

马耀绒,王红军,尹贞铃,等.蒲城酥梨优质品质区划与气象要素分析[J].陕西气象,2020(3):45-48.

文章编号:1006-4354(2020)03-0045-04

# 蒲城酥梨优质品质区划与气象要素分析

马耀绒<sup>1</sup>,王红军<sup>2</sup>,尹贞铃<sup>1</sup>,许伟峰<sup>1</sup>

(1.渭南市气象局,陕西渭南 714000;2.西安市气象局,西安 710016)

**摘要:**利用蒲城县酥梨试验站品质测定结果,对10个主要种植乡镇酥梨品质运用SPSS主成分分析法构建酥梨品质综合评价模型;根据综合得分将酥梨品质划为“特优”“优”“良”“一般”4个等级,并利用ArcGIS软件和蒲城精细化矢量地图,对综合品质进行划分。结果表明:蒲城县西南部为优质酥梨生产区,气象条件利于优质品质形成,自西南向东北品质逐渐递减。根据10个乡镇气象站酥梨不同发育期及同期旬、月气象资料,结合各品质差异,利用SPSS统计分析,找出影响各品质差异的主要气象因子,利用筛选出的主要因子建立不同品质气象回归模型,另选取3个乡镇进行品质结果预测,回代和预测效果良好,研究结果可为优质酥梨生产提供参考。

**关键词:**成份分析;统计分析;气象因子;酥梨;蒲城

**中图分类号:**S162.2

**文献标识码:**A

蒲城县地处陕西关中平原东部,是我国最大的酥梨种植基地之一。近年来,消费者对果品品质要求不断提高,蒲城酥梨面临升级提优的迫切需求。找出优质品质生产区,进行品质区划是优化作物种植环境的重要依据。在相似的栽培管理条件下,气象条件对同一品种的果实品质有显著影响。近年来,国内外许多学者对作物的品质区划和果实品质与气象条件关系进行研究:张光伦<sup>[1]</sup>指出生态因子对果实品质的影响;张维敏<sup>[2]</sup>研究红富士苹果膨大期气象因素对果实品质影响;白燕荣<sup>[3]</sup>等发现苹果斑点落叶病与气象要素的关系;李德<sup>[4]</sup>等研究出砭山酥梨气候品质评价模型;林春<sup>[5]</sup>等对潘阳湖区棉花进行种植区划。找出蒲城酥梨生长最优气象条件,可带动全县农业由高产向高质量发展。对品质等级进行分区划,并对蒲城酥梨不同乡镇间品质与气象条件关系进行研究,显得尤为重要。

## 1 资料来源

### 1.1 气象资料

气象资料采用2018—2019年蒲城酥梨萌芽

至采摘期期间13个乡镇气象站的逐日气象观测资料,资料来自渭南市气象局。

### 1.2 品质数据

2018—2019年品质数据来自蒲城酥梨试验站,从主要栽植酥梨的13个乡镇选取同一品种、树龄相近、管理水平相当、纬度和海拔高度接近乡镇气象站的定点果园,每个果园分别从东、西、南、北、中各部分散选5棵果树,分别在果树中层的东、西、南、北、中部5个方位各采摘一颗果实,每个园子选25个果实。含糖量使用TD-45数显糖度计测定,果实硬度使用GY-4型硬度计测量,使用重量法测量石细胞含量。

### 1.3 气象因子选择

蒲城酥梨试验站多年物候期观测资料显示,酥梨3月下旬萌芽,9月下旬至10月上旬采摘。乡镇气象站为温、湿、风、降水四要素气象站。观测资料显示,同县域各乡镇间湿度、日照差异较小,考虑风对果品品质影响较小<sup>[6-7]</sup>,选取10个乡镇3—9月不同发育期期间,以及各旬和月平均气温、 $\geq 0$ ℃积温、平均最高气温、平均最低气温、气

收稿日期:2020-02-16

作者简介:马耀绒(1974—),女,陕西蒲城人,汉族,本科,工程师,从事农业气象工作。

温日较差、降水量,以及6—8月两次膨大期间高温(日最高气温 $\geq 35^\circ\text{C}$ )日数等因子。

## 2 气候品质综合评价与区划

### 2.1 品质综合结果与分析

主成分分析旨在通过对原变量进行线性变换,而后由产生的少数几个新变量来最大限度地反映原来众多变量的变换关系和相互作用关系<sup>[8]</sup>。选择对酥梨品质贡献最大的果皮厚度、果实硬度、含糖率、可滴定酸、单果重、果实含水率以及石细胞含量7个品质因素,由标准化后的各品质数据,利用主成分分析法<sup>[9-10]</sup>,采用SPSS17.0降维分析,得到3个品质因素相应特征值、方差及累计方差贡献率(表1)。

表1 蒲城酥梨品质因素特征值、方差及累计方差贡献率

成份	特征值	方差贡献率	累计方差贡献率
1	3.007	42.975	42.957
2	1.837	26.240	69.197
3	1.005	14.360	83.558

由表1可见,3个主成份累计方差贡献率为83.558%,总解释力度已满足设定需求,因此生成3个新的解释变量,使用成份得分系数矩阵(公式1)求出新变量 $F_1$ 、 $F_2$ 和 $F_3$ 。

$$F_p = a_{1i}ZX_1 + a_{2i}ZX_2 + \dots + a_{pi}ZX_p. \quad (1)$$

其中 $F_p$ 为主成份生成新解释变量, $p=1,2,3$ 。 $a_{1i}, a_{2i}, \dots, a_{pi} (i=1,2,\dots,m)$ 为 $X$ 的协方差矩阵 $\Sigma$ 的特征值所对应的特征向量, $ZX_1, ZX_2, \dots, ZX_p$ 是原始变量经标准化处理后的值。计算得到

$$\begin{cases} F_1 = 0.248y_1 + 0.286y_2 + 0.301y_3 + 0.218y_4 + \\ 0.172y_5 - 0.003y_6 - 0.145y_7 \\ F_2 = -0.186y_1 - 0.072y_2 + 0.096y_3 + \\ 0.207y_4 + 0.126y_5 + 0.498y_6 - 0.434y_7 \\ F_3 = 0.376y_1 + 0.437y_2 - 0.132y_3 + 0.318y_4 - \\ 0.705y_5 + 0.199y_6 - 0.087y_7 \end{cases}. \quad (2)$$

式(2)中, $y_1, y_2, \dots, y_7$ 分别表示果皮厚度,果实硬度,石细胞含量,单果重,总糖含量,可滴定酸,果实含水率。

$$F = T_1 / \sum_{j=1}^L T_j \times F_1 + \dots + T_L / \sum_{j=1}^L T_j \times F_L. \quad (3)$$

公式(3)中: $F$ 代表酥梨综合品质, $T_j$ 为第 $j$ 个主分量对应的特征值, $j=1,2,\dots,L$ 。 $L$ 为主分量累计方差贡献率 $\geq 80\%$ 的特征值个数。根据公式(3)计算10个乡镇 $F$ (表2)。

表2 蒲城主要种植乡镇酥梨综合品质 $F$ 得分

乡镇	$F/\%$	乡镇	$F/\%$	乡镇	$F/\%$	乡镇	$F/\%$	乡镇	$F/\%$
党睦	70.4	荆姚	72.3	椿林	58.3	陈庄	69.5	苏坊	79.6
兴镇	69.9	龙池	56.0	洛滨	25.4	永丰	34.0	孙镇	53.8

### 2.2 综合品质区划

2.2.1 阈值划分 根据概率四分位<sup>[11]</sup>和专家经验法,对10个乡镇综合品质 $F$ 进行阈值划分,按照特优、优、良、一般,确定蒲城酥梨品质区域划分标准(表3),按此标准得到的区划结果与专家多年累积经验结果基本符合。

2.2.2 地理区划 采用ArcGIS制图软件,利用蒲城乡镇精确化矢量地图和Photoshop软件抠图功能,得到蒲城10个主要种植乡镇酥梨品质区域划分(图1)。结果显示:西南部苏坊、荆姚镇以及

南部党睦镇为特优区;中部为优质栽植区;由西南向东北品质逐渐递减,最东部永丰镇品质为良好;北部洛滨镇综合品质 $F$ 最低,酥梨品质为一般。

表3 蒲城酥梨乡镇品质等级阈值划分

等级	阈值	乡镇数
特优	$F \geq 70\%$	3
优	$50\% \leq F < 70\%$	5
良	$30\% \leq F < 50\%$	1
一般	$F < 30\%$	1

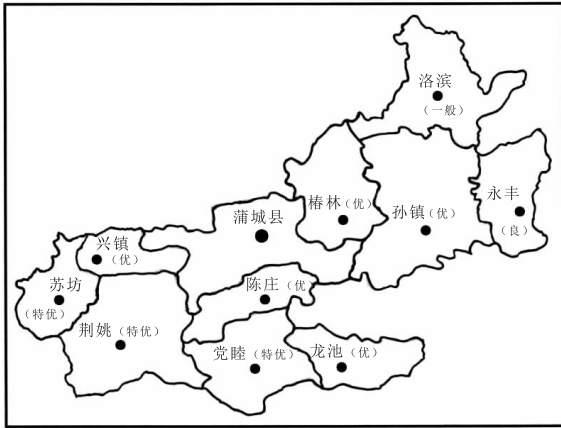


图1 蒲城酥梨主要种植乡镇品质区划

### 3 品质分析

#### 3.1 主要气象因子筛选

选取的10个主要种植乡镇气象因子分别与果皮厚度、果实硬度、总糖含量、可滴定酸、单果重、果实含水率以及石细胞含量7种品质进行相关分析,挑选出通过 $P<0.01$ 、 $P<0.05$ 显著性检验的气象因子,经相关系数由高到低普查,筛选出影响各品质因素的主要气象因子(表4)。

#### 3.2 品质预报建模

遵循气象因子正交原则<sup>[12]</sup>,利用相关系数高的气象因子,采用多元线性回归方法,设品质因素为因变量,气象因子为自变量,分别建立品质与气

象因子数值预报模型(表5)。表5中: $Y_1$ 为梨果皮厚度, $X_{66}$ 为3月下旬平均最高气温, $X_{86}$ 为5月平均最高气温, $X_{88}$ 为7月平均最高气温, $X_{121}$ 为5月中下旬降水量。 $Y_2$ 为果实硬度, $X_{61}$ 为7月 $>0^{\circ}\text{C}$ 积温, $X_{141}$ 为8月降水量, $X_{142}$ 为9月降水量。 $Y_3$ 为石细胞含量, $X_{122}$ 为5月下旬降水量, $X_{131}$ 为8月下旬降水量, $X_{138}$ 为5月降水量。 $Y_4$ 为单果重, $X_{123}$ 为6月上旬降水量, $X_{27}$ 为7月上旬气温日较差。 $Y_5$ 为含糖率, $X_{132}$ 为9月上旬降水量, $X_{138}$ 为5月降水量, $X_{10}$ 为7月上旬平均气温, $X_{22}$ 为6月上旬至7月上旬高温日数。 $Y_6$ 为可滴定酸, $X_{39}$ 为3月下旬 $>0^{\circ}\text{C}$ 积温, $X_{58}$ 为4月 $>0^{\circ}\text{C}$ 积温, $X_{106}$ 为8月下旬平均最低气温, $X_{59}$ 为5月 $>0^{\circ}\text{C}$ 积温。 $Y_7$ 为果实含水量, $X_2$ 为4月中旬平均气温, $X_{64}$ 为3月下旬—4月上旬 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温。

#### 3.3 预报模型检验

利用品质预测模型,对2019年蒲城10个主要种植乡镇酥梨的7种品质进行回代检验(表6),结果显示:2019年酥梨实际品质值与拟合值平均误差绝对值为0.7%~8.7%,检验情况较好。利用品质预测模型,另对2019年蒲城南、中、北部的龙阳、城关和上王3个乡镇的酥梨品质进行预测(表6),结果显示:预测平均误差绝对值为0.6%~8.5%,模型预报效果良好。

表4 蒲城酥梨品质与主要气象因子相关系数

果实品质	气象因子及相关系数			
果皮厚度	5月平均最高气温	3月下旬平均最高气温	5月中旬降水量	7月平均最高气温
	-0.719*	-0.697*	-0.697*	-0.65*
果实硬度	7月 $>0^{\circ}\text{C}$ 积温	9月降水量	8月降水量	3月下旬平均最高气温
	-0.726*	-0.645*	-0.636*	气温-0.634*
石细胞含量	7月 $>0^{\circ}\text{C}$ 积温	5月下旬降水量	8月下旬降水量	5月降水量
	-0.851**	-0.665**	-0.641*	-0.638*
单果重	6月上旬降水量	7月上旬气温日较差	—	—
	-0.794**	0.664*	—	—
含糖率	5月降水量	9月上旬降水量	7月上旬平均气温	6月上旬—7月上旬
	-0.834**	-0.771**	-0.716*	高温日数-0.698*
可滴定酸	4月 $>0^{\circ}\text{C}$ 积温	8月下旬平均最低气温	3月下旬 $>0^{\circ}\text{C}$ 积温	5月 $>0^{\circ}\text{C}$ 积温
	-0.794**	-0.782**	积温-0.771**	-0.702*
含水量	4月中旬平均气温	3月下旬—4月上旬	3月下旬 $>0^{\circ}\text{C}$ 积温	4月 $>0^{\circ}\text{C}$ 积温
	0.837**	$\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温	积温0.824**	0.813**

注:\*表示通过 $P<0.05$ 显著性检验,\*\*表示通过 $P<0.01$ 显著性检验。

表5 蒲城酥梨品质因素与气象因子回归方程

品质因素	回归方程	R <sup>2</sup>
果皮厚度/mm	$Y_1 = 2.699 - 0.022X_{66} - 0.099X_{86} + 0.043X_{88} - 0.081X_{121}$	0.576
果实硬度/(kg/cm <sup>2</sup> )	$Y_2 = 41.672 - 0.015X_{61} - 0.432X_{66} - 0.009X_{141} - 0.016X_{142}$	0.641
石细胞含量/%	$Y_3 = 20.650 - 0.022X_{61} - 0.535X_{122} + 0.032X_{131} + 0.319X_{138}$	0.923
单果重/g	$Y_4 = 122.623 - 10.494X_{123} + 20.861X_{27}$	0.761
含糖率/%	$Y_5 = 20.083 - 0.083X_{132} - 0.228X_{138} - 0.137X_{10} - 0.059X_{22}$	0.750
可滴定酸/%	$Y_6 = 2.623 - 0.013X_{39} - 0.006X_{58} - 0.058X_{106} + 0.006X_{59}$	0.728
含水量/%	$Y_7 = 65.120 + 0.207X_2 + 0.023X_{39} + 0.024X_{58} + 0.024X_{64}$	0.753

表6 预测方程检验结果

品质	果皮厚度	硬度	石细胞含量	单果重	含糖率	可滴定酸	含水量
回代误差	1.4	6.8	8.2	8.7	4.2	7.1	0.7
预报误差	0.6	7.2	7.9	8.5	3.1	6.6	1.5

#### 4 结论与讨论

(1) 酥梨特优种植区分布在蒲城西南部苏坊、荆姚镇以及南部党睦镇。此地海拔介于380~450 m, 酥梨生育期总降水量>330 mm, 生育期总积温>3 900 °C·d。

(2) 气象因子是影响酥梨品质的关键因子之一, 以降水和温度为指标分析发现: 降水量和平均气温以及平均最高气温与果皮厚度、果实硬度、石细胞含量以及含糖率呈负相关; 平均气温和积温与果实含水量呈正相关。幼果至成熟期内高温高湿的果园环境利于病虫害滋生和蔓延, 对果实品质形成不利, 降水多不利于糖份的累积, 但可抑制石细胞的形成, 乳熟到成熟期降水量多果皮厚度小。≥0 °C的积温和8月下旬平均最低气温与可滴定酸呈负相关, 有机酸的形成与果实呼吸作用有关, 较高温度下含酸量低, 较低温度下含酸量高。

(3) 本研究主要针对酥梨内在品质, 分析外观品质与气象要素关系并纳入综合品质评价是需要继续研究的课题。酥梨内在品质预报模型效果良好, 可在农业服务业务推广应用, 通过改善酥梨种植区小气候, 优化果实品质, 振兴乡村经济发展。

#### 参考文献:

- [1] 张光伦. 生态因子对果实品质的影响[J]. 果树科学, 1994, 11(2): 120-124.
- [2] 张维敏. 陕西红富士膨大期果实品质特征及其影响因素分析[J]. 陕西气象, 2017(2): 16-18.
- [3] 白燕荣, 惠永强, 林彩艳. 洛川苹果斑点落叶病与气象要素的关系[J]. 陕西气象, 2017(6): 11-14.
- [4] 李德, 高超, 孙义, 等. 黄河故道砀山酥梨气候品质评价模型研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2018, 10(10): 108-116.
- [5] 林春, 祝必琴, 等. 潘阳湖区棉花种植气候区划[J]. 气象与减灾研究, 2010, 33(1): 58-62.
- [6] 伊兴凯, 徐义流. 初春温度变化对砀山酥梨芽萌发及坐果的影响[J]. 安徽农业大学学报, 2012, 39(5): 697-701.
- [7] 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.
- [8] 周雪丽, 贤荣, 程立刚. 太湖水质站网数据的主成分分析应用[J]. 地球信息科学, 2008, 10(2): 142-146.
- [9] 刘明春, 马鸿勇. 河西走廊苹果梨生态气候适应性及区划研究[J]. 中国生态农业学报, 2003, 11(2): 114-116.
- [10] 李世奎. 中国农林作物气候区划[M]. 北京: 气象出版社, 1987: 174-178.
- [11] 刘遵春, 包东娥, 廖明安. 层次分析法在金花梨果实品质评价上的应用[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2006, 34(8): 125-128.
- [12] 李美荣, 杜继稳, 李星敏, 等. 陕西果区苹果始花期预测模型[J]. 中国农业气象, 2009, 30(3): 417-420.