成成分,它与果实鲜食及加工品质有直接关系,蓝莓果实还原糖含量介于5.68%~9.23%间,较高的为‘蓝塔1’、‘奥尼尔’和‘蓝塔2’,与其他品种间差异显著($P<0.05$),‘蓝丰’、‘埃利奥特1’、‘杜克’还原糖含量较低。不同品种蓝莓果实可溶性总糖含量与还原糖含量相近,表明蓝莓果实中糖分以还原糖为主;‘蓝塔2’可溶性总糖最高为10.75%,且与其他品种间差异显著($P<0.05$);可溶性总糖含量低于8%的有‘北陆’、‘杜克’和‘埃利奥特1’,‘埃利奥特1’最低。

表4 不同品种蓝莓果实蛋白质和各抗氧化物质含量
Table 4 Contents of soluble protein and antioxidant substances in fruits of different blueberry cultivars

品种	蛋白质含量/%	花色苷含量/(mg/100 g)	总酚含量/(mg/100 g)	总黄酮含量/(mg/100 g)	VC含量/(mg/100 g)
‘37-1’	1.08±0.04 ^b	408.79±1.91 ^{cd}	374.34±2.46 ^{cd}	493.95±4.94 ^c	73.08±1.01 ^d
‘B’	0.68±0.01 ^{fg}	395.65±0.44 ^{cd}	338.02±3.93 ^{de}	449.89±3.58 ^d	31.15±2.00 ^f
‘H34’	1.10±0.03 ^a	498.54±2.67 ^b	383.10±4.62 ^{bc}	346.79±5.34 ^{cd}	96.29±1.02 ^c
‘L5’	0.93±0.02 ^c	617.46±10.09 ^a	523.12±10.05 ^a	606.80±4.50 ^a	93.59±1.05 ^c
‘Z’	1.04±0.05 ^b	284.57±0.01 ^f	264.96±3.82 ^b	364.87±3.03 ^c	13.09±1.02 ^h
‘埃利奥特1’	0.71±0.03 ^{ef}	374.06±1.12 ^{de}	316.27±0.56 ^{fg}	334.50±2.96 ^{gh}	47.93±0.98 ^{ef}
‘埃利奥特2’	0.72±0.03 ^c	210.18±0.26 ^g	216.81±0.49 ^j	303.32±3.47 ^{hi}	103.81±1.01 ^a
‘奥尼尔’	0.50±0.01 ^h	391.29±13.84 ^{de}	389.11±9.56 ^{bc}	514.18±5.14 ^{bc}	95.73±1.03 ^{bc}
‘北陆’	0.70±0.06 ^{ef}	364.38±7.24 ^{de}	363.69±1.44 ^{de}	533.75±6.07 ^b	44.20±1.94 ^f
‘布尔吉塔’	0.62±0.02 ^g	353.46±0.30 ^{de}	288.74±0.27 ^g	329.43±3.65 ^g	84.39±1.03 ^{cd}
‘杜克’	0.70±0.02 ^{ef}	263.63±9.95 ^e	318.53±4.71 ^{fg}	284.36±3.44 ⁱ	81.60±2.01 ^d
‘蓝丰’	0.93±0.04 ^d	375.53±0.25 ^{de}	340.82±0.93 ^{de}	344.21±1.85 ^{fg}	59.94±2.17 ^e
‘蓝塔1’	0.76±0.03 ^c	413.81±1.31 ^c	334.34±9.54 ^{cd}	327.67±2.97 ^{gh}	75.03±0.99 ^d
‘蓝塔2’	0.88±0.02 ^d	614.41±0.82 ^a	410.85±1.06 ^b	296.46±4.34 ⁱ	109.64±0.97 ^a

由表4可知,14个品种蓝莓果实蛋白质含量分布变幅为0.50%~1.10%,均高于美国农业部营养数据库所公布的0.4%。其中蛋白质含量较高的品种为‘H34’、‘37-1’、‘L5’、‘Z’、‘蓝丰’、‘蓝塔2’,‘H34’含量最高为1.10%,且三者与其他品种差异显著($P<0.05$)。最小的为‘奥尼尔’含量为0.50%,且与其他品种间差异显著($P<0.05$)。抗氧化物质主要测定了花色苷、总酚、总黄酮和VC的含量。蓝莓果实花色苷含量分布在210.18~617.46 mg/100 g间,‘L5’和‘蓝塔2’含量均高于600 mg/100 g,显著高于其他品种($P<0.05$);其中‘埃利奥特2’含量最低。总酚含量‘埃利奥特2’最低,为216.81 mg/100 g;‘L5’最高,为523.12 mg/100 g,差异显著($P<0.05$)。总黄酮‘L5’含量最高为606.80 mg/100 g,显著高于其他品种($P<0.05$)。‘杜克’和‘蓝塔2’总酚含量较低,均低于300 mg/100 g,差异显著($P<0.05$)。所测14个蓝莓品种,VC含量分布在13.09~109.64 mg/100 g间,含量最低的是‘Z’,为13.09 mg/100 g;而‘蓝塔2’和‘埃利奥特2’含量显著高于其余品种($P<0.05$),二者差异不显著。不同品种蓝莓营养价值有一定差异。综合各

营养指标得出,‘L5’、‘蓝塔2’和‘H34’蛋白质含量较高、抗氧化物质含量丰富、营养价值较高,口感好,可作为鲜食与加工兼用品种发展。

2.3 不同品种蓝莓果实理化和加工指标比较

表5 不同品种蓝莓果实电导率、含水量、出汁率及固酸比的比较
Table 5 Conductivity, water content, juice rate and solid/acid ratio in fruits of different blueberry cultivars

品种	电导率/($\mu\text{S}/\text{cm}$)	含水量/%	出汁率/%	固酸比/%
‘37-1’	3.56±0.03 ^b	83.85±0.15 ^{cd}	58.44±3.45 ^b	11.79±0.29 ^j
‘B’	2.93±0.18 ^{ef}	85.53±0.17 ^{ab}	66.41±3.21 ^{ef}	22.97±0.12 ^f
‘H34’	3.61±0.14 ^{bc}	86.95±0.75 ^{ab}	73.58±2.14 ^c	21.90±0.36 ^f
‘L5’	2.86±0.08 ^{fg}	83.50±0.24 ^c	64.38±2.56 ^g	47.78±0.13 ^a
‘Z’	3.23±0.10 ^d	84.43±0.21 ^{cd}	68.24±1.09 ^{de}	16.52±0.13 ^g
‘埃利奥特1’	3.96±0.11 ^b	86.47±0.16 ^{cd}	75.12±2.34 ^{bc}	11.85±0.13 ⁱ
‘埃利奥特2’	3.39±0.09 ^{cd}	86.05±0.16 ^{ab}	58.27±0.94 ^h	42.25±0.21 ^b
‘奥尼尔’	2.62±0.03 ^g	83.52±0.13 ^{de}	57.24±0.84 ^h	39.70±0.19 ^c
‘北陆’	3.13±0.06 ^{ef}	86.84±0.32 ^{ab}	63.88±1.03 ^f	12.06±0.22 ⁱ
‘布尔吉塔’	3.29±0.09 ^d	86.60±0.87 ^{bc}	75.57±3.24 ^b	14.91±0.07 ^h
‘杜克’	2.63±0.04 ^g	88.15±0.26 ^a	68.53±1.84 ^d	32.04±0.08 ^c
‘蓝丰’	3.24±0.09 ^{de}	86.47±0.65 ^{cd}	77.86±2.21 ^{ab}	35.46±0.12 ^d
‘蓝塔1’	4.16±0.06 ^a	81.99±0.36 ^c	78.43±2.53 ^a	41.59±0.10 ^{bc}
‘蓝塔2’	3.08±0.04 ^{ef}	84.55±0.40 ^{bcd}	76.87±2.14 ^a	17.93±0.22 ^g

蓝莓电导率主要受温度和可溶性固形物的影响,由表5可知,不同品种蓝莓电导率的分布变幅是在2.62~4.16 $\mu\text{S}/\text{cm}$,其中‘奥尼尔’最小,‘蓝塔1’最大,显著高于其他品种($P<0.05$)。果实的含水量、出汁率是加工果汁果酒的重要衡量指标^[18],蓝莓果实的含水量较高,在81.99%~88.15%之间。蓝莓果实出汁率分布在57.24%~78.43%之间,最低的为‘奥尼尔’,最高的为‘蓝塔1’。根据蓝莓果实含水量和出汁率,初步认为‘蓝塔1’、‘蓝丰’为适合加工果汁果酒的品种。固酸比对果汁果酒及鲜食口感均有一定影响;所测14个蓝莓品种固酸比差异较大,变幅分布在11.79%~47.78%之间,其中‘37-1’最小,而‘L5’固酸比最大,显著高于其他品种($P<0.05$),鲜食蓝莓一般选择可溶性固形物含量较高,糖含量较高,总酸含量较低^[19],即固酸比相对较高的品种,因此初步确认‘L5’口感好,风味佳,是适宜鲜食或加工的蓝莓品种。

2.4 不同蓝莓品种间加工特性的聚类分析

对所测14个蓝莓品种的感官品质、营养品质及理化加工品质进行系统聚类分析,通过聚类把果实品质相近的品种聚到一起,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。如图1所示,在4.0欧氏距离处可以将所测14个蓝莓品种聚为4类。将‘37-1’、‘奥尼尔’、‘北陆’和‘B’聚为第1类,在1.0欧氏距离处,第2类还可以分为2个亚类,其中第1亚类的果实品质指标基本处于所有品种的中等水平;‘B’为第2个亚类,其电导率及果实均较小。第2类包括‘埃利奥特1’、‘布尔吉塔’、‘蓝丰’及‘蓝塔1’,此

类果实色泽较好, 硬度、果实电导率较高, 此外果实出汁率较高, 且高糖高酸, 是适宜于加工果汁果酒的较好品种^[20-21]。第3类包括‘埃利奥特2’、‘杜克’和‘Z’3个品种, 第3类也可以分为2个亚类, 第1亚类为‘埃利奥特2’和‘杜克’, ‘Z’为第2亚类, 这一类果实硬度较高、色泽较好, 是适宜贮藏的蓝莓品种^[22]。将‘H34’和‘蓝塔2’聚为第4类, 此类果实色泽较佳、大小适中, 含水量、出汁率、蛋白质含量和可溶性总糖含量较高, 此外各种抗氧化物质含量也较高, 是适合鲜食的品种。第5类为‘L5’, 其色泽较佳, 抗氧化物质和固酸比非常高, 但果实较小、出汁率较低, 是适宜加工果酱、果脯的品种^[23]。与之前的分析相比, 得到同样的分析结果; 因此, 采用本实验所选的主要品质进行聚类分析是可行的。

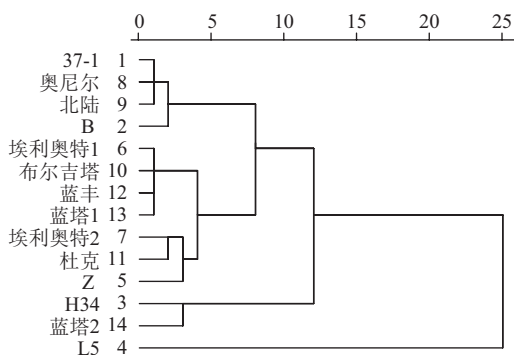


图1 不同品种蓝莓聚类分析树状图

Fig.1 Cluster analysis dendrogram of different blueberry cultivars

3 讨论

选择适宜深加工的优良品种, 对于深加工产品的品质起着至关重要的作用。果实汁液含量丰富, 糖酸比例合适, 色泽鲜艳是其鲜食或深加工的基本要求, 而深加工品种还要求原料易出汁、营养成分含量稳定等。目前对同一水果不同品种的综合品质进行评价研究的较多, 以期找到最佳的品种。郑红岩等^[24]研究得出, 湘西地区品质较好且适宜栽培的蓝莓品种是‘布里吉塔’和‘灿烂’; 徐玉娟等^[25]对不同品种荔枝的品质进行了评价, 得出‘惠东红岩’、‘糯米糍’、‘园枝’、‘黑叶’、‘中山状元红’和‘白糖罂’6个品种适宜深加工; Li Xia等^[26]得出‘红皮’、‘青皮’和‘金秋’3个品种的梨适宜鲜食; 还有研究者对草莓^[27]、龙眼^[28]以及苹果^[29]的品质进行了评价。

本实验对山东省不同品种蓝莓果实品质指标进行测定, 为蓝莓的产业化发展提供参考。分别从蓝莓的感官品质、营养品质、理化加工品质对‘蓝丰’、‘北陆’、‘奥尼尔’等14个品种进行了初步研究, 研究结果表明:

‘L5’、‘蓝塔2’、‘H34’、‘埃利奥特1’、‘布尔吉塔’、‘蓝丰’和‘蓝塔1’这7个品种蓝莓果实综合品质最好, 是适宜栽培和果实深加工的良好品种。

参考文献:

- [1] HASHIM J. Blueberry production gaining in California[M]. Texas: West Farm Press, 2004: 32-33.
- [2] 刘萌, 范新光, 王美兰, 等. 不同包装方法对蓝莓采后生理及冻藏效果的影响[J]. 食品科学, 2013, 34(14): 346-350. doi: 10.7506/spkx1002-6630-201314072.
- [3] SU Minsheng, JUNG P C. Antioxidant activity, anthocyanins, and phenolics of rabbiteye blueberry (*Vaccinium ashei*) fluid products as affected by fermentation[J]. Food Chemistry, 2007, 104(1): 182-187.
- [4] 顾烟, 贺善安. 蓝浆果与蔓越桔[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001: 94-95.
- [5] 姜爱丽. 蓝莓果实采后生理生化代谢及调控研究[D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2011: 4-6.
- [6] SELLAPPAN S, AKOH C C, KREWER G. Phenolic compounds and antioxidant capacity of Georgia-grown blue-berries and blackberries[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2002, 50(8): 2432-2438.
- [7] 胡雅馨, 李京, 惠伯棣. 蓝莓果实中主要营养及花青素成分的研究[J]. 食品科学, 2006, 27(10): 600-603.
- [8] 李安文. 蓝莓花色苷稳定性及分离纯化技术研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2011: 1-2.
- [9] 李亚东, 刘海广, 张志东, 等. 我国蓝莓产业现状和发展趋势[J]. 中国果树, 2008(6): 67-71.
- [10] 中国食品发酵工业研究院. GB/T 12456—2008 食品中总酸的测定方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [11] 中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所. GB/T 5009.86—2003 蔬菜、水果及其制品中总抗坏血酸的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003.
- [12] 李颖畅, 吕艳芳, 励建荣. Folin-Ciocalteu法测定不同品种蓝莓叶中多酚含量[J]. 中国食品学报, 2014, 14(1): 274-278.
- [13] 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.
- [14] 吴春霞, 宋曼曼, 阿不都拉·阿巴斯. 小甘菊不同部位总黄酮含量测定及其薄层色谱的初步分析[J]. 食品科学, 2007, 28(7): 430-433.
- [15] 卫生部食品卫生监督检验所. GB 5009.5—2010 食品中蛋白质的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.
- [16] 中国疾病预防控制中心营养与食品安全所. GB/T 5009.7—2008 食品中还原糖的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [17] 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.
- [18] 包怡红, 王文琼. 果肉型蓝莓饮料的研制[J]. 中国林副特产, 2011(5): 32-34.
- [19] 葛翠莲, 黄春辉, 夏思进, 等. 10个蓝莓品种主要营养成分与色素含量分析[J]. 中国南方果树, 2012, 41(4): 33-35.
- [20] 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.
- [21] 刘奔. 蓝莓酒酿造工艺研究[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2011: 5-6.
- [22] 林建城, 林河通, 黄志明, 等. 福建省5个主栽品种枇杷果实品质比较及其与果实耐贮运的关系[J]. 食品科学, 2008, 29(6): 433-437.
- [23] 刘华. 蓝莓贮藏加工技术研究[D]. 金华: 浙江师范大学, 2012: 5-6.
- [24] 郑红岩, 高梦, 刘建兰, 等. 不同品种蓝莓果实品质分析[J]. 食品发酵与工业, 2013, 39(11): 245-249.
- [25] 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.
- [26] LI Xia, WANG Tingting, ZHOU Bin, et al. Chemical composition and antioxidant and anti-inflammatory potential of peels and flesh from 10 different pear varieties (*Pyrus* spp.)[J]. Food Chemistry, 2014, 152: 531-538.
- [27] 罗妮, 唐勇, 冯珊, 等. 6个草莓品种营养品质与抗氧化能力研究[J]. 食品科学, 2011, 32(7): 52-56.
- [28] 温靖, 徐玉娟, 肖更生, 等. 不同品种龙眼果实加工特性比较研究[J]. 食品科学, 2010, 31(1): 71-75.
- [29] 白沙沙, 毕金峰, 王沛, 等. 不同品种苹果果实品质分析[J]. 食品科学, 2012, 33(17): 68-72.