



刘春光,陶靓,张武杰,等.两个秋子梨果实品质分析[J].黑龙江农业科学,2024(5):49-56.

两个秋子梨果实品质分析

刘春光,陶 靓,张武杰,汤佳翰,高洪娜

(黑龙江省农业科学院 牡丹江分院,黑龙江 牡丹江 157000)

摘要:为探究两个秋子梨品种差异,更好地对其进行开发利用,以红丰和早黄成熟期果实为试材,利用显著性分析、相关性分析、主成分分析和聚类分析等方法对两个不同品种秋子梨果实品质进行分析。结果表明,两种梨的果实在果实外观、果肉风味、果实香气、果汁含量上有所不同,在外观品质上红丰梨单果重为 212.96 g、横径为 75.49 mm、纵径为 70.25 mm、果梗长度为 36.48 mm,这 4 个指标分别达到了早黄梨的 171.13%、119.33%、121.29%和 113.19%;红丰梨的果实硬度显著低于早黄梨,为早黄梨的 79.37%。因此红丰梨相较于早黄梨果形较大、果实较重、果肉较软,适合喜好大果、软果的消费者选择;在营养成分上红丰梨的可溶性固形物、可溶性糖、矿质元素含量均显著高于早黄梨,其中可溶性固形物含量为 11.10%、矿质元素含量为 3 748.49 mg·kg⁻¹,而可溶性糖含量为 124.61 mg·g⁻¹,达到了早黄梨可溶性糖含量的 206.89%;果实的单果重、果实横径、果实纵径、果实硬度 4 项形态指标与可溶性糖、可溶性固形物、维生素 C、矿质元素呈现出显著相关性,与可滴定酸呈极显著相关;在矿质元素含量上,红丰梨果肉和果皮中矿质元素 Mg、P、K、Ca、Fe 的含量以及 12 种矿质元素的总含量均高于早黄梨。对两个品种果实品质综合比较得出,红丰梨果实品质优于早黄梨,更适合在生产上开发利用。

关键词:秋子梨;红丰梨;早黄梨;感官特征;形态指标;营养成分

梨在植物学分类上属于蔷薇科(Rosaceae)梨亚科(Pomaceae)梨属(*Pyrus* L.)^[1],是世界范围内最受消费者喜爱的水果之一。中国是世界上最大的梨果生产国,其收获面积、产量、出口量及品种数量均居世界前列^[2]。梨品种多样,包括香梨、酥梨、雪梨、鸣梨、刺梨等。秋子梨(*Pyrus ussuriensis* Maxix.)是我国梨的主要栽培种之一,主要分布在黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古等地,因其果实营养丰富,气味清香、可口多汁,深受广大消费者喜爱^[3]。前人对不同梨品种生长发育过程中果实品质的变化进行了相关研究,田路明等^[4]对我国北方梨优势产区 56 个主栽品种进行了外观品质和内在品质的鉴定,常文君等^[5]对 15 个新疆梨品种果实形状进行了评价,赵佳丽等^[6]对河北省鸭梨主产区的梨果实内在品质进行了研究分析,郭欣欣等^[7]对云南 14 个砂梨品种果实品质差异进行了综合评价,张起等^[8]在贵州梨种果实品质性状多样性分析中,采用方差分析、聚类分析等方法得出贵州地方梨种质具有丰富的遗传多样性。

近几年,梨果实品质下降导致效益下滑,成为制约当地梨产业发展的重要因素^[9],而梨的品质往往作为消费者直观的评价要素。因此品质的优异与否是广大消费者能否接受梨的关键。目前对

梨的加工保鲜、营养成分、风味物质的报道较多,但对不同品种梨的品质,尤其是秋子梨品种间差异的研究相对较少^[10]。因此,本研究选取红丰梨^[11]和早黄梨两种秋子梨为研究对象,对其果实品质进行调查、测定及分析。利用显著性分析、相关性分析、主成分分析和聚类分析等分析手段,分析比较梨果实品质的差异,旨在为秋子梨种质资源开发利用、品质分析、品种推广提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试秋子梨品种为红丰梨(红茄梨×南果梨)、早黄梨(乔玛×早酥)。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于 2022 年在黑龙江省农业科学院牡丹江分院果树研究所进行,成熟期样品果(以种子颜色变黑为标准)采自中国寒地果树种质资源圃(吉林省公主岭市)。该圃地势平坦,果园标准化管理,树龄 10 年,果实不套袋。每个品种 5 株树,从树冠外围相同高度随机采摘 10 个梨,选取果形、大小、颜色基本一致的果实 5 个,立即在保鲜条件下送至实验室,用塑料密封袋分装冷藏保存待测。

收稿日期:2023-11-20

基金项目:黑龙江省省属科研院所科研业务费项目(CZKYF2022-1-B030)。

第一作者:刘春光(1975—),男,学士,高级农艺师,从事作物栽培研究。E-mail:mdjnykybgs@126.com。

通信作者:张武杰(1979—),男,硕士,副研究员,主要从事浆果育种栽培研究。E-mail:mdjzjw@126.com。

1.2.2 测定项目及方法 梨果实采用电子天平测定单果重;采用 GY-2 果实硬度计测定果实硬度;采用游标卡尺测定果实横(纵)径;采用阿贝折射仪法^[12]测定可溶性固形物含量;采用蒽酮比色法^[13]测定可溶性糖含量;采用氢氧化钠滴定法^[14]测定可滴定酸含量;采用 pH 示差法^[15]测定花青素;采用钼蓝比色法^[16]测定维生素 C 含量;由农业部谷物及制品质量监督检验测试中心(哈尔滨)测定矿质元素含量。

果实颜色、果实香气、果汁含量、果实风味、果实形状、果肉颜色、果点数量、果点明显程度、果梗姿态等指标参考《梨种质资源描述规范和数据标准》^[17]。

1.2.3 数据分析 利用 WPS 2020 软件对收集到的原始数据进行整理并计算,使用 SPSS 25 软件对数据进显著性、相关性、主成分和聚类分析。

2 结果与分析

2.1 两个品种秋子梨果实的外部感官特征

由图 1 和表 1 可知,红丰梨果实底色为绿色,果实盖色为红色。果实香气淡,果汁含量多,果肉风味酸甜。果实形状为圆形,果点数量多,果点明显;果肉颜色为白色,果梗姿态为直立。

早黄梨果实底色为绿色,果实盖色为黄绿。果实香气中等,果汁含量极多,果肉风味酸。果实形状圆形,果点数量多,果点明显;果肉颜色为白色,果梗姿态为直立。



图 1 红丰梨(上)和早黄梨(下)

表 1 两种秋子梨的外部感官特征

特征	红丰梨	早黄梨
果实底色	绿	绿
果实盖色	红	黄绿
果实香气	淡	中
果汁含量	多	极多
果肉风味	酸甜	酸
果实形状	圆形	圆形
果点数量	多	多
果点明显程度	明显	明显
果肉颜色	白	白
果梗姿态	直立	直立

2.2 两个品种秋子梨果实的形态指标

由表 2 可知,两种梨在单果重、果实横纵径、果实硬度、果梗长度和果梗粗度上存在一定差异,但各指标的差异程度有所不同。在单果重、横径、纵径、果梗长度 4 个指标上,红丰梨显著高于早黄梨,且红丰梨 4 个指标分别高于早黄梨 71.13%、19.33%、21.29%和 13.19%。在果实硬度上,红丰梨显著低于早黄梨,幅度为 20.63%。而在果梗粗度上,两种梨无显著差异。由此可见红丰梨相较于早黄梨果形较大、果实较重、果肉较软,适合喜好大果、软果的消费者选择。

表 2 两种秋子梨的形态指标

指标	红丰梨	早黄梨
单果重/g	212.96±22.55 a	124.44±8.41 b
横径/mm	75.49±3.42 a	63.26±1.86 b
纵径/mm	70.25±1.61 a	57.92±3.49 b
果实硬度/(kg·cm ⁻²)	8.04±0.65 b	10.13±0.26 a
果梗长度/mm	36.48±1.01 a	32.23±4.77 b
果梗粗度/mm	2.84±0.16 a	2.45±0.18 a
果形指数	0.93	0.92

注:不同小写字母代表在 P<0.05 水平差异显著。下同。

2.3 两个品种秋子梨果实的营养品质指标

由表 3 可知,两种梨在可溶性固形物、可溶性糖含量、可滴定酸含量、维生素 C 含量、花青素含量、矿质元素含量上存在一定差异,但各指标的差异程度不同。在可溶性固形物、可溶性糖、矿质元素含量 3 个指标上,红丰梨显著高于早黄梨,而在可滴定酸、维生素 C 含量、花青素含量上,红丰梨显著低于早黄梨。

表 3 两种秋子梨的营养品质指标

指标	红丰梨	早黄梨
可溶性固形物/%	11.10±0.09 a	9.00±0.26 b
可溶性糖含量/(mg·g ⁻¹)	124.61±3.14 a	60.23±2.52 b
可滴定酸含量/%	0.32±0.01 b	0.51±0.03 a
维生素 C 含量/[mg·(100 g) ⁻¹]	5.46±0.62 b	9.17±0.27 a
花青素/(μmol·m ⁻²)	13.53±0.45 b	19.64±3.24 a
矿质元素含量/(mg·kg ⁻¹)	3748.49±220.15 a	2880.91±164.61 b

2.4 秋子梨果实形态指标和品质指标相关性分析

由表 4 可知,秋子梨果实形态指标和品质指标具有一定相关性。单果重与可溶性糖、可溶性固形物、矿质元素含量之间呈显著正相关,与维生素 C 之间呈显著负相关,而与可滴定酸之间呈极显著负相关;果实横径与可溶性固形物、矿质元素含量之间呈显著正相关,与维生素 C 之间呈显著负相关,与可溶性糖之间呈极显著正相关,与可滴

定酸之间呈极显著负相关;果实纵径与可溶性糖、可溶性固形物、矿质元素含量呈显著正相关,与可滴定酸、维生素 C 呈极显著负相关;果梗长度与可滴定酸呈显著正相关,与可溶性糖、可溶性固形物呈显著负相关,与维生素 C 呈极显著正相关;果实硬度与可滴定酸、维生素 C 呈极显著正相关,与可溶性糖、可溶性固形物、矿质元素含量之间呈极显著负相关;果梗粗度与所有品质指标均无显著差异;花青素与所有形态指标均无显著性差异。

表 4 秋子梨果实形态指标和品质指标相关性

项目	可溶性糖	可滴定酸	可溶性固形物	维生素 C	花青素	矿质元素含量
单果重	0.871 *	-0.922 **	0.848 *	-0.894 *	-0.669	0.902 *
果实横径	0.933 **	-0.975 **	0.844 *	-0.917 *	-0.519	0.889 *
果实纵径	0.909 *	-0.966 **	0.899 *	-0.961 **	-0.635	0.812 *
果梗长度	-0.083 *	0.890 *	-0.873 *	0.954 **	0.670	-0.711
果梗粗度	0.328	-0.364	0.479	-0.615	-0.398	0.088
果实硬度	-0.984 **	0.975 **	-0.969 **	0.964 **	0.791	-0.094 **

注:*表示显著相关($P<0.05$),**表示极显著相关($P<0.01$)。

2.5 两个品种秋子梨果实的矿质元素含量

2.5.1 果肉 红丰梨和早黄梨果肉中矿质元素含量如表 5 所示,两种秋子梨在果肉矿质元素含量上有一定差异,但各矿质元素含量差异程度不同,其中红丰梨果肉中 Mg、P、K、Ca、Fe 元素含量均显著高于早黄梨,且各元素增加幅度分别为

79.12%、78.44%、15.32%、50.79%和 95.80%。红丰梨果肉中 Na、Al、Pb 元素含量则显著低于早黄梨,且各元素降低幅度分别为 31.36%、65.62%和 59.11%。而 Cr、Cu、Zn、Cd 元素含量在两种秋子梨果肉之间无显著性差异。

表 5 两个秋子梨品种果肉及果皮中矿质元素含量

单位:mg·kg⁻¹

元素种类	果肉		果皮	
	红丰梨	早黄梨	红丰梨	早黄梨
Na	3.59±0.31 b	5.23±0.18 a	9.66±0.49 a	6.36±0.41 b
Mg	93.00±1.11 a	51.92±0.40 b	163.00±8.89 a	120.35±6.63 b
Al	1.42±0.19 b	4.13±0.11 a	5.51±1.18 a	7.27±1.34 a
P	136.20±8.94 a	76.33±11.62 b	223.50±14.90 a	136.14±11.72 b
K	1108.22±39.63 a	960.97±33.44 b	1660.00±95.66 a	1327.08±74.91 b
Ca	73.30±5.76 a	48.61±4.52 b	249.90±41.46 a	125.55±18.21 b
Cr	0.09±0.01 a	0.08±0.02 a	0.36±0.06 a	0.10±0.03 b
Fe	5.13±1.01 a	2.62±0.70 b	9.54±0.20 a	5.09±0.12 b
Cu	0.41±0.15 a	0.49±0.10 a	0.84±0.05 a	0.89±0.02 a
Zn	0.52±0.07 a	0.59±0.08 a	1.26±0.07 a	1.04±0.04 b
Cd	0.0045±0.0005 a	0.0040±0.0004 a	0.0040±0.0009 b	0.0067±0.0006 a
Pb	0.0110±0.0037 b	0.0269±0.0034 a	0.0220±0.0022 b	0.0368±0.0011 a

2.5.2 果皮 由表 5 可知,两种秋子梨在果皮矿质元素含量上有所差异,但各矿质元素含量差异程度有所不同,其中红丰梨果皮中 Na、Mg、P、K、Ca、Cr、Fe、Zn 元素含量显著高于早黄梨,且各元素增加幅度分别为 51.89%、35.44%、64.17%、25.09%、99.04%、260.00%、87.43%和 21.15%。

而 Cd、Pb 元素含量则显著低于早黄梨,且各元素降低幅度分别为 40.30%和 40.22%。而 Al、Cu 元素含量两种梨果皮之间无显著差异。

综上在梨果肉、果皮中红丰梨的 Mg、P、K、Ca、Fe 矿质元素含量均显著高于早黄梨,Pb 元素显著低于早黄梨,而 Cu 元素无显著性差异。

2.6 秋子梨果实品质综合指标分析

2.6.1 梨果实品质综合指标主成分分析 对两个品种梨的 12 个综合品质指标进行主成分分析,分析结果如表 6 所示,筛选出两个特征值大于 1 的主成分且特征值分别为 9.983 和 1.154,提取出来的两个主成分的贡献率分别为 83.189%和 9.615%,累计贡献率达到了 92.804%。表明这两个主成分代表了 12 个品质综合指标 92.804%的信息量。其中第一主成分的特征向量中单果重、横径、纵径、果梗长度、果实硬度、可溶性糖含量、可溶性固形物、可滴定酸、维生素 C 含量、花青素、矿质元素含量共计 11 个品质综合指标的荷载较高,其特征向量值分别为 0.927,0.934,0.966,-0.935,-0.993,0.971,0.971,-0.973,-0.985,-0.779 和 0.892。第二主成分的特征向量中果梗粗度的荷载较高,其特征向量值为-0.860。因此第一主成分几乎涵盖了除果梗粗度以外的 11 个品质综合指标。

2.6.2 梨果实品质综合指标聚类分析 将两个品种梨的 12 个综合品质指标进行聚类分析,如图 2 所示,在遗传距离为 10 时,可将 12 个品质综合指标分为 6 个类群,其中果实横径、果实纵径、单果重、矿质元素含量、果梗长度被归为一类,可滴定酸、维生素 C、可溶性固形物被归为一类,而果梗粗度、可溶性糖、花青素和果实硬度均被单独归

为一类。在遗传距离为 15 时,可将 12 个品质指标分为 3 个类群的两大门类,一类包括由果实横径、果实纵径、单果重、矿质元素含量、果梗长度、果梗粗度 6 项指标组成的果实外观品质;另一类由可滴定酸、维生素 C、可溶性固形物、花青素、果实硬度 5 项指标组成的一大类果实营养品质,而可溶性糖则被单独归为一类。

表 6 秋子梨果实品质综合指标主成分分析

品质综合指标	主成分	
	1	2
单果重	0.927	0.025
横径	0.934	0.090
纵径	0.966	-0.119
果梗长度	-0.935	0.330
果梗粗度	0.502	-0.860
果实硬度	-0.993	-0.108
可溶性糖含量	0.971	0.197
可溶性固形物	0.971	0.033
可滴定酸含量	-0.973	-0.126
维生素 C 含量	-0.985	0.132
花青素	-0.779	-0.038
矿质元素含量	0.892	0.444
特征值	9.983	1.154
贡献率	83.189	9.615
累计贡献率	83.189	92.804

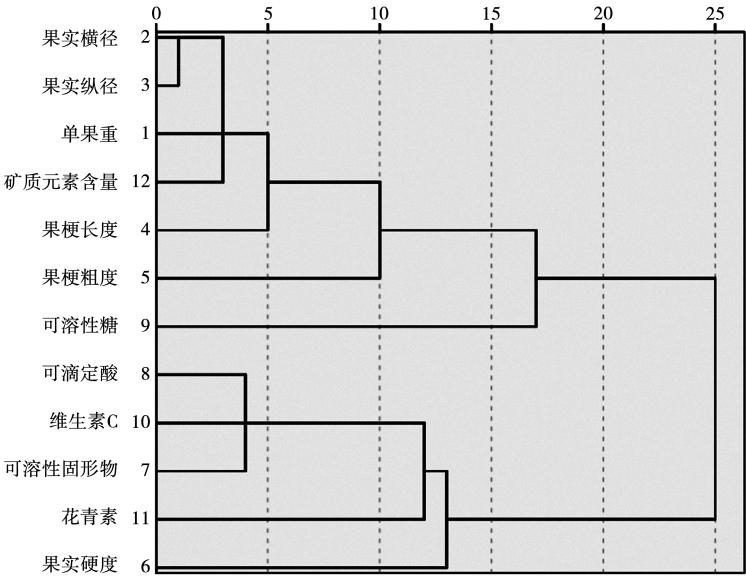


图 2 秋子梨果实品质综合指标聚类分析

2.7 秋子梨果实矿质元素含量分析

2.7.1 梨果肉中矿质元素含量主成分分析 由表 7 可知,对两个品种梨果肉中 12 种矿质元素含量进行主成分分析,筛选出 3 个特征值大于 1 的

主成分,特征值分别为 7.551,3.124,1.136,提取出来的 3 个主成分的贡献率分别为 62.921%、26.036%、9.465%,累计贡献率达到了 98.422%。表明这 3 个主成分代表了 12 种矿质元素含量的

98.422%的信息量。其中第一主成分的特征向量中 8 个矿质元素含量 Na、Mg、Al、P、K、Ca、Fe 和 Pb 的荷载较高,其特征向量值分别为-0.963, 0.965, -0.997, 0.911, 0.926, 0.882, 0.759 和 -0.946。第二主成分的特征向量中 3 个矿质元

素含量 Cr、Zn 和 Cd 的荷载较高,其特征向量值分别为 0.940, 0.849 和 -0.820。第三主成分的特征向量中矿质元素 Cu 含量的荷载较高,特征值为 0.865。

表 7 秋子梨果肉和果皮中矿质元素含量主成分分析

矿质元素含量	果肉主成分			果皮主成分	
	1	2	3	1	2
Na	-0.963	-0.061	0.090	0.997	0.020
Mg	0.965	0.132	0.049	0.991	0.109
Al	-0.997	0.013	-0.068	-0.292	0.939
P	0.911	0.116	0.392	0.960	-0.109
K	0.926	-0.341	0.120	0.816	-0.389
Ca	0.882	0.459	0.040	0.939	0.078
Cr	0.196	0.940	-0.238	0.996	0.067
Fe	0.759	0.638	0.110	0.986	-0.163
Cu	-0.400	0.278	0.865	-0.713	-0.693
Zn	-0.491	0.849	-0.195	0.968	0.223
Cd	0.569	-0.820	-0.052	-0.954	-0.288
Pb	-0.946	0.043	0.306	-0.895	0.445
特征值	7.551	3.124	1.136	9.650	1.905
贡献率/%	62.921	26.036	9.465	80.414	15.874
累计贡献率/%	62.921	88.956	98.422	80.414	96.289

2.7.2 梨果皮中矿质元素含量主成分分析 由表 7 可知,筛选出 2 个特征值大于 1 的主成分且特征值分别为 9.650 和 1.905,提取出来的两个主成分的贡献率分别为 80.414%和 15.874%,累计贡献率达到了 96.289%。表明了这两个主成分代表了 12 种矿质元素含量的 96.289%的信息量。其中第一主成分的特征向量中 11 个矿质元素含量 Na、Mg、P、K、Ca、Cr、Fe、Cu、Zn、Cd 和 Pb 的荷载较高,其特征向量值分别为 0.997,0.991,

0.960, 0.816, 0.939, 0.996, 0.986, -0.713, 0.968, -0.954 和 -0.895。第二主成分的特征向量中矿质元素 Al 含量的荷载较高,其特征向量值为 0.939。

2.7.3 梨果肉中矿质元素聚类分析 由图 3 可知,梨果肉中 12 种矿质元素进行聚类分析,在遗传距离为 20 时,可将 12 种矿质元素分为两个类群,其中 Mg、P、Ca、Fe、K、Cd、Cr、Zn、Na 和 Cu 被归为一类、而 Al 和 Pb 被归为一类。

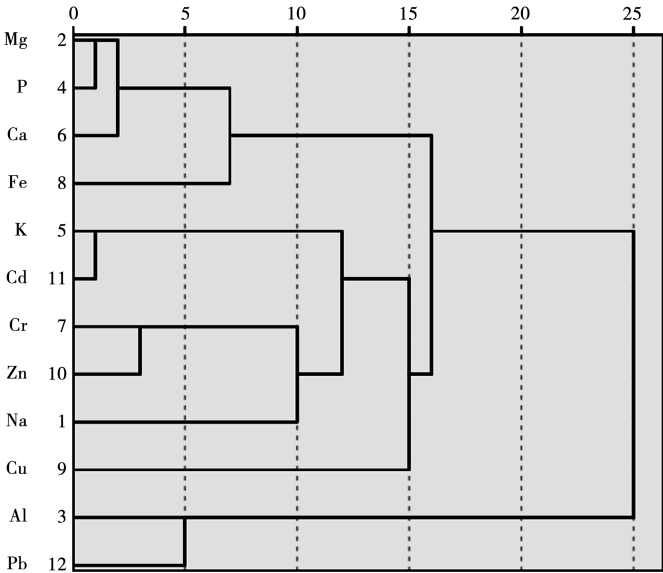


图 3 秋子梨果肉中矿质元素含量聚类分析

2.7.4 梨果皮中矿质元素聚类分析 由图 4 可知,将梨果皮中 12 种矿质元素进行聚类分析,结果显示在遗传距离为 20 时,可将 12 种矿质元素分为 3 个类群,其中 Na、Mg、K、Zn、P、Fe 和 Cu 被归为一类,Ca 和 Cr 被归为一类,Cd、Pb 和 Al 被归为一类。

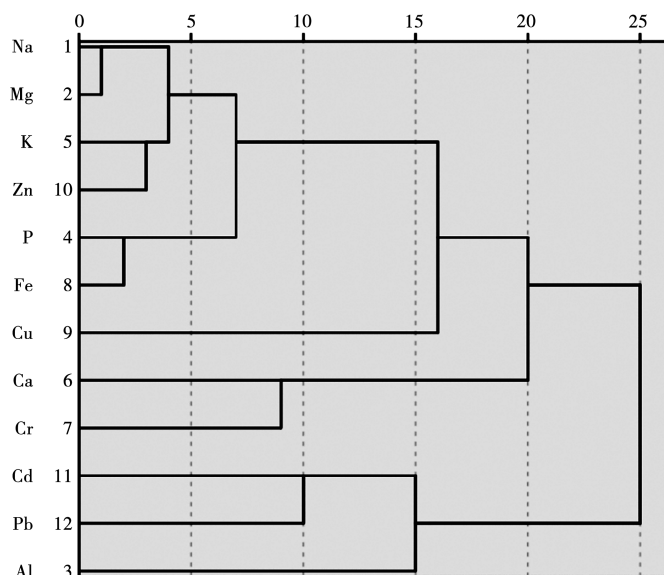


图 4 梨果皮中矿质元素含量聚类分析

3 讨论

果实品质是由很多指标共同决定的。包括果实盖色、果肉颜色等外观指标,可溶性糖、可滴定酸等内在指标。评价梨果实品质的指标通常包括单果重、果实硬度、可溶性固形物、可溶性糖、有机酸、维生素 C、多酚、黄酮、挥发性物质含量等^[18]。其中单果重是最直接评判果实大小的品质指标,可直观地反映出果实的大小;果实硬度是评价果实口感和耐贮性的品质指标之一;糖酸是梨果实生长发育过程中的重要基础物质,同时也是决定果实内在品质的重要指标;维生素 C 是评判果实贮藏期的重要指标之一^[19];果实中的代谢物质,例如葡萄糖、果糖、柠檬酸、苹果酸等是影响消费者对梨口感喜好的主要因素。并且梨果实富含维生素、矿物质、蛋白质、纤维素等多种营养物质,具有降火、清心、润肺、化痰、止咳、退热等功效,有着很高的食补价值^[20]。因此,研究梨的果实品质、营养成分具有重要意义。

阿衣古力·阿不都瓦依提等^[21]在对梨果实品质相关性的研究中发现可滴定酸与可溶性固形物

由图 3 和图 4 可以看出,在遗传距离为 20 时,Na、Mg、K、Zn、P、Fe 和 Cu 元素在果肉和果皮中均被归为一类,Ca 和 Cr 元素在果皮中均被归为一类,Al 和 Pb 元素在果肉和果皮中均被归为一类,而 Cd 元素的聚类位点发生了变化。

呈显著负相关。说明果实中可溶性固形物含量越少,可滴定酸(有机酸)含量越多。还原糖与果实干物质呈显著负相关,说明在一定的范围内果实干物质越多,还原糖含量越少,而果实干物质少、糖和水分多,口感就好。本试验中对收集到的两个秋子梨品种果实的可溶性糖、可滴定酸、可溶性固形物、维生素 C、花青素、矿质元素含量等品质指标进行了综合比较和分析,发现红丰梨的可溶性固形物含量显著高于早黄梨,而红丰梨的可滴定酸含量显著低于早黄梨,这与前人研究结果一致。此外还发现单果重、果实横径、果实纵径、果实硬度 4 项形态指标与可溶性糖、可溶性固形物、维生素 C、矿质元素含量 4 项营养品质指标均具有显著相关性。

梨树的相关研究中发现,适当增施钾肥的情况下,梨树的单果重、可溶性糖、可滴定酸等营养物质含量均可得到提升,果实硬度以及耐储藏能力也实现了进一步提升。位杰等^[22]研究表明磷是植物体内多种重要化合物的组成元素,在梨树的生长发育过程中起重要作用;铁元素对梨树内部的一些蛋白质表达以及调控起重要作用;钙元

素对于梨树果实品质也起到重要的改善作用^[23]。由此可见矿质元素含量对梨生长以及果实成熟发育发挥重要作用。赵欣等^[24]选取了 5 种具有代表性的梨果实(玉露香梨、库尔勒香梨、红香酥梨、雪花梨、皇冠梨)对,钙、铁、锌、磷等矿物质进行测定分析。结果表明,玉露香梨含铁、锌量最高,雪花梨中矿物质元素钠、钾、镁、磷、铜含量最高。而本试验对两种秋子梨果肉和果皮中矿质元素含量进行了测定,结果表明在梨果肉、果皮中红丰梨的 Mg、P、K、Ca、Fe 矿质元素含量均显著高于早黄梨,这些元素在梨果实发育过程中发挥重要作用,且红丰梨的矿质元素总含量显著高于早黄梨,这可能是由于红丰梨相较于早黄梨单果重较大、横纵径长,需要更多的矿质营养元素支撑其正常生长发育。并且本研究对梨果肉和果实中的 12 种矿质元素含量进行了聚类分析,结果显示在遗传距离为 20 时,Na、Mg、K、Zn、P、Fe 和 Cu 元素在果肉和果皮中均被归为一类,Ca 和 Cr 元素在果皮中均被归为一类,Al 和 Pb 元素在果肉和果皮中均被归为一类,而 Cd 元素在果肉和果皮中的聚类位点发生了变化,可能原因是在果肉的发育过程中 Cd 元素由果皮向果肉中聚集导致,具体原因还需进一步研究。

田瑞等^[25]采用系统聚类分析及感官评价等方法,以武昌砂梨圃内的 26 种梨果品质指标为基础,筛选出了单果重、可溶性固形物、糖酸比、可滴定酸、果实硬度等 5 个因子可作为梨果具有代表性的品质评价因子,可为科学评价不同品种梨的综合品质、生产推广和果实远销贮运等提供理论参考。而本研究对 12 个品质指标进行了主成分分析和聚类分析。在主成分分析上,共筛选出两个特征值大于 1 的主成分,第一主成分几乎涵盖了除果梗粗度以外的 11 个品质指标。在聚类分析上,遗传距离为 15 时,可将 12 个品质综合指标分为 3 个类群的两大门类,一类是以果实横径、果实纵径、单果重等为主的外观指标,一类是以可滴定酸、维生素 C、可溶性固形物等为主的品质指标,而可溶性糖则被单独归为一类。

4 结论

本研究对两个秋子梨果实外观品质和内在品质进行了比较,红丰梨相较于早黄梨果形较大,果实较重,果肉较软;可溶性固形物、可溶性糖、矿质

元素含量显著高于早黄梨,而可滴定酸、维生素 C 含量、花青素含量显著低于早黄梨。红丰梨果肉和果皮中矿质元素 Mg、P、K、Ca、Fe 的含量以及 12 种矿质元素的总含量均高于早黄梨。通过相关性分析发现两种梨果实的单果重、果实横径、果实纵径、果实硬度 4 项形态指标与可溶性糖、可溶性固形物、维生素 C、矿质元素总含量显著相关,与可滴定酸极显著相关。综合比较得出红丰梨果实大,口感酸甜且果汁多,糖含量及矿物质含量均高于早黄梨,更有利于在生产上开发利用。

参考文献:

- [1] 侯玉茹,李文生,王宝刚,等.不同品种梨果实贮藏期间抗氧化活性及品质分析[J].食品工业科技,2015,36(2):335-338.
- [2] 邦宏.改革开放 30 a 来我国梨产业经济发展研究[J].西北林学院学报,2009,24(4):234-236.
- [3] 黄莹萍,熊桔,罗玫,等.七大名梨果实品质比较分析[J].饮料工业,2019,22(5):1-4.
- [4] 田路明,董星光,曹玉芬,等.北方优势产区梨品种果实品质评价[J].中国果树,2014(5):26-32.
- [5] 常文君,秦金铭,包建平,等.15 个新疆梨品种果实性状评价[J].新疆农业科学,2022,59(1):122-133.
- [6] 赵佳丽,乔进春,李惠卓,等.河北省鸭梨主产区梨果内在品质的综合评价[J].北方园艺,2010(16):33-35.
- [7] 郭欣欣,舒群,刘春秀,等.云南 14 个砂梨品种(资源)果实品质差异的综合评价[J].中国南方果树,2023,52(6):162-165,170.
- [8] 张起,安华明.贵州地方梨种果实品质性状多样性分析[J].热带亚热带植物学报,2014,22(6):601-609.
- [9] 刘畅,任爱华,齐丹,等.2 个梨品种生长发育中果实品质变化动态观测[J].中国果树,2023(3):35-40.
- [10] 赵欣,梁克红,朱宏等.不同品种梨营养品质及风味物质比较研究[J].食品安全质量检测学报,2020,11(21):7797-7805.
- [11] 王家珍,沙守峰.红梨新品种:红丰梨[J].中国果业信息,2023,40(6):64.
- [12] 王晶英.植物生理生化实验技术与原理[M].哈尔滨:东北林业大学出版社,2003.
- [13] 高俊凤.植物生理学实验指导[M].北京:高等教育出版社,2006.
- [14] 孙晶.3 个蓝靛果品种果实生物活性物质含量及抗氧化性的比较[J].经济林研究,2019,37(3):95-100.
- [15] 孙侨治,李兴国,马丛菲,等.红树莓花色苷的提取与鉴定[J].北方园艺,2019(10):113-122.
- [16] 李军.钼蓝比色法测定还原型维生素 C[J].食品科学,2000,21(8):42-45.
- [17] 曹玉芬.梨种质资源描述规范和数据标准[M].北京:中国农业出版社,2006.

- [18] 谢鹏,蔚露,王红宁,等.不同产区玉露香梨果实品质特性综合分析[J].果树学报,2023,40(11):2371-2380.
- [19] 王阳,佟伟,王文辉,等.不同梨品种品质分析[J].中国南方果树,2023,52(5):111-116.
- [20] 唐延东.梨的营养成分、功效评价及产业应用研究进展[J].食品研究与开发,2023,44(22):227-228.
- [21] 阿衣古力·阿不都瓦依提,阿布来克·尼牙孜,阿布都热合曼·吾买尔,等.新疆产5个梨品种果实品质比较[J].新疆农业大学学报,2010,33(6):509-512.
- [22] 位杰,马建江,陈久红,等.库尔勒香梨叶片营养元素含量的年变化规律及相关性研究[J].河南农业科学,2020,49(3):121-128.
- [23] 张晓伟,白牡丹,高鹏,等.浅谈矿质营养元素在梨树生长发育中的作用[J].南方农业,2020,14(30):26-27.
- [24] 赵欣,梁克红,朱宏,等.不同品种梨营养成分及风味物质比较研究[J].食品安全质量检测学报,2020,11(21):7797-7805.
- [25] 田瑞,胡红菊,杨晓平,等.梨果实品质评价因子的选择[J].长江大学学报(自然科学版)农学卷,2009,6(3):8-11,110.

Fruit Quality Analysis of Two Varieties of *Pyrus ussuriensis* Maxim.

LIU Chunguang,TAO Liang,ZHANG Wujie,TANG Jiahao,GAO Hongna

(Mudanjiang Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Mudanjiang 157000, China)

Abstract: In order to explore the differences between two varieties of *Pyrus ussuriensis* Maxim. and better develop and utilize them, this study used the Hongfeng pear and Zaohuang pear mature fruits of *P. ussuriensis* as test materials, and the methods such as significance analysis, correlation analysis, principal component analysis, and cluster analysis were used to analyze the differences in fruit quality between the two different varieties of *P. ussuriensis*. The results showed that there were differences in fruit appearance, flesh flavor, fruit aroma, and juice content between the two pear varieties; In terms of appearance quality, the fruit weight of Hongfeng pear was 212.96 g, the transverse diameter was 75.49 mm, the longitudinal diameter was 70.25 mm, and the stem length was 36.48 mm. These four indicators reached 171.13%, 119.33%, 121.29%, and 113.19% of that of Zaohuang pear, respectively. However, the fruit hardness of Hongfeng pear was significantly lower than Zaohuang pear, which was 79.37% of that of Zaohuang pear. Therefore, compared to early yellow pear, Hongfeng pear had a larger fruit shape, heavier fruit, and softer flesh, making it suitable for consumers who prefer large and soft fruits to choose; In terms of nutritional composition, the content of soluble solids, soluble sugars, and mineral elements in Hongfeng pear was significantly higher than that in Zaohuang pear, with soluble solids content of 11.10% and mineral element content of 3 748.49 mg·kg⁻¹, while the soluble sugar content was 124.61 mg·g⁻¹, reached 206.89% of the soluble sugar content in Zaohuang pear. The four morphological indicators of fruit, including single fruit weight, fruit transverse diameter, fruit longitudinal diameter, and fruit hardness, showed significant correlation with soluble sugars, soluble solids, vitamin C, and mineral elements, and extremely significant correlation with titratable acids. In terms of mineral element content, the content of Mg, P, K, Ca, Fe and the total content of 12 mineral elements in the flesh and skin of Hongfeng pear were higher than those of Zaohuang pear. Based on a comprehensive comparison of the fruit quality of the two varieties, it can be concluded that the fruit quality of Hongfeng pear is better than that of Zaohuang pear, and it is more suitable for development and utilization in production.

Keywords: *Pyrus ussuriensis* Maxim.; Hongfeng pear; Zaohuang pear; sensory characteristics; morphological indicators; nutrient composition