

# 不同产地灰枣感官及理化特性评价

宋焯, 王建中

(北京林业大学生物科学与技术学院, 北京 100083)

**摘要:** 以国内六个主产区的灰枣为研究对象, 采用模糊感官评价法对不同产区灰枣进行综合感官评价, 同时对灰枣质构参数、色差参数和理化营养参数进行了差异性分析。结果表明新疆若羌地区灰枣综合感官评分最高为 85.62 分, 河南新郑灰枣样品综合感官评分最低为 72.62 分, 新疆灰枣总体感官评价高于新郑灰枣; 果皮差红色值 a 值变化范围为 21.78~24.63, 果肉黄色值 b 值变化范围为 28.44~32.22, 其中图木舒克地区灰枣果皮红色度最高, 和田地区灰枣果肉黄色度最高; 质构数据表明, 阿拉尔、若羌地区灰枣果实硬度较大, 口感较紧实, 耐咀嚼, 新郑地区灰枣的咀嚼性和内聚性相对较差; 各产地灰枣总糖含量范围为 76.47~84.95 g/100 g, 还原糖含量范围为 32.30~46.90 g/100 g, 总酸含量范围为 4.28~5.34 g/kg, 维生素 C 含量范围为 15.56~30.12 mg/100 g, 总酚含量范围为 1622.30~1756.00 mg/kg, 新疆地区灰枣各营养指标明显高于河南新郑灰枣; 感官与理化相关性表明果皮色差 a 值可以表征灰枣果实的色泽品质, 硬度、咀嚼性等质构参数能够评价灰枣果实的组织状态。

**关键词:** 产地; 灰枣; 果实品质; 综合评价

文章编号: 1673-9078(2021)07-148-154

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2021.7.1053

## Evaluation of Sensory and Physico-Chemical Properties of Grey Jujube from Different Producing Regions

SONG Ye, WANG Jian-zhong

(College of Biological Sciences and Technology, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

**Abstract:** Taking grey jujubes from six main producing regions in China as the research objects, the fuzzy sensory evaluation method was used to conduct a comprehensive sensory evaluation on these grey jujubes, and the difference in structural parameters, color difference parameters, and physico-chemical and nutritional parameters among the jujubes were simultaneously analyzed. The results showed that the grey jujubes in Ruoqiang area of Xinjiang had the highest comprehensive sensory score (85.62), and those from the Xinzheng area of Henan had the lowest comprehensive sensory score (72.62), thus, the former was ranked higher than the latter in sensory evaluation. The variation of the red values, a values, of fruit peel was 21.78~24.63, while the variation of the yellow values, b values, of fruit flesh was 28.44~32.22. Among them, the peel of the grey jujubes from the Tumushuk region had the highest redness, and the flesh of the grey jujubes from the Hetian region had the highest yellowness. The texture data showed that the grey jujube in Aral and Ruoqiang regions were firmer, more compact and chewier, while the chewability and cohesiveness of the grey jujubes in Xinzheng region were relatively poor. The contents of total sugars, reducing sugars, total acids, vitamin C, total phenolics of the grey jujubes from all the regions were 76.47~84.95 g/100 g, 32.30~46.90 g/100 g, 4.28~5.34 g/kg, 15.56~30.12 mg/100 g, 1622.30~1756.00 mg/kg, respectively. The nutritional indices of the Xinjiang grey jujube were significantly higher than those of Henan Xinzheng. The correlation between sensory and physico-chemical results indicated that the difference in the a value of fruit peel could characterize the color quality of jujube fruit, and the texture parameters such as firmness and chewiness could be used to evaluate the tissue state of jujube fruit.

引文格式:

宋焯,王建中.不同产地灰枣感官及理化特性评价[J].现代食品科技,2021,37(7):148-154,+293

SONG Ye, WANG Jian-zhong. Evaluation of sensory and physico-chemical properties of grey jujube from different producing regions [J]. Modern Food Science and Technology, 2021, 37(7): 148-154, +293

收稿日期: 2020-11-15

基金项目: 国家重点研发计划项目 (2017YFD0400104)

作者简介: 宋焯 (1980-), 女, 研究员, 研究方向: 食品质量安全与控制

通讯作者: 王建中 (1952-), 男, 研究员, 研究方向: 农产品贮藏、保鲜、加工及天然有效成分提取

**Key words:** producing region, gray jujube, quality, comprehensive evaluation

我国是世界枣树的发源地和红枣的主产区<sup>[1]</sup>,拥有全世界95%以上的枣树资源和枣产品,在世界红枣的生产和贸易中占据绝对主导地位<sup>[2]</sup>。据中国农业统计年鉴的资料显示,2009至2019年十年间全国枣树的种植面积平均增长速度为9.10%。2019年,我国红枣种植面积为285万公顷,产量为750万t。其中,灰枣质地致密,水分含量低,糖分含量高,皮薄、肉质细腻,香气浓郁,可食率高达97.3%,同时含有多种微量元素和较多的药用成分,有很高的营养价值和多种保健功效<sup>[3-5]</sup>,成为市场上广受欢迎的品种。随着生活水平的提高,人们对枣果品质的要求越来越高。果实营养品质和感官品质作为果实品质的重要指标之一,也日益引起研究人员的重视。目前国内灰枣的主产区主要在新疆、河南等地,山东、宁夏、陕西也有种植,因地域不同,灰枣呈现不同的特征品质。

目前,对灰枣的研究主要集中在其抗氧化能力、理化性质及挥发性成分的研究上<sup>[6-8]</sup>,但是针对于不同产地之间灰枣的综合感官品质评价以及色差质构等感官理化品质的研究较少,特别是感官评价与理化品质之间相关性的研究鲜有报道。本实验对采自6个不同地区的灰枣品质进行了综合感官评价,通过评价对各产区灰枣各性状品质及综合品质进行了系统及科学的比较,以期通过灰枣品质差异,合理指导市场定价,以促进红枣产业健康可持续发展。同时本实验对不同产地灰枣的色差参数、质构参数及营养品质进行了差异分析,并对各品质指标进行了相关性分析,以期给感官以量化指标,通过仪器检测对灰枣果实感官性状进行准确评价和判定,寻找能够直接评价灰枣品质的理化指标,避免直观感官评价带来的误差,为后续不同产地灰枣品质评价提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

实验材料:灰枣由新疆天昆百果股份有限公司提供,均为商业成熟、无损伤的干枣,原产地分别为新疆阿拉尔,新疆和田,新疆若羌,新疆图木舒克,新疆哈密、河南新郑。

实验试剂:浓盐酸,氢氧化钠,甲基红指示剂,斐林试剂,酒石酸钾钠,冰乙酸,乙酸锌,亚铁氰化钾,钨酸钠,钼酸钠,碳酸钠,硫酸铜,硫酸钾,硼酸,浓硫酸,溴甲酚绿指示剂,亚甲基蓝指示剂,95%乙醇,酚酞指示剂,偏磷酸,碳酸氢钠,2,6-二氯喹

酚,高岭土,均为分析纯。

### 1.2 仪器与设备

DP410 真空干燥箱,日本 Uamato; MS304S 电子天平,梅特勒-托利多仪器有限公司; HH-6 恒温水浴锅,德国 OLABO; KS-1053 破壁料理机,广州市祈和电器有限公司; TU-1810 全自动紫外可见分光光度计,北京普析通用仪器有限责任公司; Sorvall ST8 离心机,美国 Thermo; SH220 石墨消解仪,山东海能科学仪器有限公司; K9840 凯氏定氮仪,山东海能科学仪器有限公司; CM-5 分光测色仪,日本 KONICA MINOLTA; TA.XT Plus 质构仪,英国 Stable Micro Systems。

### 1.3 实验方法

#### 1.3.1 常规理化指标测定

总糖参照 GB/T 10782-2006《蜜饯通则》中总糖的斐林试剂滴定法测定<sup>[9]</sup>;还原糖参照 GB 5009.7-2016《食品安全国家标准 食品中还原糖的测定》中第一法直接滴定法测定<sup>[10]</sup>;蛋白质参照 GB 5009.5-2016《食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定》中第一法凯氏定氮法测定<sup>[11]</sup>;总酸参照 GB/T 12456-2008《食品中总酸的测定》中的酸碱滴定法测定<sup>[12]</sup>;Vc 参照 GB 5009.86-2016《食品安全国家标准 食品中抗坏血酸的测定》中2,6-二氯喹酚滴定法<sup>[13]</sup>。

总酚参照 Folin-Ciocalteu 法<sup>[14]</sup>,略作修改。取试样 5.0 g,用 80 mL 水洗入 100 mL 容量瓶中放入沸水浴中提取 30 min,取出,冷却,定容,取 2.0 mL 样品提取液。8000 r/min 离心 4 min,取 1.0 mL 上清液,加入 5.0 mL 水,1.0 mL Folin 试剂和 3.0 mL 碳酸钠溶液显色。放置 2 h,765 nm 下测定吸光度,以没食子酸计。上述实验均重复三次操作,取平均值。

#### 1.3.2 色差指标测定

色差利用 CM-5 分光测色仪进行色阶测量,在标准白板校准的基础上,测量不同品种红枣的 L 值、a 值和 b 值,测量中每品种随机选取 8 个果实,在赤道上部 and 下部各取 2 个点,每个点读取两个值,每个品种共观测 16 个值。

#### 1.3.3 质构品质测定方法

质构使用 TA.XT plus 质构仪进行检测。检测参数如下:针状探头为 P/25,测前速度为 3.00 mm/s,测中速度为 3.00 mm/s,测后速度为 3.00 mm/s,最小感知力 5 g 应变为 40.0%,位移为 10.000 mm。穿刺试验采用

完整红枣作为试验对象，每果取最大横径处阴阳面 2 个部位测定（取平均值），每个样品随机取 20 个果实。

### 1.3.4 感官评价方法

表 1 不同产地灰枣感官评价标准

Table 1 The standard sensory evaluation system for gray

| jujube from different regions |                      |    |
|-------------------------------|----------------------|----|
| 指标                            | 评价标准                 | 等级 |
| 色泽                            | 果皮呈鲜红色有光泽，果肉呈淡黄色     | 优  |
|                               | 果皮呈红色偏暗，果肉呈金黄色       | 良  |
|                               | 果皮呈深红色发乌，果肉呈深黄色      | 中  |
|                               | 果皮呈氧化产生的砖红色，暗淡，果肉呈褐色 | 差  |
| 香气                            | 枣香味纯正，无异味            | 优  |
|                               | 枣香味较淡，无异味            | 良  |
|                               | 枣香味很淡，略有异味           | 中  |
|                               | 无枣香味，异味突出            | 差  |
| 滋味                            | 非常甜                  | 优  |
|                               | 甜                    | 良  |
|                               | 微甜，回味偏酸              | 中  |
| 组织状态                          | 不甜，回味酸               | 差  |
|                               | 枣肉有弹性，按压可回弹至原位，      | 优  |
|                               | 枣肉按压后可回弹但无法复原        | 良  |
|                               | 枣肉可按压，但不回弹           | 中  |
|                               | 枣肉偏硬无弹性，不回弹          | 差  |

由 10 名经过相关培训的具有食品专业背景感官评定人员组成感官评定小组，按照不同产地灰枣感官评分原则（见表 1）。以灰枣的色泽、香气、滋味和组织状态为因素集，以优、良、中、差为评语集，建立 4 个单因素矩阵，构建主因素突出型综合评判模型，采用 M 评判模型进行分析。不同产地灰枣的感官评分标准如表 1 所示，评分标准参照国家标准（GB/T 26150-2019）以及任松伟<sup>[15]</sup>的相关研究，结合消费者感官调研结果综合确定。

建立评判集。对 6 个不同产地的灰枣进行编号，根据表 1 对 6 种不同产地灰枣的品质要求进行模糊综合评判，建立评判集。

对象集  $U=\{u_1, \dots, u_i, \dots, u_n\}=\{1,2,3,4,5,6\}$ ;

因素集  $X=\{x_1, \dots, x_j, \dots, x_n\}=\{\text{色泽, 香气, 滋味, 组织状态}\}$ ;

评语集  $Y=\{y_1, \dots, y_p, \dots, y_m\}=\{\text{优, 良, 中, 差}\}$ ;

$W=\{w_1, \dots, w_i, \dots, w_n\}=\{0.23, 0.18, 0.38, 0.21\}$

根据不同产地灰枣感官评分，得到权重，其中

$$\sum_{i=1}^4 w_i = 1。$$

建立单因素评价矩阵。评判小组对每一因素进行

逐个评判，然后统计每一因素的各个评语的人次，这样每一因素的 4 个评语共有 10 人次，然后对每一因素的每个评语的人次进行归一化处理，即

$$A = [\alpha_1', \dots, \alpha_p', \dots, \alpha_m']， \alpha_i' = \alpha_i / \sum_{i=1}^4 \alpha_i，$$

则对应每一因素 x，都对一个模糊评价  $R_{ij}(r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{in}) \in f(Y)$ ，则 4 个因素就可建立 4 个单因素模糊评价矩阵，得到 6 个不同产地灰枣的感官评定结果。

确定评价得分集 V。评价得分集 V，即为对各项评价结果的等级组成的集合。 $V=\{v_1, v_2, v_3, v_4\}$ ，其中  $v_1, v_2, v_3, v_4$  分别是优，良，中，差 4 个等级，本次实验中 4 个等级分别对应 100, 80, 60, 40。即  $V=\{\text{优, 良, 中, 差}\}=\{100, 80, 60, 40\}$ 。

线性转换。经过模糊线性转换，得到模糊综合评判矩阵： $B=V \times R=(b_1, \dots, b_p, \dots, b_4)$ ，其中， $b_p=V \times R_{ip}$  ( $p=1, 2, 3, 4$ )。

模糊综合评判总分。则样品的模糊综合评判总分为： $T=W \times B$ 。

### 1.4 数据分析

采用 SPSS 22.0 和 DPS 软件对检测数据进行整理和分析，结果采用平均值±标准差形式表示，本实验中灰枣的理化数据均为干基数据，用单因素方差分析检验和多元方差分析检验对检测数据进行差异性分析。

## 2 结果分析

### 2.1 不同产地灰枣的感官模糊综合评价

根据表 1 感官评价标准对 6 个不同产地灰枣进行评价，结果见表 2。10 名经过培训的评价人员分别从色泽、香气、滋味及组织状态进行优、良、中、差评价，6 个不同产地灰枣的评价结果具有明显差异。

根据 6 个不同产地灰枣样品的评价结果，可以建立色泽、香气、滋味和组织状态 4 个单因素模糊评价矩阵。

以新疆阿拉尔地区灰枣为例，即：

$$A_{\text{色泽}}=[0.7 \ 0.2 \ 0.1 \ 0.0]; A_{\text{香气}}=[0.5 \ 0.4 \ 0.0 \ 0.1];$$

$$A_{\text{滋味}}=[0.2 \ 0.5 \ 0.2 \ 0.1]; A_{\text{组织状态}}=[0.5 \ 0.4 \ 0.1 \ 0.0]$$

把上述对新疆阿拉尔地区灰枣的 4 个单因素评价结果可以写成一个评判关系矩阵，即：

$$R_i = \begin{bmatrix} r_{i1} & r_{i2} & \dots & r_{im} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mm} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A1 \\ A2 \\ \dots \\ A4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.7 & 0.2 & 0.1 & 0.0 \\ 0.5 & 0.4 & 0.0 & 0.1 \\ 0.2 & 0.5 & 0.2 & 0.1 \\ 0.5 & 0.4 & 0.1 & 0.0 \end{bmatrix}$$

表 2 不同产地灰枣感官评定结果

**Table 2 Sensory evaluation of gray jujube from different regions**

| 产地     | 色泽              |                 |                 |                 | 香气              |                 |                 |                 | 滋味              |                 |                 |                 | 组织状态            |                 |                 |                 |
|--------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|        | 优               | 良               | 中               | 差               | 优               | 良               | 中               | 差               | 优               | 良               | 中               | 差               | 优               | 良               | 中               | 差               |
|        | a <sub>11</sub> | a <sub>12</sub> | a <sub>13</sub> | a <sub>14</sub> | a <sub>21</sub> | a <sub>22</sub> | a <sub>23</sub> | a <sub>24</sub> | a <sub>31</sub> | a <sub>32</sub> | a <sub>33</sub> | a <sub>34</sub> | a <sub>41</sub> | a <sub>42</sub> | a <sub>43</sub> | a <sub>44</sub> |
| 新疆阿拉尔  | 7               | 2               | 1               | 0               | 5               | 4               | 0               | 1               | 2               | 5               | 2               | 1               | 5               | 4               | 1               | 0               |
| 新疆和田   | 5               | 3               | 1               | 1               | 2               | 5               | 2               | 1               | 3               | 4               | 2               | 1               | 1               | 4               | 5               | 0               |
| 新疆若羌   | 3               | 6               | 1               | 0               | 5               | 3               | 2               | 0               | 5               | 3               | 1               | 1               | 7               | 2               | 0               | 1               |
| 新疆图木舒克 | 7               | 1               | 2               | 0               | 2               | 7               | 1               | 0               | 0               | 8               | 2               | 0               | 3               | 2               | 4               | 1               |
| 河南新郑   | 3               | 5               | 1               | 1               | 1               | 3               | 5               | 1               | 3               | 2               | 4               | 1               | 0               | 5               | 3               | 2               |
| 新疆哈密   | 6               | 3               | 0               | 1               | 2               | 5               | 2               | 1               | 5               | 2               | 2               | 1               | 5               | 4               | 1               | 0               |

表 3 不同产地灰枣综合评定结果

**Table 3 Comprehensive sensory evaluation of gray jujube from different regions**

| 编号 | 产地     | 色泽 | 香气 | 滋味 | 组织状态 | 感官模糊总得分 | 排名 |
|----|--------|----|----|----|------|---------|----|
| 1  | 新疆阿拉尔  | 92 | 86 | 76 | 88   | 84.00   | 2  |
| 2  | 新疆和田   | 84 | 76 | 78 | 72   | 77.76   | 5  |
| 3  | 新疆若羌   | 84 | 86 | 84 | 90   | 85.62   | 1  |
| 4  | 新疆图木舒克 | 90 | 82 | 76 | 74   | 79.88   | 4  |
| 5  | 河南新郑   | 80 | 68 | 74 | 66   | 72.62   | 6  |
| 6  | 新疆哈密   | 88 | 76 | 82 | 88   | 83.56   | 3  |

同理，可得到新疆和田、新疆若羌、新疆图木舒克、河南新郑、新疆哈密地区灰枣样品的模糊评判关系矩阵，即：

$$R_2 = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.3 & 0.1 & 0.1 \\ 0.2 & 0.5 & 0.2 & 0.1 \\ 0.3 & 0.4 & 0.2 & 0.1 \\ 0.1 & 0.4 & 0.5 & 0.1 \end{bmatrix} \quad R_3 = \begin{bmatrix} 0.3 & 0.6 & 0.1 & 0.0 \\ 0.5 & 0.3 & 0.2 & 0.0 \\ 0.5 & 0.3 & 0.1 & 0.1 \\ 0.7 & 0.2 & 0.0 & 0.1 \end{bmatrix}$$

$$R_4 = \begin{bmatrix} 0.7 & 0.1 & 0.2 & 0.0 \\ 0.2 & 0.7 & 0.1 & 0.0 \\ 0.0 & 0.8 & 0.2 & 0.0 \\ 0.3 & 0.2 & 0.4 & 0.1 \end{bmatrix} \quad R_5 = \begin{bmatrix} 0.3 & 0.5 & 0.1 & 0.1 \\ 0.1 & 0.3 & 0.5 & 0.1 \\ 0.3 & 0.2 & 0.4 & 0.1 \\ 0.0 & 0.5 & 0.3 & 0.2 \end{bmatrix}$$

$$R_6 = \begin{bmatrix} 0.6 & 0.3 & 0.0 & 0.1 \\ 0.2 & 0.5 & 0.2 & 0.1 \\ 0.5 & 0.2 & 0.2 & 0.1 \\ 0.5 & 0.4 & 0.1 & 0.0 \end{bmatrix}$$

经过模糊线性转换，得到模糊综合评判矩阵：

$$B = V \times R = (b_1, \dots, b_p, \dots, b_4), \text{ 其中, } b_p = V \times R_{ip} (p=1,2,3,4).$$

经计算得： $B_1 = V \times R_1$

$$= (100, 80, 60, 40) \times \begin{bmatrix} 0.7 & 0.2 & 0.1 & 0.0 \\ 0.5 & 0.4 & 0.0 & 0.1 \\ 0.2 & 0.5 & 0.2 & 0.1 \\ 0.5 & 0.4 & 0.1 & 0.0 \end{bmatrix}$$

$$= (92, 86, 76, 88)$$

同理， $B_2 = (84, 76, 78, 72)$

$$B_3 = (84, 86, 84, 90)$$

$$B_4 = (90, 82, 76, 74)$$

$$B_5 = (80, 68, 74, 66)$$

$$B_6 = (88, 76, 82, 88)$$

模糊综合评判总分。则样品的模糊综合评判总分为： $T = W \times B$ 。得到样品 1 的总分为： $T_1 = (0.23, 0.18, 0.38, 0.21) \times (92, 86, 76, 88) = 84.00$ 。同理，可得到新疆和田、新疆若羌、新疆图木舒克、河南新郑、新疆哈密地区灰枣样品的模糊综合评判结果为： $T_2 = 77.76, T_3 = 85.62, T_4 = 79.88, T_5 = 72.62, T_6 = 83.56$ 。具体感官模糊综合评分结果见表 3。

由表 3 可知，新疆若羌地区灰枣综合评分最高，随后依次是新疆阿拉尔和新疆哈密，具体感官综合评价排序：新疆若羌灰枣>新疆阿拉尔>新疆哈密>新疆图木舒克>新疆和田>河南新郑。这与前期调研消费者对于不同产地灰枣的喜爱程度相吻合。

## 2.2 不同产地灰枣色差特性分析

由表 4 可知，不同产地灰枣果皮 L 值变化范围为 29.51~31.64，若羌灰枣、阿拉尔灰枣和田灰枣 L 值较高，表明果皮亮度较高，新郑灰枣 L 值最低，病名果面亮度较低；a 值变化范围为 21.78~24.63，a 值大小排序为图木舒克>阿拉尔>哈密>若羌>和田>新郑，a 值结果表明图木舒克灰枣果实红色度最高，新郑灰枣果实红色度最低。从不同产地灰枣果肉色差结果可知，若羌灰枣果肉 L 值最高，和田灰枣果肉 L 值最低，果

肉亮度较低；不同产地灰枣果肉 b 值大小排序为和田灰枣>若羌灰枣>图木舒克灰枣>阿拉尔灰枣>哈密灰枣>新郑灰枣，结果表明和田灰枣、若羌灰枣和图木舒克灰枣果肉黄色较深，新郑灰枣果肉黄色较浅。从

图 1 和图 2 可以明显看出，新疆地区灰枣果皮的红色度和果肉的黄色度明显高于河南新郑的灰枣，其它新疆各产区灰枣果皮和果肉色泽相近。

表 4 不同产地灰枣色差指标分析

Table 4 Color difference index analysis of grey jujube from different regions

| 品种     | 果皮                      |                         |                         | 果肉                       |                         |                          |
|--------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
|        | L*(D65)                 | a*(D65)                 | b*(D65)                 | L*(D65)                  | a*(D65)                 | b*(D65)                  |
| 阿拉尔灰枣  | 31.29±0.05 <sup>b</sup> | 24.20±0.14 <sup>b</sup> | 16.49±0.03 <sup>a</sup> | 68.18±0.34 <sup>d</sup>  | 8.96±0.21 <sup>b</sup>  | 31.95±0.168 <sup>b</sup> |
| 和田灰枣   | 31.03±0.02 <sup>c</sup> | 23.67±0.14 <sup>c</sup> | 13.99±0.23 <sup>d</sup> | 66.26±0.59 <sup>e</sup>  | 10.10±0.11 <sup>a</sup> | 32.22±0.387 <sup>a</sup> |
| 若羌灰枣   | 31.64±0.10 <sup>a</sup> | 23.71±0.12 <sup>c</sup> | 15.22±0.10 <sup>c</sup> | 70.77±0.26 <sup>a</sup>  | 8.25±0.11 <sup>c</sup>  | 32.11±0.10 <sup>b</sup>  |
| 图木舒克灰枣 | 30.98±0.04 <sup>c</sup> | 24.63±0.19 <sup>a</sup> | 15.59±0.11 <sup>b</sup> | 69.55±0.50 <sup>bc</sup> | 8.51±0.11 <sup>bc</sup> | 32.10±0.052 <sup>b</sup> |
| 河南新郑灰枣 | 29.51±0.11 <sup>e</sup> | 21.78±0.09 <sup>e</sup> | 12.61±0.15 <sup>e</sup> | 70.67±0.49 <sup>ab</sup> | 7.43±0.21 <sup>d</sup>  | 28.44±0.58 <sup>c</sup>  |
| 哈密灰枣   | 30.64±0.05 <sup>d</sup> | 24.08±0.14 <sup>b</sup> | 15.72±0.03 <sup>b</sup> | 69.34±0.28 <sup>cd</sup> | 8.42±0.19 <sup>c</sup>  | 31.55±0.33 <sup>b</sup>  |

注：同列标不同字母的数值在 0.05 水平上差异显著。表 5 同。

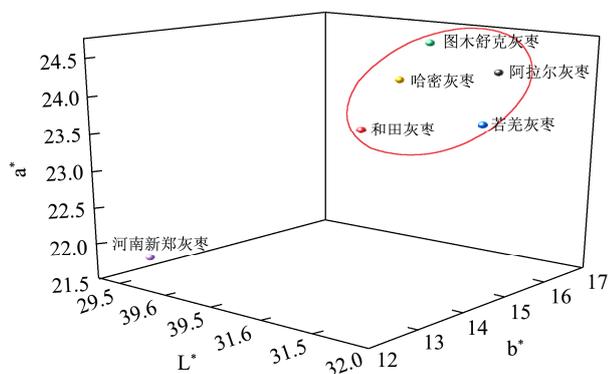


图 1 不同产地灰枣果皮色差三维图

Fig.1 Diagram of skin color difference of grey jujube from different regions

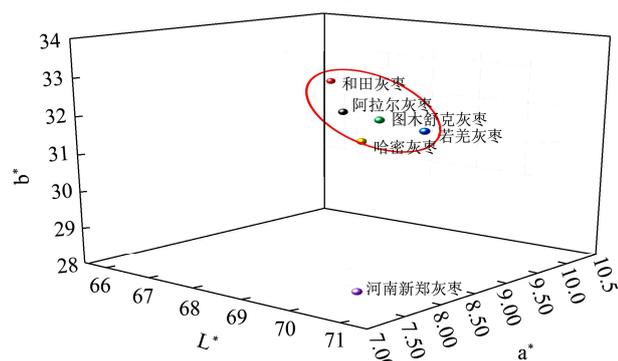


图 2 不同产地灰枣果肉色差三维图

Fig.2 Diagram of pulp color difference of grey jujube from different regions

### 2.3 不同产地灰枣质构特性分析

对阿拉尔、和田、若羌、图木舒克、河南新郑和哈密 6 个产地的灰枣全枣进行质构 TPA 分析，灰枣典型的 TPA 测试质构图谱见图 3，TPA 测试特征参数为硬度、弹性、内聚性、咀嚼性、回复性，结果见图 4，

从结果中可以看出阿拉尔地区、若羌地区和哈密地区的灰枣硬度较大，与其它地区的灰枣有显著差异，和田地区和河南新郑灰枣硬度相对较小，硬度反应的是果实的坚实度，六个产地灰枣的硬度排序为阿拉尔灰枣硬度为 2950.74 g>若羌灰枣硬度 2944.01 g>哈密灰枣硬度 2749.12 g>图木舒克灰枣硬度 2536.23 g>河南新郑灰枣硬度 2421.69 g>和田灰枣硬度 2391.40 g；若羌灰枣的内聚性最大为 0.74，且与其它地区灰枣差异显著，内聚性是反映灰枣内部收缩力的大小，体现的是灰枣在咀嚼过程中，使果实保持完整的性质，说明若羌灰枣口感较紧实；弹性是形变灰枣经挤压形变后回复形变的能力，各产地灰枣弹性指标差异不大；咀嚼性体现了灰枣果实在咀嚼过程中的持续抵抗性，对应人体口腔中的触觉感受，若羌灰枣和阿拉尔灰枣的咀嚼性指标较高分别为 1855.77、1745.24，说明若羌灰枣和阿拉尔灰枣耐咀嚼，河南新郑灰枣的咀嚼性最差，咀嚼性指标仅为 1413.79；回复性和弹性相似，灰枣压缩后回复原状的比率，从结果中可以看出若羌灰枣回复性指标最高为 0.23。

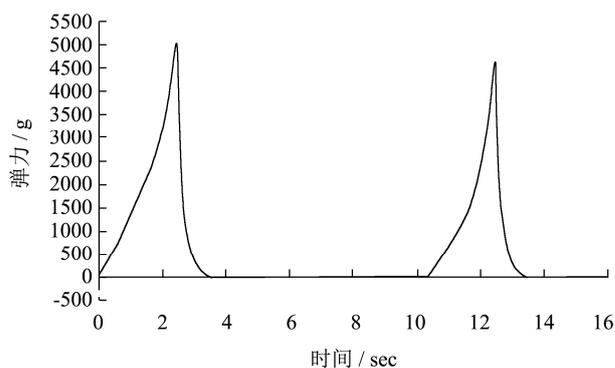


图 3 灰枣典型的 TPA 测试质构图谱

Fig.3 Typical TPA test mass composition spectrum of grey

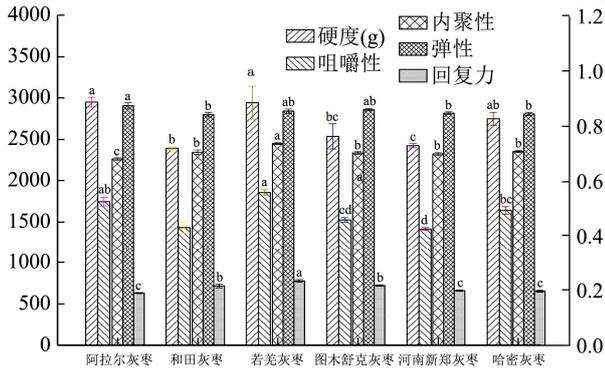


图4 不同产地灰枣质构参数趋势图

Fig.4 Qualitative parameter trend chart of grey jujube from different regions

2.4 不同产地灰枣理化特性分析

从表5中可以看出,阿拉尔灰枣总糖含量最高,河南新郑灰枣总糖含量最低,新疆各产区红枣总糖含

量显著高于新郑灰枣,张萍等<sup>[17]</sup>研究表明灰枣原产地河南新郑灰枣总糖含量低于新疆南部6个产区灰枣总糖含量,苏彩霞等<sup>[18]</sup>研究表明新疆3个地区灰枣显著高于河南新郑,这与本研究结果是一致的,这是由新疆其特殊的地理环境优势造成的。和田灰枣还原糖含量最高,占总糖含量的58%,河南新郑灰枣和哈密灰枣还原糖比率较低为42%,还原糖含量的高低直接影响产品糖类物质营养价值的高低;总酸含量排序为和田灰枣>新郑灰枣>哈密灰枣>阿拉尔灰枣,若羌和图木舒克灰枣总酸含量最低,和田灰枣总酸含量最高,且与其它产区灰枣差异显著,河南新郑灰枣总酸含量较高与张萍等<sup>[16]</sup>、苏彩霞等<sup>[17]</sup>研究结果一致;不同产区灰枣维生素C含量差异显著,维生素C含量区间为15.26~30.12 mg/100 g,阿拉尔灰枣、和田灰枣和若羌灰枣维生素C含量远高于图木舒克灰枣、哈密灰枣和新郑灰枣;河南新郑灰枣总酚含量最低为1622.30 mg/kg,5个新疆产区灰枣总酚含量差异不显著。

表5 不同产地灰枣理化数据

Table 5 The physical and chemical data of grey jujube from different regions

| 品种     | 水分/(g/100 g)            | 总糖/(g/100 g)             | 还原糖/(g/100 g)           | 总酸/(g/kg)                | Vc 含量/(mg/100 g)         | 总酚含量/(mg/kg)                |
|--------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| 阿拉尔灰枣  | 17.91±0.22 <sup>c</sup> | 84.95±0.87 <sup>a</sup>  | 42.04±0.94 <sup>b</sup> | 4.39±0.12 <sup>c</sup>   | 30.12±0.10 <sup>a</sup>  | 1736.51±26.41 <sup>a</sup>  |
| 和田灰枣   | 18.23±0.34 <sup>c</sup> | 80.51±0.91 <sup>bc</sup> | 46.90±1.52 <sup>a</sup> | 5.34±0.05 <sup>a</sup>   | 27.39±0.84 <sup>b</sup>  | 1749.22±34.91 <sup>a</sup>  |
| 若羌灰枣   | 16.92±0.41 <sup>d</sup> | 79.16±1.13 <sup>c</sup>  | 38.92±1.79 <sup>b</sup> | 4.28±0.08 <sup>c</sup>   | 23.87±0.75 <sup>c</sup>  | 1734.34±41.38 <sup>ab</sup> |
| 图木舒克灰枣 | 19.75±0.28 <sup>a</sup> | 82.02±0.70 <sup>b</sup>  | 41.51±1.07 <sup>b</sup> | 4.28±0.048 <sup>c</sup>  | 16.40±0.58 <sup>e</sup>  | 1741.93±55.18 <sup>a</sup>  |
| 河南新郑灰枣 | 18.94±0.36 <sup>b</sup> | 76.47±0.91 <sup>d</sup>  | 32.30±0.79 <sup>c</sup> | 4.66±0.064 <sup>b</sup>  | 15.56±0.37 <sup>e</sup>  | 1622.30±45.03 <sup>b</sup>  |
| 哈密灰枣   | 16.51±0.54 <sup>d</sup> | 81.21±0.79 <sup>bc</sup> | 33.92±0.93 <sup>c</sup> | 4.46±0.085 <sup>bc</sup> | 18.20±0.577 <sup>d</sup> | 1756.00±36.81 <sup>a</sup>  |

表6 感官评价指标与检测数据相关性分析

Table 6 Correlation analysis between sensory descriptors and testing data

| 相关性     | 色泽      | 香气      | 滋味     | 组织状态    | 感官总评分  |
|---------|---------|---------|--------|---------|--------|
| 硬度      | 0.502   | 0.771   | 0.546  | 0.941** | 0.887* |
| 内聚性     | -0.433  | 0.168   | 0.792  | 0.268   | 0.311  |
| 咀嚼性     | 0.402   | 0.807   | 0.668  | 0.933** | 0.909* |
| L* (果皮) | 0.539   | 0.924** | 0.569  | 0.698   | 0.836* |
| a* (果皮) | 0.897*  | 0.785   | 0.332  | 0.632   | 0.776  |
| L* (果肉) | -0.273  | -0.048  | 0.168  | 0.107   | 0.025  |
| b* (果肉) | 0.442   | 0.579   | 0.399  | 0.345   | 0.521  |
| 总糖      | 0.957** | 0.687   | -0.026 | 0.520   | 0.605  |
| 还原糖     | 0.345   | 0.488   | -0.054 | -0.006  | 0.183  |
| 总酸      | -0.44   | -0.504  | -0.204 | -0.528  | -0.517 |
| Vc 含量   | 0.317   | 0.558   | 0.143  | 0.429   | 0.445  |

注: “\*”表示在 0.05 水平上差异显著, “\*\*”表示在 0.01 水平上差异显著。

2.5 不同产地灰枣感官评价指标与理化检测

数据相关性分析

将感官评价数据与质构、色差、营养品质数据进行相关性分析,探究仪器测定指标参数与感官分析结果之间的联系,以期通过仪器检测能准确直观反映灰枣的感官特性。检测数据与感官评定相关性结果见表

6, 从结果中可以看出感官色泽评价得分与果皮色差  $a^*$  值呈显著正相关 ( $p < 0.05$ ), 说明灰枣果皮的红色度是影响色泽感官评价的主要影响因素, 果皮色差  $a^*$  在一定程度上可以表征灰枣果实的色泽品质, 感官色泽评价与果实总糖含量呈显著正相关 ( $p < 0.01$ ), 这是可能因为不同地理环境因素 (光照、昼夜温差等) 造成的果实总糖和果皮色素累积的规律是一致的; 感官香气评价与果皮  $L^*$  值呈显著正相关 ( $p < 0.01$ ); 组织状态感官结果与质构参数硬度和咀嚼性呈显著正相关 ( $p < 0.01$ ), 表明灰枣果实硬度和咀嚼性是评价果实组织状态的关键指标, 这说明利用质构参数能够在一定程度上评价灰枣果实的组织状态; 感官总评分与果实硬度、咀嚼性和果皮  $L^*$  呈显著相关 ( $p < 0.01$ ), 这与感官评价中灰枣果实的外观色泽和组织状态的赋值权重也是一致的; 从相关性结果来看, 滋味感官评价与果实糖和酸含量相关性不大, 这可能是因为各产地灰枣糖和酸含量虽然有所差异, 但总量变化不大; 维生素 C 含量与感官评价指标无显著相关性, 这说明维生素 C 作为营养指标, 不会显著影响果实的感官品质。

### 3 结论

3.1 通过感官模糊综合评价, 表明新疆阿拉尔灰枣色泽、香气最好, 新疆若羌灰枣滋味和组织状态最好, 新疆若羌地区灰枣综合评分最高, 随后依次是新疆阿拉尔、新疆哈密、新疆图木舒克、新疆和田, 河南新郑灰枣样品综合评分最低, 新疆灰枣总体感官评价优于新郑灰枣, 这是由新疆特殊的地理环境优势造成的。

3.2 不同产地灰枣色差和质构结果表明, 产地环境对灰枣的质构和色差造成不同的影响, 整体而言, 新疆地区灰枣果皮的红色度和果肉的黄色度明显高于河南新郑的灰枣, 其它新疆各产区灰枣果皮和果肉色泽相近。阿拉尔、若羌地区灰枣果实硬度较大, 口感较紧实, 耐咀嚼, 新郑地区灰枣的咀嚼性和内聚性相对较差。

3.3 不同产地灰枣理化营养指标差异显著, 新郑地区灰枣总糖、还原糖、维生素 C、总酚含量均低于新疆地区灰枣, 阿拉尔地区灰枣总糖含量最高为 84.95 g/100 g, 和田地区灰枣还原糖含量最高为 46.90 g/100 g, 若羌和图木舒克灰枣总酸含量最低均为 4.28 g/kg, 阿拉尔灰枣、和田灰枣和若羌灰枣维生素 C 含量较高, 新郑灰枣维生素 C 和总酚含量均最低分别为 15.56 mg/100 g、1622.30 mg/kg。

3.4 实验对不同产区灰枣的感官评价数据与检测数

据进行了相关性分析, 结果表明果皮色差  $a^*$  在一定程度上可以表征灰枣果实的色泽品质, 质构参数能够在一定程度上评价灰枣果实的组织状态; 滋味感官评价与果实糖和酸含量相关性不大, 这可能是由于各产地灰枣糖和酸含量总量变化不大造成的; 维生素 C 作为营养指标, 不会显著影响果实的感官品质。实验为研究利用仪器检测对灰枣果实部分感官性状进行准确评价和判定提供了依据。

### 参考文献

- [1] 曲泽洲, 王永蕙. 中国果树志·枣卷[M]. 北京: 中国林业出版社, 1993  
QU Ze-zhou, WANG Yong-hui. Fruit Tree Annals of China, Jujube [M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 1993
- [2] 林媛, 杨珊. 16 个枣树品种枣果营养成分分析[J]. 甘肃林业, 2019, 4: 44-46  
LIN Yuan, YANG Shan. Nutritional composition analysis of 16 jujube cultivars [J]. Gansu Forestry of Gansu, 2019, 4: 44-46
- [3] Chen C F, Lee J F, Wang D, et al. Water extract of *Zizyphus jujube* attenuates ischemia/reperfusion-induced liver injury in rats [J]. Transplantation Proceeding, 2010, 42(3): 741-743
- [4] Li J W, Ding S D, Ding X L. Comparison of antioxidant capacities of extracts from five cultivars of Chinese jujube [J]. Process Biochemistry, 2005, 40(11): 3607-3613
- [5] Shen X, Tang Y, Yang R, et al. The protective effect of *Zizyphus jujube* fruit on carbon tetrachloride-induced hepatic injury in mice by anti-oxidative activities [J]. Journal of Ethnopharmacology, 2009, 122(3): 555-560
- [6] Zozio S, Servent A, Casal G, et al. Changes in antioxidant activity during the ripening of jujube (*Zizyphus mauritiana* Lamk) [J]. Food Chemistry, 2014, 150: 448-456
- [7] Ji X, Hou C, Yan Y, et al. Comparison of structural characterization and antioxidant activity of polysaccharides from jujube (*Zizyphus jujuba* Mill.) fruit [J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2020, 149: 1008-1018
- [8] Song J, Bi J, Chen Q, et al. Assessment of sugar content, fatty acids, free amino acids, and volatile profiles in jujube fruits at different ripening stages [J]. Food Chemistry, 2019, 270: 344-352
- [9] GB/T 10782-2006, 蜜饯通则[S]  
GB/T 10782-2006, The General Principles of the Candied Fruit [S]

(下转第 293 页)