

林芝市引进梨品种果实品质的 综合分析评价模型构建

叶彦辉, 王 秀, 柳 羽, 韩艳英*, 张西哲, 陶 江, 周玉柳

(西藏农牧学院资源与环境学院, 西藏林芝 860000)

摘 要:【目的】在西藏引入不同优良梨品种, 以调整区内梨果种植结构, 为推动西藏特色林果业发展提供理论依据。【方法】以西藏林芝市引入的9个梨品种作为试验材料, 成熟后测定其12项果实品质指标。通过相关性分析和因子分析, 建立基于因子分析、主成分分析、线性回归分析以及相似性分析的综合品质评价模型, 并根据综合品质得分进行优良度排序, 筛选出适宜林芝市种植的优良梨品种。【结果】9个梨品种的果实品质性状变异系数有所不同, 其中果形指数的变异系数较大, 单果质量、果实硬度、可滴定酸含量、固酸比和石细胞含量的变异系数均中等, 果实横径、果实纵径、果心横径、果心比、可溶性固形物和维生素C含量的变异系数均相对较小。对9个梨品种的12项果实品质性状的因子分析, 得知前4个公因子的累积方差贡献率达89.120%, 其中, 第1个公因子的贡献率为37.240%, 主要反映果实大小和酸甜口感品质, 第2个公因子的贡献率为20.658%, 主要反映了梨果实的软硬程度, 第3个公因子的贡献率为17.760%, 主要反映了果实形状和维生素C含量, 第4个公因子的贡献率为13.642%, 主要反映了果实可食部分大小和果实糖含量。各品种间存在显著的统计差异($R=0.768, p=0.001$), 新梨七号与晚秋黄品种显示出最大的差异性。品种间在多维性状上的分布特点表明质量和横径被识别为分类的关键因素。经综合品质评价模型, 得出9个梨品种在林芝种植后的果实综合品质得分高低排序为圆黄、华山、翠冠、中梨1号、初夏绿、新梨七号、翠玉、红太阳和晚秋黄。【结论】研究结果对指导西藏自治区内特色梨品种的选育和促进梨产业的可持续发展具有重要意义。

关键词: 梨; 林芝; 果实品质; 相关性分析; 因子分析; 主成分分析; 相似性分析

中图分类号: S661.2

文献标志码: A

文章编号: 1009-9980(2024)10-2117-13

Comprehensive analysis and construction of evaluation model of fruit quality of introduced pear varieties in Nyingchi City

YE Yanhui, WANG Xiu, LIU Yu, HAN Yanying*, ZHANG Xizhe, TAO Jiang, ZHOU Yuliu

(Resources & Environment College, Tibet Agriculture & Animal Husbandry University, Nyingchi 860000, Xizang, China)

Abstract: 【Objective】Nestled in the towering highlands of the Qinghai-Tibet Plateau, Tibet is a region blessed with an extraordinary blend of geographical and climatic conditions that have nurtured an exceptional diversity of pear varieties. These varieties, renowned for their unique flavors, textures, and adaptability to harsh environments, hold immense potential to contribute significantly to the local agricultural economy and enhance the overall well-being of the region. However, the limited number of pear varieties grown in Tibet restricts the range of products available to consumers. Additionally, suboptimal production management practices, such as inadequate irrigation, fertilization, and pest management, further constrain the yield and quality of pears in the region. The study aimed to evaluate the fruit quality of nine pear varieties introduced from the other provinces in order to provide basis for the local pear industry. 【Methods】Nine pear varieties cultivated in Nyingchi were used as materials. A compre-

收稿日期: 2024-06-06

接受日期: 2024-07-15

基金项目: 林芝市科技计划项目(2023-XYQ-006); 西藏农牧学院研究生教育创新计划项目(YJS2022-07, YJS2023-11); 西藏林芝苹果科技小院(XY2024-03); 西藏自治区科技计划重点研发计划(XZ202401ZY0032); 西藏自治区科技计划重大专项(XZ202101ZD003N); 西藏农牧学院2024重点学科建设项目(XK2024-04, XK2024-01)

作者简介: 叶彦辉, 男, 副教授, 博士, 研究方向为经济林。E-mail: 260383872@qq.com

***通信作者** Author for correspondence. E-mail: 1064336015@qq.com

hensive evaluation was conducted on the cultivated pear varieties to assess their fruit quality traits. Twelve crucial fruit quality indicators were selected for evaluation. To facilitate an in-depth analysis of the data collected, a comprehensive quality evaluation model was developed. This model incorporated techniques such as factor analysis, principal component analysis, linear regression analysis, and similarity analysis to extract meaningful insights from the vast amount of data. The factor analysis was used to identify the underlying factors that would drive variations in fruit quality traits among the different pear varieties. By decomposing the total variance in fruit quality traits into a set of independent factors, the factor analysis revealed the key factors that could contribute to the overall quality of pears. The principal component analysis was then applied to reduce the dimensionality of the data while retaining most of the variation in fruit quality traits. By transforming the original variables into a new set of uncorrelated variables called principal components, the principal component analysis facilitated a more efficient analysis of the data. The linear regression analysis was used to examine the relationships between the fruit quality traits and potential explanatory variables such as variety, cultivation conditions, and harvest time. This analysis provided insights into the factors that would influence fruit quality and identified opportunities for improvement in production management practices. Finally, the similarity analysis was employed to assess the similarity and dissimilarity among the different pear varieties based on their fruit quality traits. By comparing the profiles of the fruit quality traits among the different varieties, the similarity analysis revealed the patterns and clusters that facilitated the classification and ranking of the pear varieties. The comprehensive quality evaluation model served as a robust framework for categorizing and ranking the pear varieties based on their overall quality scores. By integrating the insights from the factor analysis, principal component analysis, linear regression analysis, and similarity analysis, the model provided a holistic understanding of the strengths and weaknesses of each variety, enabling informed decision-making in variety selection and cultivation strategies. 【Results】 A detailed analysis of the results revealed substantial variations in fruit quality traits among the different varieties. Firstly, the coefficient of variation (*CV*) for the fruit shape index was conspicuously high, indicating a broad spectrum of fruit shapes among the pear varieties. The variety of fruit shapes observed in this study would highlight the potential for diversifying the local pear cultivation portfolio with varieties that offer a wider range of products to consumers. In contrast to the fruit shape index, the *CV*s for the single fruit weight, fruit firmness, titratable acid content, solid-acid ratio, and stone cell content exhibited moderate variations. The *CV*s for fruit dimensions (both transverse and longitudinal diameters), core dimensions, soluble solids, and vitamin C content were relatively low. The factor analysis revealed four primary factors that collectively explained 89.120% of the total variance in fruit quality traits among the pear varieties. Each factor represented distinct characteristics that would contribute to the overall quality of pears, including size, firmness, shape, and nutritional value. The identification of these underlying factors would provide insights into the key attributes that might drive variations in fruit quality among the different pear varieties and enable targeted improvements in production management practices to enhance fruit quality. The statistical analysis demonstrated significant differences among the pear varieties evaluated in this study ($R = 0.768$, $p = 0.001$). In particular, Xinli No. 7 and Wanqiu Huang exhibited the most notable disparities in terms of their fruit quality traits. This finding would highlight the importance of variety selection in determining the overall quality and market appeal of pears produced in Tibet. Based on the comprehensive quality evaluation model developed in this study, the nine pear varieties were ranked in terms of their overall quality scores. Yuanhuang emerged as the top performer, followed by Huashan and Cuiguan in descending order. In addition to the overall quality scores, the comprehen-

sive quality evaluation model also revealed patterns and clusters among the different pear varieties based on their fruit quality traits. The weight and transverse diameter emerged as crucial factors for variety classification based on a multidimensional trait analysis. These factors could be important indicators of fruit size and shape, which might be crucial determinants of market appeal and consumer preferences. 【Conclusion】 The fruit quality of nine pear varieties were comprehensively evaluated and a evaluation model was constructed which would provide a reference for the pear industry in Tibet.

Key words: Pear; Nyingchi; Fruit quality; Correlation analysis; Factor analysis; Principal component analysis; Similarity analysis

梨(*Pyrus* spp.)是蔷薇科(Rosaceae)梨属(*Pyrus* L.)的一种多年生落叶果树。中国作为梨的原产地之一,拥有丰富的梨属资源,为深入研究梨种质资源的多样性提供了宝贵的材料^[1]。西藏地区具有独特的地理和气候条件,梨果富含花青苷和超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD),深受消费者和游客的喜爱。但长期以来,区内存在梨品种结构分布不合理、品种单一、生产管理水平低下以及产销贮藏体系不完善等问题,难以满足消费者的多样化需求^[2-4]。为解决上述问题,笔者计划引进国内外的优良新品种,并结合本地资源,以期筛选出既适应西藏地区生长环境又具备特色的梨品种,对推动区内特色林果业的发展,以及调整西藏果树种植结构具有重要的意义。目前,已经有关于西藏梨品种的引进^[5-9]、产业化推广示范^[10]以及发展现状^[2,4]的研究报道。然而,对西藏栽培的梨品种果实品质性状进行品种优选的研究尚未见报道。

笔者在本研究中以2017年从内地引进的9个不同成熟期的梨品种为试验材料,并对其12项果实品质指标进行了测定。通过运用相关性分析和因子分析的方法,建立了一个基于因子分析的综合品质评价模型,筛选出适应西藏特殊气候条件的优良梨品种,为区内特色梨品种的选育和推动本地区林果业的可持续发展提供技术依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

选用从内地引进林芝栽培的初夏绿、圆黄、中梨1号、翠冠、红太阳、华山、翠玉、新梨七号和晚秋黄9个梨品种果实作为研究材料。其中,梨树于2017年按照株行距3 m×4 m定植在西藏自治区林芝市米林县羌纳乡(北纬29°36',东经94°43')的试验地。2020年开始稳定结果。在试验过程中,为确保数据准确

性,于2023年8—11月按果实成熟期分批次采摘梨果。

1.2 试验方法

在试验区中,排除边行树,随机选择树势基本一致的梨树各3株。待果实成熟后,分别从每株树的向东面上、中、下3个高度采集内膛和外围的无病虫害、无损伤且完全成熟的6个果实。将采集后的果实装入自封袋并带回实验室进行各项指标的测定。

根据《梨种质资源描述规范和数据标准》^[11],确定果实的外形,并使用精度为0.01 g的天平称量单果质量,使用精度为0.01 mm的游标卡尺测量果实的横纵径。每个指标均重复测定3次,并通过果实纵径与果实横径的比值计算出果形指数。

果实的内在品质指标包括硬度、果心横径、可溶性固形物含量、石细胞含量、可滴定酸含量、维生素C含量以及固酸比。果实硬度使用数显式水果硬度计(GY-4,艾德堡,8 mm)进行测定;将果实横切后,用精度为0.01 mm的游标卡尺测量果心横径,并通过果心横径与果实横径的比值计算出果心比;果实可溶性固形物含量采用手持高精度数显糖度计进行测定;可滴定酸含量采用NaOH滴定法进行测定^[12],并通过可溶性固形物含量与可滴定酸含量的比值计算出固酸比;维生素C含量采用2,6-二氯酚酚滴定法进行测定^[13];石细胞含量则通过冷冻法进行测定^[11]。每个指标3次重复。

1.3 数据处理

在数据预处理阶段,品质指标间的关系采用SPSS和Origin 2022进行相关性分析、因子分析、主成分分析以及相似性、差异性和回归效应分析。

其中,在进行因子分析之前,为确保数据的规范性和一致性,对原始数据进行了标准化的纯量处理^[13]。具体而言,果实单果质量、果实横径、果实纵径、果形指数、果实硬度、可溶性固形物含量、固酸比

以及维生素C含量这些指标与品质呈正相关,依据公式(1)进行计算。果心横径、果心比以及可滴定酸含量与品质呈负相关,依据公式(2)进行计算。

$$U_{in} = \frac{X_{in} - X_{i\min}}{X_{i\max} - X_{i\min}}; \quad (1)$$

$$U'_{in} = 1 - \frac{X_{in} - X_{i\min}}{X_{i\max} - X_{i\min}} = 1 - U_{in}。 \quad (2)$$

式中: U_{in} 和 U'_{in} 分别为正相关和负相关指标第 n 个样品第 i 个指标的原始值经转化后的隶属函数值; X_{in} 指第 n 个样品第 i 个指标的原始测定值; $X_{i\max}$ 和 $X_{i\min}$ 分别指样品组中第 i 个指标的最大值和最小值。

2 结果与分析

2.1 9个梨品种果实品质分析

由表1可以看出,9个梨品种的12项果实品质指标均表现出不同程度的变异。在这些指标中,果形指数的变异系数最大,达到了95.35%。在这9个品种中,红太阳的果形指数最高,为1.02,紧随其后的是新梨七号的0.97,而圆黄、翠玉和晚秋黄的果形指数最低,均为0.79。石细胞含量的变异系数次之,为56.82%。在梨果中,石细胞含量越少品质越好。在这9个品种中,新梨七号的石细胞含量最低,仅为0.10%,圆黄次之,为0.19%。而红太阳和晚秋黄的石细胞含量相对较高,均在0.80%以上。

单果质量、果实硬度、可滴定酸含量和固酸比这4项果实品质指标的变异系数较为接近,在30.00%~33.56%之间。其中,晚秋黄的硬度最大,为20.31 kg·cm⁻²;翠玉的固酸比最高,为66.57;圆黄的单果质量与可滴定酸含量也均为最高,分别为232.65 g和0.48%。而初夏绿、中梨1号、翠冠和华山的单果质量、果实硬度、可滴定酸含量和固酸比整体均处于中等水平。相比之下,晚秋黄的单果质量最小,为90.83 g;圆黄的固酸比最小,为25.45;而新梨七号的果实硬度和可滴定酸含量均为最低。维生素C含量的变异系数为14.18%。在这9个品种中,华山的维生素C含量(w ,后同)最高,为33.33 mg·kg⁻¹,晚秋黄次之,为31.32 mg·kg⁻¹,而翠冠的维生素C含量最低,为22.56 mg·kg⁻¹。

另外,果实横径、果实纵径、果心横径、果心比和可溶性固形物含量这5项果实品质指标在9个品种间的变异系数均较低,介于9.14%~10.93%。圆黄的果实横径最大,为77.65 mm;红太阳的果实纵径最大,为61.56 mm。而初夏绿、翠冠和新梨七号的可

溶性固形物含量相对较低,介于9.19%~10.18%。相比之下,圆黄、红太阳、华山和晚秋黄的可溶性固形物含量均较高。此外,梨果的果心越小,果肉比越高,因此果心比最小的为翠冠(0.34),而最大的为红太阳(0.45)。

2.2 9个梨品种果实品质性状的相关性分析

根据表2,单果质量与果实横径、果实纵径、可滴定酸含量呈极显著正相关($p<0.01$),与果心比、固酸比呈显著负相关($p<0.05$),即单果质量越大,果实横径、果实纵径和可滴定酸含量越高,果心比和固酸比越小;果实横径与果实纵径呈显著正相关($p<0.05$),与可滴定酸含量呈极显著相关($p<0.01$),与果心比、固酸比呈显著负相关($p<0.05$),即果实横径越大,果实纵径越大,可滴定酸含量越高,果心比和固酸比越小;果形指数与果心比呈显著正相关($p<0.05$),即果形指数越大,果心比越大;果心比与固酸比呈显著正相关($p<0.05$),即果心比越大,固酸比越大;果实硬度与石细胞含量呈显著正相关($p<0.05$),即果实硬度越大,石细胞含量越高;可滴定酸含量与固酸比呈极显著负相关($p<0.05$),即可滴定酸含量越高,固酸比越小。综上,12项指标间存在着普遍的相关性,如进行综合评价,则应除去指标间的重复信息,避免结果出现偏差^[4]。

2.3 9个梨品种果实品质性状的公因子分析

为了更深入地分析9个梨品种的果实品质,根据其12项品质指标的影响,将这些指标分为正相关指标(包括单果质量、果实横径、果实纵径、果形指数、可溶性固形物含量、固酸比、维生素C含量)和负相关指标(包括果心横径、果心比、可滴定酸含量和石细胞含量)。随后,对这些数据进行标准化处理,并进行公因子分析。经过最大方差正交旋转后,得到公因子载荷矩阵,如表3所示。前4个公因子的累积方差贡献率达到了89.120%,且其特征根值均大于1,这表明他们包含了梨果实品质性状的大部分信息。

第1个公因子的贡献率为37.240%,是所有公因子中贡献最大的。它主要由单果质量、果实横径、果实纵径、可滴定酸含量和固酸比5个因子决定。这个公因子主要反映了果实大小以及酸甜口感品质,是评估梨果实品质的重要指标。第2个公因子的贡献率为20.658%,主要由果实硬度和石细胞含量2个因子决定,这个公因子主要反映了梨果

表 1 9 个梨品种果实品质
Table 1 Fruit quality of 9 pear cultivars

品种 Cultivar	果实品质指标 Fruit quality indicators											
	单果质量 Single fruit mass/g	果实横径 Fruit transverse diameter/mm	果实纵径 Fruit longitudinal diameter/mm	果形指数 Fruit shape index	果心横径 Core transverse diameter/mm	果心比 Core ratio	硬度 Hardness/(kg·cm ⁻²)	w(可溶性固形物) Soluble solids content/%	w(可滴定酸) Titratable acid content/%	固酸比 Solid-acid ratio	w(维生素C) Vitamin C content/(mg·kg ⁻¹)	w(石细胞) Stone cell content/%
初夏绿Chuxialü	141.76±23.31	65.16±3.68	57.28±2.57	0.88±0.28	24.81±2.55	0.38±0.03	10.24±1.02	9.19±0.56	0.28±0.06	33.06±7.58	30.04±3.93	0.48±0.9
圆黄 Yuanhuang	232.65±42.72	77.65±4.21	61.54±4.33	0.79±0.03	27.75±2.73	0.36±0.04	13.25±1.16	12.09±1.21	0.48±0.05	25.45±3.51	25.57±2.73	0.19±0.10
中梨1号Zhongli No. 1	154.13±28.50	67.33±4.33	54.21±4.03	0.81±0.03	24.46±2.84	0.36±0.03	10.41±1.07	11.03±0.85	0.32±0.07	35.89±8.36	25.13±2.77	0.40±0.09
翠冠 Cuiguan	140.20±25.22	63.64±4.23	57.26±4.17	0.88±0.60	21.36±1.95	0.34±0.03	9.27±0.86	10.18±0.97	0.29±0.05	36.34±7.20	22.56±3.78	0.47±0.12
红太阳 Hongtaiyang	128.00±24.04	61.69±4.17	61.56±5.12	1.02±0.04	27.42±3.14	0.45±0.05	14.71±2.02	12.50±0.86	0.33±0.15	39.37±18.06	23.99±7.45	0.81±0.27
华山 Huashan	192.52±51.90	74.70±6.31	59.57±6.12	0.80±0.60	28.16±3.53	0.38±0.04	11.98±1.72	12.20±0.97	0.29±0.09	45.82±14.20	33.33±4.53	0.32±0.16
翠玉 Cuiyu	126.26±23.29	64.80±4.07	51.01±3.38	0.79±0.04	27.29±2.90	0.42±0.04	8.43±0.97	12.40±0.88	0.22±0.11	66.57±30.11	23.51±4.75	0.37±0.20
新梨七号Xinli No. 7	91.28±7.21	55.78±2.64	53.74±1.10	0.97±0.04	26.07±1.32	0.43±0.14	7.35±0.82	10.17±0.54	0.15±0.20	66.22±7.97	25.54±3.71	0.10±0.10
晚秋黄 Wanqiu Huang	90.83±19.17	57.78±4.95	45.67±3.40	0.79±0.04	23.07±2.83	0.40±0.05	20.31±3.57	11.91±1.01	0.29±0.08	45.24±16.12	31.32±4.97	0.84±0.84
平均值 Average	144.18	65.40	55.76	0.86	25.60	0.39	11.77	11.30	0.30	43.78	26.81	0.44
标准差 Standard deviation	45.43	7.15	5.21	0.82	2.34	0.04	3.95	1.20	0.09	14.22	0.04	0.25
变异系数 Variation coefficient/%	31.51	10.93	9.34	95.35	9.14	10.26	33.56	10.62	30.00	32.48	14.18	56.82

表 2 9 个梨品种果实品质指标的相关性分析
Table 2 Correlation analysis of fruit quality indexes of 9 pear cultivars

果实品质指标 Fruit quality indicators	单果 质量 Single fruit mass	果实横径 Fruit transverse diameter	果实纵径 Fruit longitudinal diameter	果形 指数 Fruit shape index	果心横径 Core transverse diameter	果心比 Core ratio	硬度 Hardness	可溶性 固形物 含量 Soluble solids content	可滴定 酸含量 Titratable acid content	固酸比 Solid- acid ratio	维生素 C 含量 Vitamin C content	石细胞 含量 Stone cell content
单果质量 Single fruit mass	1											
果实横径 Fruit transverse diameter	0.985**	1										
果实纵径 Fruit longitudinal diameter	0.753**	0.713*	1									
果形指数 Fruit shape index	-0.444	-0.517	0.229	1								
果心横径 Core transverse diameter	0.268	0.177	0.349	0.215	1							
果心比 Core ratio	-0.662*	-0.735*	-0.374	0.592*	0.534	1						
硬度 Hardness	-0.047	0.012	-0.211	-0.288	-0.127	-0.112	1					
可溶性固形物 含量 Soluble solids content	0.258	0.239	0.114	-0.188	0.439	0.090	0.469	1				
可滴定酸含量 Titratable acid content	0.808**	0.762**	0.535	-0.401	0.258	-0.494	0.350	0.328	1			
固酸比 Solid-acid ratio	-0.694*	-0.698*	-0.516	0.368	0.131	0.722*	-0.364	-0.031	-0.844**	1		
维生素C含量 Vitamin C content	0.112	0.263	-0.115	-0.515	-0.381	-0.470	0.432	-0.089	-0.036	-0.171	1	
石细胞含量 Stone cell content	-0.438	-0.398	-0.267	0.180	-0.295	0.101	0.722*	0.231	-0.096	-0.163	0.173	1

注：“**”表示在 0.01 水平上极显著相关;“*”表示在 0.05 水平上显著相关。
Note: “**” means extremely significant correlation at 0.01 level; “*” means significant correlation at 0.05 level.

实的软硬程度,对消费者的口感体验有重要影响。第3个公因子的贡献率为17.760%,由果心横径和可溶性固形物含量2个因子决定,这个公因子主要反映了果实不可食用部分的大小以及果实含糖量,果实的食用价值和甜度有直接关联。第4个公因子的贡献率为13.642%,由果形指数和维生素C含量2个因子决定,这个公因子主要反映了果实的形状以及维生素C含量,体现了果实的外观营养品质。

结合相关性分析、因子分析的结果及GB/T 10650—2008 鲜梨标准的要求^[4],在第1个公因子中,单果质量、果实横径、果实纵径与可滴定酸含量呈极显著正相关,其中单果质量包含果实横径

和果实纵径信息,固酸比包含可滴定酸信息,且两者更为方便测定,所以使用单果质量和固酸比代替果实横径、果实纵径和可滴定酸信息,第2个公因子、第3个公因子和第4个公因子中,指标间不存在相关性。因此,将9个梨品质评价因子简化为:单果质量、固酸比、果实硬度、石细胞含量、果心横径、可溶性固形物含量、果形指数和维生素C含量,即用该8项指标基本可以反映9个梨品种各方面的品质。

2.4 梨品种差异性的综合效应分析

利用ANOSIM(分析相似性的多变量统计方法)对9个不同梨品种的数据相似性进行分析,结果如图1所示。计算得到的组间R值为0.768,p值为0.001。这一结果表明,不同梨品种间的数据分布存在显著的

表 3 9 个梨品种果实品质指标的公因子分析

Table 3 Common factor analysis of fruit quality indexes of 9 pear cultivars

果实品质指标 Fruit quality indicators	公因子 Common factor			
	f_1	f_2	f_3	f_4
单果质量 Single fruit mass	0.913	0.275	0.228	0.191
果实横径 Fruit transverse diameter	0.849	0.287	0.274	0.326
果实纵径 Fruit longitudinal diameter	0.737	0.203	0.243	-0.525
果形指数 Fruit shape index	-0.245	-0.094	-0.044	-0.924
果心横径 Core transverse diameter	-0.177	-0.261	-0.920	0.026
果心比 Core ratio	0.654	0.199	-0.610	0.336
硬度 Hardness	0.115	-0.900	0.134	0.328
可溶性固形物含量 Soluble solids content	0.119	-0.328	0.796	0.244
可滴定酸含量 Titratable acid content	-0.903	0.285	-0.106	-0.109
固酸比 Solid-acid ratio	-0.864	0.340	0.324	0.047
维生素 C 含量 Vitamin C content	0.009	-0.204	0.059	0.610
石细胞含量 Stone cell content	0.133	0.934	0.065	0.063
特征根 Characteristic root	4.469	2.479	2.131	1.615
贡献率 Contribution rate/%	37.240	20.658	17.760	13.462
累积方差贡献率 Cumulative variance contribution rate/%	37.240	57.898	75.658	89.120

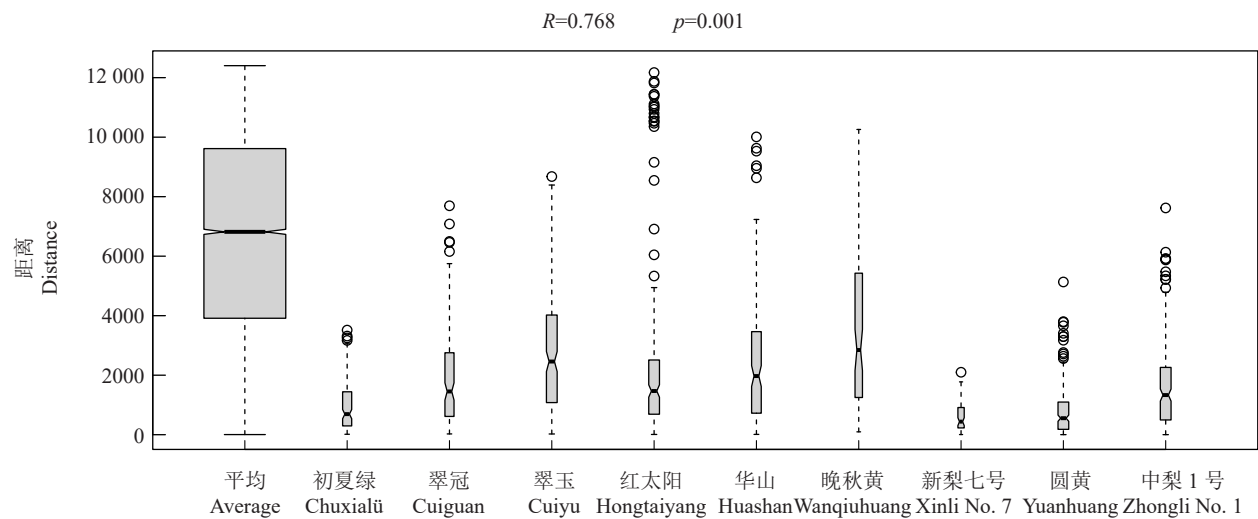


图 1 9 个梨品种的相似性分析

Fig. 1 Similarity analysis of 9 pear cultivars

统计差异。为了进一步展示不同梨品种之间的数据变异情况,绘制了箱线图。通过对比各品种的箱线图,可以清晰地看到新梨七号和晚秋黄品种之间的差异最为显著。这一结果为进一步探讨梨品种间的差异提供了有力依据。

PCA(主成分分析)的结果揭示了各梨品种在两个主要成分(PC1 和 PC2)上的分布特点。其中,第一主成分(PC1)解释了 29.20%的变异,而第二主成分(PC2)解释了 16.60%的变异(图2)。从图中可以看出,部分品种如圆黄和华山在 PC1 和 PC2 的正方

向上聚集,这表明他们在主成分空间中有一定的相似性。相比之下,新梨七号和晚秋黄则在 PC1 的负方向上明显分离出来,显示出与其他品种的显著区别。这种分布模式反映了不同品种在主成分空间中的独特位置和变异程度。

此外,通过品种间的聚类情况,可以进一步揭示品种间在主成分空间中的聚集趋势。例如,新梨七号和中梨品种的数据点在 PCA 分析中形成了相对紧密的聚类,这表明他们在主成分空间中有较高的相似性。同时,新梨七号品种则形成了一个相对独

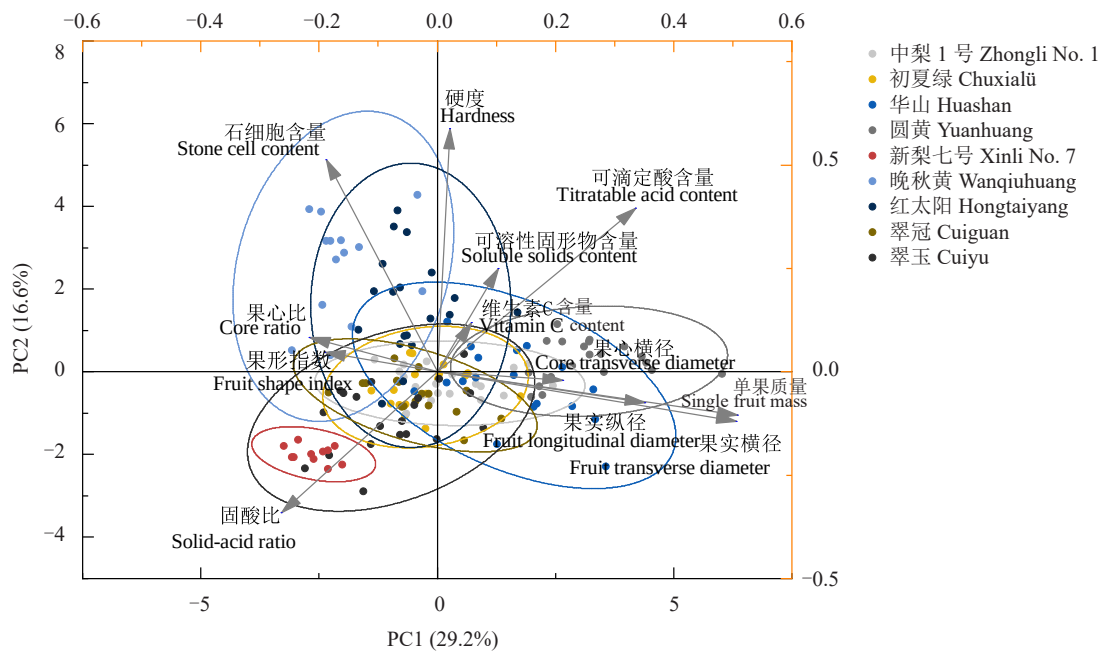


图 2 9 个梨品种的主成分分析
Fig. 2 Principal component analysis of 9 pear cultivars

立的聚类区域,这进一步强调了与其他品种的差异。通过PCA分析,不仅能够了解各品种在主要成分上的分布特点,还能够揭示品种间在主成分空间中的聚集趋势和差异。这些结果对梨品种的选育和栽培具有重要的指导意义。

分析结果显示,在所有考察的特征中,固酸比和果心比对梨品种分类的影响最为显著,其 R^2 值分别为0.220 9和0.220 8,这意味着这两个特征各自能够

解释超过22%的品种间差异(图3)。相比之下,质量、横径、可滴定酸含量和纵径的影响较小,但仍然具有一定的解释力,其 R^2 值分别为0.061 4、0.042 4、0.039 7和0.039 7。可溶性固形物含量、硬度、果心横径、维生素C含量和石细胞含量的影响相对较小,其 R^2 值均低于0.035 0。

2.5 9个梨品种果实品质性状的综合评价

通过因子分析,12项指标间的相关程度高,累积

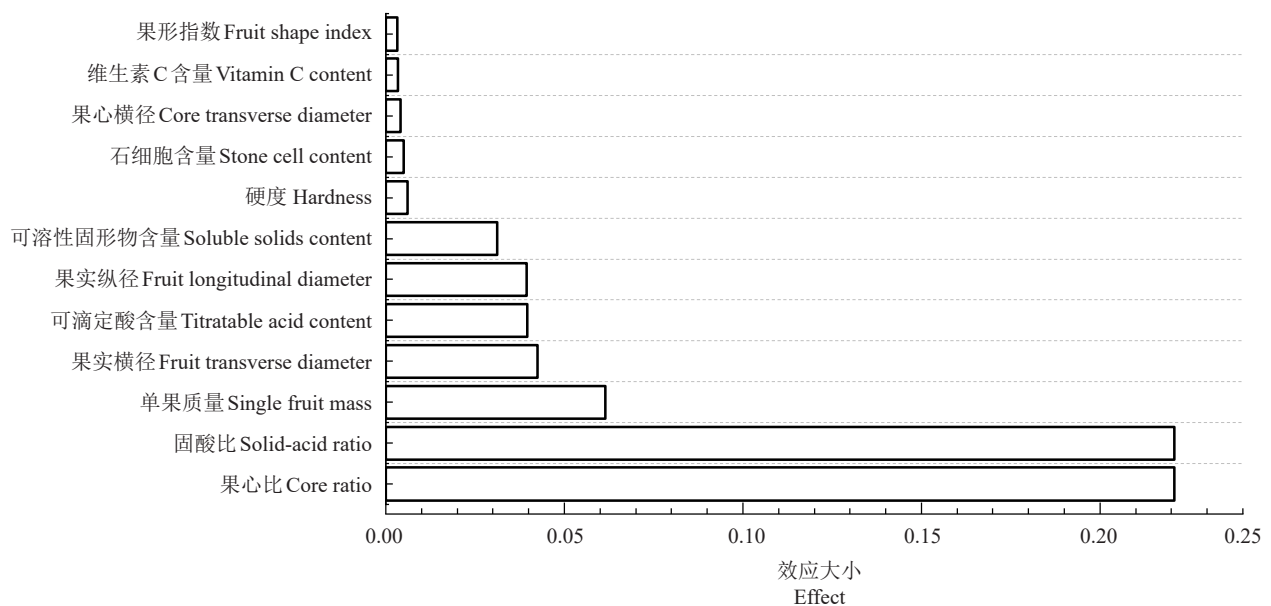


图 3 性状对梨品种差异的影响
Fig. 3 The influence of traits on the variation of pear varieties

方差贡献率超过 85%,公因子承载信息量足够进行综合评价^[15],因此,计算前 4 个公因子的得分(f_i),并以各公因子的贡献率为权重,建立果实品质综合得分(F)的数学模型: $F = (37.240 \times f_1 + 20.658 \times f_2 + 17.760 \times f_3 + 13.462 \times f_4)/89.120$ 。根据这个模型,计算了 9 个梨品种的果实品质综合得分,并根据得分进行了优良度排序。从表 4 可以看出,综合得分高低排序为圆黄、华山、翠冠、中梨 1 号、初夏绿、新梨七号、翠玉、红太阳和晚秋黄。对比 9 个梨品种的 4 个公因子,可以发现,圆黄的第 2 个公因子位于第 1,第 2 个公因子和第 3 个公因子排序均在第 2,表明其包含的 10 项指标表现较为优良,第 4 个公因子位于第 8,其果形指数和维生素 C 含量的表现偏差。华山的第 1 个公因子和第 4 个公因子排序在第 1,第 2 个公因子和第 3 个公因子均排序在第 5,说明其 12 项品质指标中有 8 项均比较优异,4 项表现良好。翠冠的第 1 个公因子位于第 3,第 2 个公因子排序在第 2,第 3 个公因子和第 4 个公因子排序均为第 4,所包含的果实品质指标均良好。中梨 1 号第 2 个公因子排序在第 2,

第 1 个公因子和第 3 个公因子排序均在第 6,表明其果实硬度和石细胞含量表现优良,果实的大小以及酸甜口感品质适中;然而其第 4 个公因子排序在第 7,果形指数和维生素 C 含量表现较差。初夏绿第 2 个公因子和第 4 个公因子排序较好,分别位于第 4 和第 3,表明其包含的 4 个指标表现良好,而第 1 个公因子和第 3 个公因子排序较靠后,分别位于第 7 和第 8,表明其包含的 8 个指标表现较差。新梨七号的第 4 个公因子排序在第 2,说明其果形指数和维生素 C 含量两项果实品质指标表现优良。同时,其第 1 个公因子和第 2 个公因子所包含的果实品质指标较适中。然而,其第 3 个公因子排序为第 9,说明其包含的果心横径和可溶性固形物含量 2 项果实品质指标均较差。翠玉的第 1 个公因子排在第 4 位,第 3 个公因子排序在第 7,第 2 个公因子和第 4 个公因子均排在第 9,说明其第 1 个公因子包含的 6 项指标表现适中。然而,其余 6 项指标表现较差。红太阳第 3 个公因子的排序位列第 1,表明其果心横径和可溶性固形物含量表现优良,第 4 个公因子排序在第 5,其包含的 2 项指标比较

表 4 9 个梨品种果实品质的各项公因子得分和综合得分

Table 4 Common factor scores and comprehensive scores of fruit quality of 9 pear cultivars

品种 Cultivar	公因子 1 Common factor 1	排序 Sort	公因子 2 Common factor 2	排序 Sort	公因子 3 Common factor 3	排序 Sort	公因子 4 Common factor 4	排序 Sort	综合得分 Comprehensive score	排序 Sort
初夏绿 Chuxialü	0.488	7	0.294	4	-0.077	8	0.239	3	0.293	5
圆黄 Yuanhuang	1.137	2	1.202	1	0.409	2	-0.062	8	0.826	1
中梨 1 号 Zhongli No. 1	0.570	6	0.368	3	0.242	6	-0.059	7	0.363	4
翠冠 Cuiguan	0.895	3	0.473	2	0.305	4	0.082	4	0.557	3
红太阳 Hongtaiyang	0.176	8	-0.220	8	0.579	1	0.080	5	0.150	8
华山 Huashan	1.508	1	0.264	5	0.300	5	0.380	1	0.808	2
翠玉 Cuiyu	0.684	4	-0.528	9	0.186	7	-0.213	9	0.168	7
新梨七号 Xinli No. 7	0.575	5	-0.183	6	-0.141	9	0.281	2	0.212	6
晚秋黄 Wanqiu Huang	-0.656	9	-0.188	7	0.324	3	-0.047	6	-0.260	9

适中,然而,其第 1 个公因子和第 2 个公因子排序均为第 8,其包含的 8 项指标相对较差。晚秋黄的第 1 个公因子排序在第 9,第 2 个公因子排序在第 7,第 4 个公因子排序在第 6,说明其包含的果实品质指标较差。然而,其第 3 个公因子的排序为第 3,果心横径和可溶性固形物含量偏好。综上结果表明,9 个梨品种中圆黄表现最好,其次是华山和翠冠,而晚秋黄表现最差,与各品种的实际生长表现基本匹配。

根据《梨种质资源描述规范和数据标准》^[11]中的感官评价标准,将感官评价分为外观综合评价和肉

质综合评价,满分分别为 10 分,外观综合评价为单果质量 3 分,形状 2 分,色泽 3 分,光洁度 2 分;肉质综合评价为果肉质地和果肉类型 3 分,汁液 2 分,风味 4 分,香气 1 分。参考《梨种质资源描述规范和数据标准》^[11]中的术语对各感官指标进行赋分(表 5),调查品尝过果实样品的 9 人,依据表 5 和对单果质量与形状的喜好进行主观打分,将其所有结果进行 10 分满分进行换算。结果如表 6 所示,将内外感官综合评分进行综合,由高到低排序为:圆黄、中梨 1 号、华山、翠冠、初夏绿、新梨七号、翠玉、红太阳和晚秋黄。

通过对比表4与表6可知,感官评价与因子分析的结果基本一致,两种评价方法都具有可行性。感官评价操作简单,但不能客观、全面地进行综合评价,并且变动性很大。而因子分析虽然较为复杂,但比感官评价更客观、合理,其排名结果更能减少主观因素的影响,与各品种的实际表现更加符合。

表 5 感官描述词及相应分值
Table 5 Sensory descriptors and their corresponding scores

分值参考 Score reference	色泽 Color	光洁度 Finish	果肉质地 Fleshy texture	果肉类型 Pulp type	汁液 Juice	风味 Flavor	香气 Aroma
1~2	极差 Extremely poor	粗糙 Rough	极粗 Extremely rough		极少 Extremely little	酸(酸味重、无或几乎无甜味) Sour (Strong sour taste, no or almost no sweetness)	无或几乎无 None or almost none
3						微酸(稍有酸味、无或几乎无甜味) Slightly sour (Slightly sour, no or almost no sweetness)	
4						甜酸(甜少酸度) Sweet and sour (Less sweet, more sour)	
5	差 Poor	中等 Moderate	粗 Rough	疏松、紧密 Loose, tight	少 Little	酸甜适度(酸甜味相当) Moderately sweet and sour (Equal sweetness and sourness)	
6						酸甜(酸少甜多) Sweet and sour (Less sour, more sweet)	
7						淡甜(甜味淡、无或几乎无酸味) Sweet (Slightly sweet, no or almost no sourness)	微香 Slightly aromatic
8	中等 Moderate	好 Good	中 Medium	沙面、脆、软 Sandy, crispy, soft	多 Plenty mildly	甜(味甜、无或几乎无酸味) Mildly sweet (Slightly sweet, no or almost no sourness)	香 Aromatic
9~10	极好 Excellent		极细 Extremely fine			甘甜(甜味较重,无或几乎无酸味) Sweet (Strongly sweet, no or almost no sourness)	浓香 Strongly aromatic

表 6 9 个梨品种果实品质的感官评价得分
Table 6 Sensory evaluation of fruit quality of nine pear cultivars

品种名称 Cultivar name	单果质量 Single fruit mass	形状 shape	色泽 Color	光洁度 Finish	外观综合评价 Comprehensive evaluation of appearance	果肉质地 Fleshy texture	果肉类型 Pulp type	汁液 Juice	风味 Flavor	香气 Aroma	肉质综合评价 Comprehensive evaluation of meat quality	内外感官综合评分 Comprehensive score of internal and external senses
初夏绿 Chuxialü	6.07	8.11	8.33	8.33	7.61	8.33	8.56	8.44	8.22	6.00	6.98	7.30
圆黄 Yuanhuang	9.96	8.78	8.67	8.44	9.03	8.89	8.44	8.33	9.33	8.44	7.64	8.34
中梨1号 Zhongli No. 1	6.60	8.89	9.22	9.11	8.35	8.56	8.56	9.11	8.00	6.00	7.03	7.69
翠冠 Cuiguan	6.00	8.22	7.89	8.00	7.41	8.44	8.56	8.44	8.33	7.56	7.19	7.30
红太阳 Hongtaiyang	5.48	7.44	7.44	7.11	6.79	8.11	7.22	6.56	6.89	8.67	6.14	6.46
华山 Huashan	8.24	8.56	8.00	8.11	8.21	8.33	8.33	8.33	8.11	6.00	6.88	7.55
翠玉 Cuiyu	5.40	7.89	8.11	8.11	7.25	8.44	8.44	8.56	7.78	6.00	6.82	7.04
新梨七号 Xinli No. 7	3.91	8.44	8.89	8.33	7.19	9.00	8.89	8.78	8.67	6.67	7.36	7.28
晚秋黄 Wanqiu Huang	3.89	7.56	7.22	7.11	6.27	6.56	6.33	7.56	6.56	6.00	5.78	6.03

3 讨 论

果实品质是决定果品市场竞争力的主要因素，其又分为外在品质和内在品质，构成因素包括果实大小、果形、质地、风味及功能成分等。其中，最直

接评判果实大小的品质指标为单果质量,它可以直观

地反映果实的大小。果实硬度是评价果实口感和耐贮性的重要品质指标之一。糖酸作为梨果实生长发育过程中的重要基础物质,也是决定果实内在品质的关键指标。同时,维生素C含量与果实硬度同为梨果实贮藏性的相关品质指标,不同果实中维生素C含量存在着一定的差异。另外,石细胞含量在梨果实中尤为突出,与其他果实相比较少见,也是判定梨果实口感的重要因素之一,尤其在接近果核部分表现得尤为粗糙^[16-17]。笔者在本研究中对林芝引进的9个梨品种,以单果质量、果实硬度、固酸比、维生素C含量及石细胞含量等12项指标作为评价梨果实的关键品质指标进行研究,结果表明,9个梨品种的12项果实品质指标的变异系数大小不一,且差异性均较大,具有一定的广泛性和代表性^[1]。其中,果形指数间的差异最大,变异系数为95.35%,在品种选育时其果形的选择空间较大。石细胞含量变异系数为56.82%,在品种选育中应加以重视。9个梨品种间果心横径的变异系数最小,变异系数为9.14%,品种选育时其选择的余地最小。相关性分析结果显示,除了梨果实少部分品质指标间存在显著相关性外,大部分品质指标间的相关性未达到显著水平,说明在进行综合评价时没有必要剔除评价指标间的重复信息^[18]。

梨果实性状的组成因素众多,这些性状与品质紧密相关,既各自独立,又相互关联。因子分析作为一种多指标评价的多元统计方法,其核心思想在于通过降维处理,将原始信息压缩为少数几个独立的新指标(即主成分)。这些主成分既能反映各因子的信息,又互不相关,从而简化了指标因子,使得果实品质的评价更为合理有效^[1]。郭欣欣等^[19]对云南美人酥、满天红、火把梨和葫芦梨等14个梨品种进行研究,且对果实品质采用变异分析、主成分分析和聚类分析等方法,筛选出单果质量、果实横径、果实纵径、糖酸比、固酸比和可滴定酸含量5项指标作为云南砂梨品种(资源)果实品质比较的主要指标,评价梨果实品质差异;牛佳佳等^[20]以单果质量、果形指数、果实硬度、糖酸比、石细胞及维生素C含量等29个指标,对圆黄、中梨1号及秋月等9个品种进行综合品质评价,依据不同主成分得分,最终筛选出单果质量、香气、硬度、果心比、固酸比、好果率、 L 值和 b^* 值7个综合评价简化指标,通过因子分析与逐步回归建立了梨综合评价预测模型。证明了该方法的可行

性。

笔者在本研究中参考了上述方法,采用隶属函数法对梨果实品质指标进行标准化处理,随后进行公因子分析,并计算出综合品质得分,根据得分进行了优良度排序。结果将12项梨果实品质指标简化为4个主要因子。其中,第1个公因子主要反映了果实大小和酸甜口感品质,第2个公因子主要反映了梨果实的软硬和质地,第3个公因子主要反映了果实形状和维生素C含量,第4个公因子主要反映了果实可食部分大小和果实糖含量。同时结合相关性分析,简化的单果质量、固酸比、果实硬度、石细胞含量、果心横径、可溶性固形物含量、果形指数和维生素C含量基本可作为9个梨品种果实品质评价的主要指标。

通过主成分分析(PCA)和ANOSIM方法,深入探讨了9个梨品种在关键性状上的差异性及其对品种分类的影响。研究发现,新梨七号和晚黄秋两个品种在遗传背景或表型性状上可能存在显著差异,这对育种和分类工作具有重要的指导意义。进一步的PCA分析显示,第一和第二主成分共解释了45.8%的变异性,展示了品种间在多维空间的分布模式。结果显示,圆黄和华山在某些关键性状上具有相似性,而新梨七号和晚秋黄品种也具有独特性。这些结果强调了尽管所有品种均属于同一物种,但在农艺性状上的差异显著,可能与他们在不同生态环境下的适应性演化有关。

为了更深入地理解影响品种分类的变量,笔者进行了效应分析。结果表明,质量和横径是影响梨品种分类的最重要因素,其 R^2 值高达0.22。这一发现与市场 and 消费者的偏好相符,即果实的大小和形状是评价农产品品质的重要指标。值得注意的是,果形指数、果心横径和果心比等其他性状虽然效应较小,但仍具有一定的分类解释力。这提示果树工作者在进行梨品种鉴定和选择时,应综合考虑多个性状,而非仅关注单一性状。另外,硬度、可溶性固形物含量、可滴定酸含量等品质相关指标的效应较低。这可能是因为这些性状在品种间的差异较小,或者在品种决定过程中的作用不如形态性状明显。尽管如此,这些品质属性在消费者偏好和果品加工特性方面仍发挥着关键作用,因此在品种改良中应予以适当关注。

综上所述,笔者在本研究中不仅为梨品种的分

类提供了科学依据,而且有助于深入理解不同梨品种间的遗传和表型多样性。这些发现将为未来的梨育种工作和品种改良策略的制定提供重要参考。同时,研究强调了在进行梨品种鉴定和选择时,应综合考虑多个性状,而非仅关注单一性状。此外,尽管品质相关指标的效应值较低,但在品种改良中仍应关注这些品质属性,以满足消费者偏好和果品加工的需求。

4 结 论

本研究中对林芝引入的9个梨品种进行品质评估,发现单果质量和果实横径为关键分类指标。经主成分分析,圆黄、华山和中梨1号表现优异,适合林芝种植;晚秋黄和新梨七号表现不佳,需谨慎栽培。果实品质指标在品种选育中起关键作用。

参考文献 References:

- [1] 木合塔尔·扎热,阿卜杜许库尔·牙合甫,故丽米热·卡克什,马合木提·阿不来提,哈地尔·依沙克. 新疆地方品种梨果实品质性状综合评价[J]. 农业工程学报, 2021, 37(7): 278-285.
Muhtar · Zari, Abduxukur · Yakup, Mahmut · Ablat, Gulmira · Kakix, Kadir · Esah. Comprehensive evaluation of fruit quality traits of local pear cultivars in Xinjiang Region of China[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2021, 37(7): 278-285.
- [2] 路贵龙,代安国,崔永宁,张凯,土旦吉热,李艳锋. 西藏梨发展现状及展望[J]. 西藏农业科技, 2018, 40(3): 68-71.
LU Guilong, DAI Anguo, CUI Yongning, ZHANG Kai, Tudanjiire, LI Yanfeng. Current situation and prospects of pear in Tibet[J]. Tibet Journal of Agricultural Sciences, 2018, 40(3): 68-71.
- [3] 胡颂杰. 西藏农业概论[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1995.
HU Songjie. Introduction to Tibetan agriculture[M]. Chengdu: Sichuan Science and Technology Press, 1995.
- [4] 柳羽,王宇桃,韩艳英,叶彦辉. 西藏水果产业发展现状及对策建议[J]. 南方农业, 2022, 16(18): 172-174.
LIU Yu, WANG Yutao, HAN Yanying, YE Yanhui. Current situation, problems and countermeasures of fruit industry development in Xizang[J]. South China Agriculture, 2022, 16(18): 172-174.
- [5] 李艳锋,朱荣杰,王喜龙,王永坡. 西藏水果类果树新品种引进与试验[J]. 西藏科技, 2010(1): 10-11.
LI Yanfeng, ZHU Rongjie, WANG Xilong, WANG Yongpo. Introduction and trial of new fruit tree varieties in Tibet[J]. Xizang Science and Technology, 2010(1): 10-11.
- [6] 蔡盛华,蔡子坚. 西藏林芝地区果树新品种引种概况及绿色生态栽培技术[J]. 福建农业科技, 2007, 38(3): 17-18.
CAI Shenghua, CAI Zijian. Introduction of new fruit tree varieties and green ecological cultivation techniques in Nyingchi, Tibet[J]. Fujian Agricultural Science and Technology, 2007, 38(3): 17-18.
- [7] 王国伟,韩艳英,南吉斌,段少荣,于美佳,叶彦辉. 四个梨品种在西藏林芝的生长表现及光合特性[J]. 北方园艺, 2021(4): 17-25.
WANG Guowei, HAN Yanying, NAN Jibin, DUAN Shaorong, YU Meijia, YE Yanhui. Growth and photosynthetic characteristics of four pear cultivars in Tibet[J]. Northern Horticulture, 2021 (4): 17-25.
- [8] 韩艳英,刘成凤,高毅,叶彦辉. 西藏林芝市 6 个梨品种的光合特性研究[J]. 高原农业, 2020, 4(4): 363-369.
HAN Yanying, LIU Chengfeng, GAO Yi, YE Yanhui. Study on photosynthetic characteristics of 6 pear varieties in Nyingchi, Tibet[J]. Journal of Plateau Agriculture, 2020, 4(4): 363-369.
- [9] 叶彦辉,高毅,韩艳英,王国伟,大布穷,朗杰,德庆措姆. 5 个梨品种在西藏林芝的引种表现及光合特性[J]. 高原农业, 2019, 3(6): 615-622.
YE Yanhui, GAO Yi, HAN Yanying, WANG Guowei, DA Buqiong, LANG JIE, Deqingcuomu. Performance and photosynthetic characteristics of five pear varieties in Nyingchi, Tibet[J]. Journal of Plateau Agriculture, 2019, 3(6): 615-622.
- [10] 蔡子坚. 西藏林芝地区果树新品种引进开发及产业化[Z]. 福州: 福建省农业科学院果树研究所, 2007-11-15.
CAI Zijian. Introduction, development and industrialization of new varieties of fruit trees in Nyingchi, Tibet[J]. Fuzhou: Institute of Pomology, Fujian Academy of Agricultural Sciences, 2007-11-15.
- [11] 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.
CAO Yufen. Descriptors and data standard for pear (*Pyrus* spp.)[M]. Beijing: China Agriculture Press, 2006.
- [12] 饶远林. 五个日韩梨品种在雅安地区的引种表现及性状评价[D]. 雅安: 四川农业大学, 2012.
RAO Yuanlin. Performance and evaluation of characters of five pear varieties from Japan and Korea in Ya'an of Sichuan[D]. Ya'an: Sichuan Agricultural University, 2012.
- [13] 吴澎,贾朝爽,范苏仪,孙玉刚. 樱桃品种果实品质因子主成分分析及模糊综合评价[J]. 农业工程学报, 2018, 34(17): 291-300.
WU Peng, JIA Chaoshuang, FAN Suyi, SUN Yugang. Principal component analysis and fuzzy comprehensive evaluation of fruit quality in cultivars of cherry[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2018, 34(17): 291-300.
- [14] 董星光,田路明,曹玉芬,张莹,齐丹. 我国南方砂梨主产区主栽品种果实品质因子分析及综合评价[J]. 果树学报, 2014, 31(5): 815-822.
DONG Xingguang, TIAN Luming, CAO Yufen, ZHANG Ying, QI Dan. Factor analysis and comprehensive evaluation of fruit

- quality in cultivars of *Pyrus pyrifolia* (Burm. f.) Nakai from South China[J]. Journal of Fruit Science, 2014, 31(5): 815-822.
- [15] 张鹏. 基于主成分分析的综合评价研究[D]. 南京: 南京理工大学, 2004.
- ZHANG Peng. Comprehensive evaluation study based on principal component analysis[D]. Nanjing: Nanjing University of Science and Technology, 2004.
- [16] 付燕, 杨琴, 林妍. 8个蓝莓品种果实质地品质差异分析[J]. 中国南方果树, 2023, 52(3): 144-148.
- FU Yan, YANG Qin, LIN Xin. Analysis of the difference in fruit quality of 8 blueberry varieties[J]. South China Fruits, 2023, 52(3): 144-148.
- [17] 王阳, 佟伟, 王文辉, 贾晓辉, 杜艳民, 王志华. 不同梨品种品质分析[J]. 中国南方果树, 2023, 52(5): 111-116.
- WANG Yang, TONG Wei, WANG Wenhui, JIA Xiaohui, DU Yanmin, WANG Zhihua. Quality analysis of different pear varieties[J]. South China Fruits, 2023, 52(5): 111-116.
- [18] 古丽尼沙·卡斯木, 木合塔尔·扎热, 张东亚, 郭靖, 艾吉尔·阿布拉, 盛玮, 阿布都热西提·热合曼. 基于因子分析的无花果引进品种果实品质性状综合评价[J]. 食品科学, 2018, 39(1): 99-104.
- GULNISA · Kasim, MUHTAR · Zari, ZHANG Dongya, GUO Jing, AJAR · Abla, SHENG Wei, ABUDUREXIT · Rahman. Factor analysis and comprehensive evaluation of fruit quality traits of introduced fig cultivars[J]. Food Science, 2018, 39(1): 99-104.
- [19] 郭欣欣, 舒群, 刘春秀, 马伟荣, 何英云. 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.
- GUO Xinxin, SHU Qun, LIU Chunxiu, MA Weirong, HE Yingyun. Comprehensive evaluation of fruit quality differences of 14 pear varieties (resources) in Yunnan[J]. South China Fruits, 2023, 52(6): 162-165.
- [20] 牛佳佳, 张四普, 张柯, 徐振玉, 鲁云凤, 唐存多, 苗建银. 9个梨品种综合品质评价分析[J]. 食品研究与开发, 2021, 42(17): 149-156.
- NIU Jiajia, ZHANG Sipu, ZHANG Ke, XU Zhenyu, LU Yunfeng, TANG Cunduo, MIAO Jianyin. Comprehensive quality evaluation and analysis of nine pear varieties[J]. Food Research and Development, 2021, 42(17): 149-156.