

宁夏普罗旺斯番茄品质调查分析

汪洋¹, 胡慧², 刘晓娇¹, 刘世伟¹, 杨秀秀³, 温学萍¹, 李春江¹, 蒋学勤¹

(1. 宁夏回族自治区园艺技术推广站 银川 750001; 2. 银川市农业技术推广服务中心 银川 750001;
3. 固原市原州区农村实用技术培训中心 宁夏固原 756000)

摘要:为探索宁夏普罗旺斯番茄品质优势,开展了不同种植区域、不同栽培技术下普罗旺斯番茄品质调查,综合运用隶属函数模型和主成分分析方法比较品质差异。结果表明,青铜峡连湖番茄果实可溶性固形物含量(w ,后同)5.57%,维生素C含量 $19\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$,总酸含量 $3.1\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,钾含量 $183\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$,钙含量 $7.6\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$,谷氨酸与天门冬氨酸比值为4,比例最佳;平罗县应用“三零”绿色种植普罗旺斯番茄,氨基酸总量提高3.3%~8.63%,钾含量降低3.4%~3.9%,钙含量提高10.2%~21.5%,主成分分析综合评价最优。综上,宁夏普罗旺斯番茄品质优势突出,应用“三零”绿色种植、蚯蚓粪施用等提质增效技术,促进了果实营养物质形成,进一步提升了普罗旺斯番茄品质。

关键词:番茄;普罗旺斯;果实品质;主成分分析

中图分类号:S641.2 文献标志码:A 文章编号:1673-2871(2025)03-119-06

Investigation and analysis of Provence tomato quality in Ningxia

WANG Yang¹, HU Hui², LIU Xiaojiao¹, LIU Shiwei¹, YANG Xiuxiu³, WEN Xueping¹, LI Chunjiang¹, JIANG Xueqin¹

(1. Horticulture Technology Extension Center of Ningxia, Yinchuan 750001, Ningxia, China; 2. Agricultural Technology Extension Service Center of Yinchuan, Yinchuan 750001, Ningxia, China; 3. Yuanzhou District Rural Practical Technology Training Center of Guyuan, Guyuan 756000, Ningxia, China)

Abstract: To explore the quality advantage of Provence tomato in Ningxia, a quality survey of Provence tomato was conducted in different planting areas and different cultivation techniques. The membership function model and principal component analysis were comprehensively used to compare the quality differences. The soluble solid content of Qingtongxia Lianhu tomato was 5.57%, the content of vitamin C was $19\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$, the content of total acid was $3.1\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, the content of potassium was $183\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$, the content of calcium was $7.6\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$, the ratio of glutamic acid to aspartate was 4, which was considered the optimal ratio. In Pingluoxian, Provence tomato grown with the "three-zero" green planting technology showed a 3.3%-8.63% increase in total amino acids content, a 3.4%-3.9% decrease in potassium content, and a 10.2%-21.5% increase in calcium content. The comprehensive evaluation of principal component analysis is the best. The quality advantage of Provence tomato in Ningxia is prominent. The application of the "three-zero" green planting and earthworm manure to improve quality and efficiency can promote the formation of fruit nutrients and further improve the quality of Provence tomato.

Key words: Tomato; Provence; Fruit quality; Principal component analysis

番茄因具有营养丰富、适应性强等特点被全世界广泛种植,是世界三大贸易蔬菜之一^[1]。我国番茄年产量超过7000万t,占全世界番茄产量1/3以上^[2]。宁夏地处我国西部内陆,冬无严寒、夏无酷暑,光照强、温差大、积温高、无污染,是农业农村部规划确定的黄土高原夏秋蔬菜和设施农业优势产区,也是全国重要的绿色优质高端农产品生产基

地。宁夏生产的番茄酸甜度适中、商品性好、保鲜期长,每年7—9月越夏番茄弥补了南方夏淡供应,产品畅销上海、广州、深圳等高端市场。番茄作为宁夏主栽蔬菜,宁夏回族自治区园艺技术推广站统计其2023年种植面积约1.3万 hm^2 ,占全区蔬菜生产面积6.2%,其中设施番茄生产面积约9300 hm^2 ,占设施蔬菜生产面积20%以上。近年来,随着人们生

收稿日期:2024-04-15;修回日期:2025-01-09

基金项目:宁夏回族自治区第七批青年科技人才托举工程(202306)

作者简介:汪洋,男,农艺师,主要从事园艺技术推广工作。E-mail:304808977@qq.com

通信作者:蒋学勤,女,农业推广研究员,主要从事园艺技术推广工作。E-mail:nxjzk2003@163.com

活水平不断提高,对高品质口感型鲜食番茄需求日益增加^[3],普罗旺斯、亚蔬12号、嘉红100、赛硒柿等口感型鲜食番茄品种在宁夏广泛种植,其中青铜峡连湖番茄在宁夏知名度较高,种植品种以普罗旺斯为主,果肉软嫩、皮薄多汁、酸甜可口、香味浓郁、品质独特,深受广大消费者青睐。青铜峡连湖番茄因产自青铜峡连湖农场而得名,主要种植在青铜峡市连湖农场、邵岗镇邵岗村、叶盛镇五星村等地,该区域日照充足,土层深厚,富含硒元素,水源呈弱碱性,环境洁净无污染,独特的自然条件有利于番茄营养物质积累,造就了普罗旺斯番茄优良的品质。2008年农业部正式批准对青铜峡番茄实施农产品地理标志登记保护,2021年青铜峡连湖番茄列入全国名特优新农产品名录,2023年荣获“全国名特优新农产品产销对接”最受欢迎产品。

为探究宁夏地区普罗旺斯番茄的品质优势,笔者从种植区域、环境优势、感官特征、营养品质等方面进行了总结,并选取不同区域、不同栽培技术的普罗旺斯番茄进行品质调查,综合运用隶属函数模型和主成分分析方法比较果实品质差异,以期为宁夏高品质口感型鲜食番茄生产提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验时间及地点

于2023年3月24日起,分别在宁夏石嘴山市平罗县城关镇小兴墩村、银川市贺兰县金贵镇金贵村、贺兰县园艺产业园、吴忠市利通区上桥镇涝河桥村、青铜峡市农垦连湖农场选取普罗旺斯番茄开展品质调查分析,取样区域均为宁夏引黄灌区,气候条件基本一致,应用不同栽培技术,比较番茄品质差异。

1.2 供试材料

调查品种为普罗旺斯番茄,品种来源为天津德澳特种业有限公司。

1.3 试验设计

选取5个区域开展普罗旺斯番茄品质调查分析,均采用日光温室南北向栽培,2022年10月中下旬定植,株行距45 cm×150 cm,垄上双行定植,667 m²定植1976株。平罗县城关镇小兴墩村应用“三零”绿色种植,根据番茄生长需求,注重补充中微量元素,配合施用氨基酸肥料及有益微生物菌剂^[4]。贺兰县金贵镇金贵村、贺兰县园艺产业园应用蚯蚓粪,定植前垄面撒施蚯蚓粪作基肥,每667 m²用量3 t,不施用其他基肥,追肥同常规栽培^[5]。青铜峡市

农垦连湖农场、吴忠市利通区上桥镇涝河桥村为常规栽培^[5]。青铜峡市农垦连湖农场一般采用一年一大茬种植模式,每年9月底至10月上中旬定植,翌年2月至6月上市,最佳品质期为3—4月。调查采取点状取样法,采集5个区域的番茄第3~第4穗果,3次重复,每个重复选单果质量500 g果实进行品质检测。

1.4 测定指标及方法

采用GB 5009.86—2016测定维生素C含量^[6],采用NY/T 2637—2014测定可溶性固形物含量^[7],采用GB 5009.8—2016第二滴定法测定总糖含量^[8],采用GB 12456—2021第一滴定法测定总酸含量^[9],采用GB 5009.124—2016测定氨基酸含量^[10],采用GB 5009.92—2016第一法测定钙、钾含量^[11]。

1.5 数据处理

采用Excel 2016和SPSS 26.0对数据进行处理和统计分析,采用多因素方差分析和最小显著差异法(LSD)进行差异显著性分析,利用主成分得分、模糊隶属函数和标准差系数赋予权重法对番茄品质进行综合评价,相关指标计算公式及方法参照文献[12-14]。

2 结果与分析

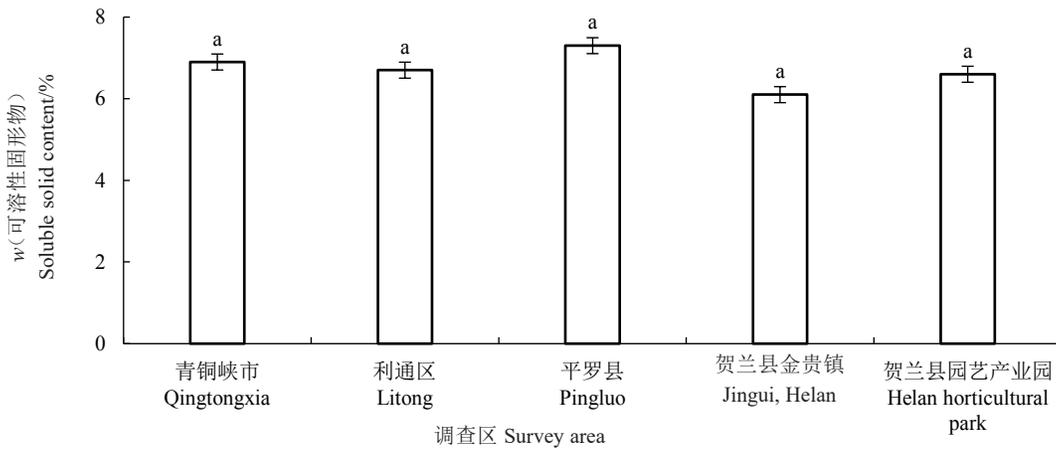
2.1 普罗旺斯番茄果实品质分析

2.1.1 普罗旺斯番茄果实品质描述性统计 如表1所示,通过对普罗旺斯番茄进行果实品质检测分析,可溶性固形物、总糖、总酸、钙、钾、维生素C含量,糖酸比,氨基酸总量变异系数均小于0.2,其中:氨基酸总量标准差和方差分别为0.037和0.001,变异系数为0.059,离散程度最小;可溶性固形物含量变异系数为0.065,离散程度次之;糖酸比变异系数最大,为0.198,极差为3.13,数据差异较大;钙和钾含量变异系数相对较小,分别为0.088和0.134,离散程度较小。

2.1.2 普罗旺斯番茄果实品质比较 由图1可知,平罗县“三零”绿色种植普罗旺斯番茄可溶性固形物含量最高,为7.3%,其次为青铜峡市常规种植,为6.9%,各地调查处理间无显著差异。由图2可知,利通区常规种植普罗旺斯番茄糖酸比最高,为7.69,其次为贺兰县园艺产业园蚯蚓粪种植,为6.79,平罗县“三零”绿色种植普罗旺斯,为6.28,3个处理间差异不显著。由图3可知,贺兰县园艺产业园蚯蚓粪种植普罗旺斯番茄维生素C含量最高,为16.5 mg·g⁻¹,与其他处理之间差异显著,其次为利

表 1 普罗旺斯番茄果实品质描述性统计
Table 1 Descriptive statistics of fruit quality of Provence tomato

参数 Parameter	品质指标 Quality index							
	w(可溶性 固形物) Soluble solid content/%	w(总糖) Total sugar content/ (g·g ⁻¹)	w(总酸) Total acid content/ (g·kg ⁻¹)	糖酸比 Sugar- acid ratio	w(钙) Calcium content/ (mg·kg ⁻¹)	w(钾) Potassium content/ (mg·g ⁻¹)	w(维生素C) Vitamin C content/ (mg·g ⁻¹)	w(氨基酸总量) Total amino acid content/ (g·g ⁻¹)
平均值 Mean	6.72	2.08	3.47	6.14	97.34	200.6	12.9	0.63
标准差 Standard deviation	0.438	0.217	0.611	1.216	8.596	26.783	2.219	0.037
方差 Variance	0.192	0.047	0.373	1.479	73.883	717.3	4.925	0.001
最小值 Minimum	6.1	1.9	2.8	4.56	88.1	178	10.4	0.58
最大值 Maximum	7.3	2.4	4.17	7.69	109	241	16.5	0.68
极差 Range	1.2	0.5	1.37	3.13	20.9	63	6.1	0.1
变异系数 Coefficient of variation	0.065	0.104	0.176	0.198	0.088	0.134	0.172	0.059



注:不同小写字母表示处理间在 0.05 水平差异显著。下同。

Note: Different small letters indicate significant difference between treatments at 0.05 level. The same below.

图 1 普罗旺斯番茄果实可溶性固形物含量比较

Fig. 1 Comparison of soluble solids content in Provence tomato

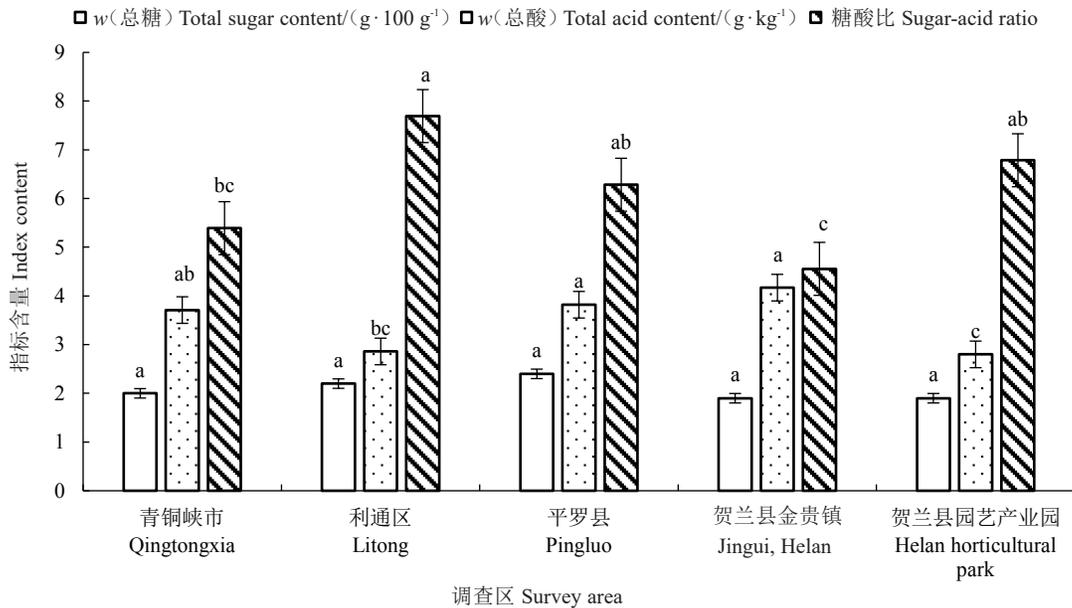


图 2 普罗旺斯番茄糖酸比较

Fig. 2 Comparison of sugar and acid content of Provence tomato

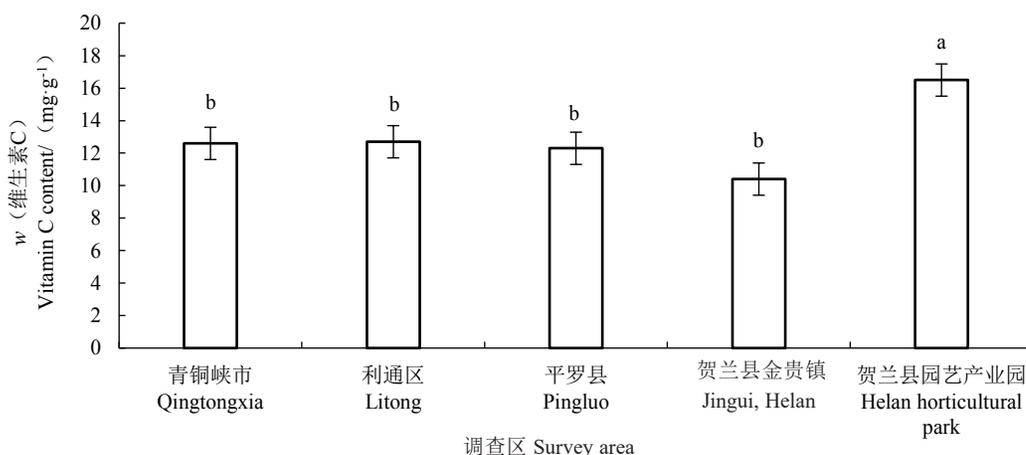


图3 普罗旺斯番茄果实维生素C含量比较

Fig. 3 Comparison of vitamin C content of Provence tomato

通区常规种植 12.7 mg·g⁻¹和青铜峡市农垦连湖农场常规种植 12.6 mg·g⁻¹。

番茄果实中氨基酸分为鲜味、甜味和芳香味3类,鲜味氨基酸包括谷氨酸和天门冬氨酸,甜味氨基酸包括丙氨酸、甘氨酸、脯氨酸和丝氨酸,芳香味氨基酸包括苯丙氨酸和酪氨酸^[15-17]。根据检测结果,由表2可知,调查区的普罗旺斯番茄均检测出15种组成人体蛋白质的游离氨基酸,蛋氨酸含量在

检测标准以下;对氨基酸总量和鲜味氨基酸含量分析,贺兰县园艺产业园蚯蚓粪种植的普罗旺斯番茄最高,氨基酸总量为 0.680 g·g⁻¹,鲜味氨基酸含量为 0.459 g·g⁻¹;对甜味氨基酸含量分析,青铜峡市农垦连湖农场常规种植普罗旺斯番茄甜味氨基酸含量最高,为 0.088 g·g⁻¹,其次为利通区上桥镇涝河桥村常规种植的 0.083 g·g⁻¹;对芳香气味氨基酸含量分析,不同区域、不同种植技术对普罗旺斯番茄芳香

表2 普罗旺斯番茄果实氨基酸含量统计分析

Table 2 Statistical analysis of amino acid content in Provence tomato

(g·g⁻¹)

氨基酸种类 Amino acid species	青铜峡市 Qingtongxia	利通区 Litong	平罗县 Pingluo	贺兰县金贵镇 Jingui, Helan	贺兰县园艺产业园 Helan horticultural park	标准误差 Standard error	变异系数 Coefficient of variation
鲜味氨基酸含量 Amino acid content of umami flavor							
谷氨酸 Glu	0.300	0.260	0.320	0.340	0.360	0.360	0.116
天门冬氨酸 Asp	0.075	0.078	0.077	0.081	0.099	0.100	0.119
小计 Subtotal	0.375	0.338	0.397	0.421	0.459		
甜味氨基酸含量 Sweet amino acid content							
丙氨酸 Ala	0.016	0.015	0.016	0.014	0.021	0.003	0.165
甘氨酸 Gly	0.019	0.017	0.019	0.016	0.016	0.002	0.087
脯氨酸 Pro	0.027	0.025	0.018	0.018	0.021	0.004	0.187
丝氨酸 Ser	0.026	0.026	0.025	0.021	0.023	0.002	0.090
小计 Subtotal	0.088	0.083	0.078	0.069	0.081		
芳香味氨基酸含量 Aromatic amino acid content							
苯丙氨酸 Phe	0.021	0.020	0.018	0.021	0.021	0.001	0.065
酪氨酸 Tyr	0.013	0.012	0.012	0.012	0.013	0.001	0.044
小计 Subtotal	0.034	0.032	0.030	0.033	0.034		
其他氨基酸含量 Other amino acid content							
赖氨酸 Lys	0.025	0.025	0.026	0.023	0.023	0.001	0.055
精氨酸 Arg	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.000	0.000
组氨酸 His	0.010	0.010	0.011	0.011	0.010	0.001	0.053
亮氨酸 Leu	0.025	0.022	0.025	0.021	0.021	0.002	0.090
苏氨酸 Thr	0.019	0.018	0.019	0.018	0.017	0.001	0.046
缬氨酸 Val	0.016	0.015	0.017	0.014	0.014	0.001	0.086
异亮氨酸 Ile	0.014	0.012	0.014	0.013	0.012	0.001	0.077
蛋氨酸 Met	<0.002 3	<0.002 3	<0.002 3	<0.002 3	<0.002 3		
氨基酸总量 Total amino acid	0.610	0.580	0.630	0.640	0.680	0.037	0.059

气味氨基酸含量差异不大;对氨基酸最适比例分析,日本小祝政明^[4]BLOF 现代精准有机种植理论及王继涛等^[18]研究认为,番茄果实中谷氨酸与天门冬氨酸比例越接近 4,越能呈现番茄最好吃的味道,青铜峡市农垦连湖农场常规种植普罗旺斯谷氨酸与天门冬氨酸番茄比值为 4,风味氨基酸比例最佳,其次为平罗县“三无”绿色种植的 4.16,贺兰县金贵镇蚯蚓粪种植 4.20,贺兰县园艺产业园蚯蚓粪种植

3.64,利通区常规种植的 3.33。从数据变异系数分析,不同区域、不同种植技术普罗旺斯番茄氨基酸含量变异系数均<0.2,数据离散程度较小。

2.2 普罗旺斯番茄果实品质相关性分析

由表 3 可知,普罗旺斯番茄果实钾元素含量和可溶性固形物含量呈显著负相关,相关系数为-0.902,糖酸比和总酸含量呈显著负相关,相关系数为-0.881。

表 3 调查普罗旺斯番茄果实品质指标相关系数矩阵
Table 3 Quality correlation coefficient matrix of Provence tomato

指标 Index	可溶性固形物含量 Soluble solid content	总糖含量 Total sugar content	总酸含量 Total acid content	钙含量 Calcium content	钾含量 Potassium content	维生素 C 含量 Vitamin C content	糖酸比 Sugar-acid ratio	氨基酸总量 Total amino acid
可溶性固形物含量 Soluble solid content	1.000							
总糖含量 Total sugar content	0.795	1.000						
总酸含量 Total acid content	-0.089	0.027	1.000					
钙含量 Calcium content	0.279	0.742	0.479	1.000				
钾含量 Potassium content	-0.902*	-0.768	0.261	-0.169	1.000			
维生素 C 含量 Vitamin C content	0.185	-0.203	-0.797	-0.622	-0.116	1.000		
糖酸比 Sugar-acid ratio	0.385	0.437	-0.881*	-0.047	-0.553	0.566	1.000	
氨基酸总量 Total amino acid	-0.228	-0.474	-0.009	-0.275	0.571	0.520	-0.256	1.000

注:*表示在 0.05 水平显著相关。

Note:* indicate the correlation was significant at 0.05 level.

2.3 普罗旺斯番茄果实品质主成分分析和综合评价

2.3.1 主成分分析 由表 4 可知,对普罗旺斯番茄果实品质进行主成分分析,特征值均大于 1,且累积

表 4 主成分特征向量及累积贡献率

Table 4 Principal component eigenvector and the cumulative contribution rate

品质指标 Quality index	PC1	PC2
可溶性固形物含量 Soluble solid content	0.853	-0.002
维生素 C 含量 Vitamin C content	0.061	-0.951
总糖含量 Total sugar content	0.908	0.327
总酸含量 Total acid content	-0.298	0.899
钾含量 Potassium content	-0.938	0.060
钙含量 Calcium content	0.411	0.736
糖酸比 Sugar-acid ratio	0.674	-0.621
氨基酸总量 Total amino acid	-0.571	-0.355
特征值 Eigenvalue	3.474	2.876
方差贡献率 Variance contribution/%	43.428	35.947
累积贡献率 Cumulative contribution rate/%	43.428	79.375

贡献率分别为 43.428%和 79.375%。在第一主成分 PC1 中,番茄果实总糖含量载荷值为 0.908,是 PC1 主要作用因子;在第二主成分 PC2 中,番茄果实总酸含量载荷值为 0.899,是 PC2 主要作用因子。通过对 2 个主成分的特征向量和 X1~X8 品质指标数值标准化处理,建立线性回归方程如下^[19]:

$$F1=0.246X1 + 0.261X2 - 0.086X3 + 0.118X4 - 0.017X6+0.194X7-0.164X8;$$

$$F2=- 0.001X1 + 0.114X2 + 0.312X3 + 0.256X4 + 0.021X5-0.331X6-0.216X7-0.124X8。$$

式中,X1~X8 依次代表番茄果实可溶性固形物、维生素 C、总糖、总酸、钾、钙含量,糖酸比及氨基酸总量。

2.3.2 综合评价 由表 5 可知,平罗县城关镇小兴墩村“三无”绿色种植 D 值 0.978>利通区上桥镇涝河桥村常规种植 D 值 0.687>青铜峡市农垦连湖农场常规种植 D 值 0.527>贺兰县金贵镇金贵村蚯蚓粪种植 D 值 0.453>贺兰县园艺产业园蚯蚓粪种植

表5 普罗旺斯番茄果实品质综合得分及优良排序
Table 5 Comprehensive score and excellent ranking of fruit quality of Provence tomato

调查区 Survey area	主成分因子得分		D 值 D value	排名 Rank
	Principal component factor score			
	PC1	PC2		
青铜峡市 Qingtongxia	-36.305	22.816	0.527	3
利通区 Litong	-34.420	24.382	0.687	2
平罗县 Pingluo	-31.780	27.594	0.978	1
贺兰县金贵镇 Jingui, Helan	-50.558	27.923	0.453	4
贺兰县园艺产业园 Helan horticultural park	-44.290	21.141	0.183	5

D 值 0.183, 采用“三无”绿色种植普罗旺斯番茄品质综合评价最优。

3 讨论与结论

番茄果实中可溶性固形物、维生素 C 和氨基酸等的含量是影响番茄口感和风味的重要因素^[20]。本研究结果表明, 平罗县城关镇小兴墩村采用“三无”绿色种植普罗旺斯番茄, 氨基酸总量提高 3.3%~8.63%, 钾含量降低 3.4%~3.9%, 钙含量提高 10.2%~21.5%, 主成分分析综合评价最优。刘发伦^[21]、王继涛等^[22]研究认为, 应用“三无”绿色种植, 可提高番茄果实总糖、维生素 C 含量和糖酸比, 促进果实风味物质形成, 提升普罗旺斯番茄口感和营养品质, 与本研究结果相似。青铜峡市农垦连湖农场采用常规方式种植普罗旺斯番茄, 谷氨酸与天门冬氨酸比值为 4, 风味氨基酸比例最佳。小祝政明^[4]、王继涛等^[22]研究认为, 番茄的鲜味氨基酸谷氨酸与天门冬氨酸比值接近 4 时, 最能呈现番茄口感和风味, 与本研究结果一致。贺兰县金贵镇金贵村、贺兰县园艺产业园采用蚯蚓粪种植普罗旺斯番茄, 虽然维生素 C 含量、糖酸比、氨基酸总量、钙含量有所增加, 但果实品质综合评价较低, 究其原因, 种植区域、田间管理方式、植株生长发育阶段等因素会对番茄果实品质造成一定影响, 但调查结果仍符合客观情况。

综上所述, 采用“三无”绿色种植普罗旺斯番茄, 果实可溶性固形物含量、总糖含量及氨基酸总量较高, 果实糖酸比较常规种植有所提高, 果实口感酸甜, 风味浓郁, 有利于提升普罗旺斯番茄在宁夏地区的优良品质。

参考文献

[1] 牛艳, 王晓静, 陈翔, 等. 中国番茄产业发展的现状问题和对策及宁夏番茄产业发展成效[J]. 黑龙江农业科学, 2022(12):

70-74.
[2] 杨秉庚, 刘梦娇, 丁文成, 等. 基于产量反应和农学效率的番茄智能化推荐施肥方法研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2024, 30(12):2296-2306.
[3] 孙永生, 李光连, 王国政, 等. 高糖番茄栽培关键技术[J]. 北方园艺, 2020(20): 166-169.
[4] 小祝政明. BLOF 现代精准有机农业种植技术系列丛书: 有机栽培基础和实践[M]. 北京: 优农道出版社, 2013: 24.
[5] 姚丽. 宁夏青铜峡设施番茄水肥一体化高产栽培技术[J]. 农业工程技术, 2024, 44(24): 79-80.
[6] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品中抗坏血酸的测定: GB 5009.86—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
[7] 中华人民共和国农业部. 水果和蔬菜可溶性固形物含量测定折射仪法: NY/T 2637—2014[S]. 北京: 中国标准出版社, 2014.
[8] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中果糖、葡萄糖、蔗糖、麦芽糖、乳糖的测定: GB 5009.8—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
[9] 中华人民共和国国家卫生健康委员会, 国家市场监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中总酸的测定: GB 12456—2021[S]. 北京: 中国标准出版社, 2021.
[10] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中氨基酸的测定: GB 5009.124—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
[11] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中钙的测定: GB 5009.92—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
[12] 张倩男, 王克雄, 张晓娟, 等. 基于主成分分析法的甘蓝机械化移栽模式综合评价[J]. 北方园艺, 2022(19): 1-7.
[13] 胡慧, 马帅国, 田蕾, 等. 脱硫石膏改良盐碱土对水稻叶绿素荧光特性的影响[J]. 核农学报, 2019, 33(12): 2439-2450.
[14] 蔡晓洋, 张思荻, 曾俊, 等. 基于主成分分析和聚类分析的栀子种质资源评价[J]. 中国实验方剂学杂志, 2017, 23(14): 30-37.
[15] 卢一铭, 徐龙水, 徐卫红. 不同供硼水平对番茄营养和风味品质的影响[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2023, 45(7): 107-122.
[16] 杨宇, 崔璨, 张喜春, 等. 不同番茄品种果实中氨基酸含量分析[J]. 湖北农业科学, 2022, 61(24): 136-139.
[17] 程远, 万红建, 姚祝平, 等. 不同品种樱桃番茄氨基酸组成及风味分析[J]. 核农学报, 2019, 33(11): 2177-2185.
[18] 王继涛, 肖自斌, 马建梅, 等. 四种蚯蚓套养模式对设施番茄生长和品质的影响[J]. 中南农业科技, 2023, 44(12): 27-30.
[19] 王渊龙, 张艳, 柳增增. 基于逐步-主成分回归的设施番茄果期生长模型研究[J]. 中国农机化学报, 2023, 44(9): 66-71.
[20] 陈佳倩, 杨嵩涵, 梁欣, 等. 口感番茄与普通番茄果实品质特性分析[J]. 中国蔬菜, 2023(4): 87-94.
[21] 刘发伦. 发展“三无蔬菜”开辟中医农业新路径[J]. 云南农业, 2022(10): 24-25.
[22] 王继涛, 马建梅, 刘晓娇, 等. 不同绿色生态技术模式对番茄生长的影响[J]. 中国瓜菜, 2024, 37(5): 124-132.