

# 鲜枣裂果及其与解剖结构相关性研究

石志平, 王文生

(国家农产品保鲜工程技术研究中心, 天津 300384)

**摘要:** 对 14 个枣品种的裂果指数及其与解剖结构的相关性进行了研究。结果表明, 不同枣品种之间裂果指数存在显著差异, 三变红品种裂果指数最高, 太谷葫芦枣、金丝小枣、油枣次之, 柳林木枣、板枣、尖枣等品种不易裂果。枣果角质层厚度与裂果指数间相关不显著, 表皮细胞层数、亚表皮细胞层数、表皮厚度及中果皮细胞排列紧密程度与裂果指数间存在显著负相关关系; 中果皮细胞大小、维管束粗细及多少、空腔大小及多少与裂果指数间无相关性。

**关键词:** 枣; 裂果指数; 解剖结构

中图分类号: S665.101 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2003)02-0092-03

## Studies of Correlation of Fruit Crack and Anatomical Structure in Jujube Fruit

SHI Zhi ping, WANG Wen sheng

(National Engineering and Technology Research Center for  
Preservation of Agricultural Products, Tianjin 300384, China)

**Abstract:** The correlation of fruit crack indices and anatomical in san bian hong etc 14 Jujube varieties were studied. The results showed that the indices of crack fruit of vary varieties have significant difference, san bian hong was the highest, take tunes was tai gu hu lu zao, jin si xiao zao, you zao, lui lin mu zao, ban zao and jian zao resist crack fruit. The correlation between fruit cracking and anatomical structure of epicarp were: the correlation of thickness of cuticle layer and indices of crack fruit was not significant, moreover, numbers of epidermal cell layer, numbers of subepidermal cell layer, thickness of epicarp and indices of crack fruit have significant negative correlation. The relationship between fruit crack and anatomical structure of mesocarp were: arranging compactness of mesocarp cell and indices of crack fruit have significant negative correlation, and the size of mesocarp cell, thickness and amount of crepuscular, size and amount of cavity have not significant correlation.

**Key words:** Jujube fruit; Indices of crack fruit; Anatomical structure

裂果是枣(*Zizyphus jujuba* Mill.)果生产中存在的主要问题之一, 它除了与枣果采前降水、高温等外界因子密切相关外, 枣果本身的抗裂特性是影响裂果的重要内在因子。有关枣品种的抗裂果特性及果实形状、含糖量、成熟期等对裂果的影响有一些研究报道<sup>[1,2]</sup>, 但关于枣果解剖结构与裂果间关系的研究报道甚少。本试验对此进行了研究, 以期了解枣果的果皮、果肉组织主要解剖结构与裂果指数间的相关关系, 为有效地防治鲜枣裂果提供组织解剖

结构方面的理论依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

试验于 2000 年在山西农业大学进行。试材采自山西省果树所枣品种资源圃, 供试枣品种共 14 个: 三变红、太谷葫芦枣、黑叶枣、油枣、金丝小枣、蛤蟆枣、马牙枣、针葫枣、相枣、北京泡泡枣、赞皇大枣、尖枣、板枣和柳林木枣。各品种均选择无病虫、无自

然伤害、无裂纹的果实,在全红期人工采摘。

1.2 试验方法

1.2.1 枣果诱裂试验 每品种各选 30 个枣果,在 20 ℃下用清水浸泡 8 h,进行人工诱裂,调查果实上裂纹条数,每品种重复 3 次。裂果分级标准见表 1,分别统计各级裂果数,按下列公式计算各品种裂果指数:

裂果指数=  $\frac{\sum T_i \cdot i}{5n}$

式中,T<sub>i</sub> 为裂果级别为 i 的果数; i 为裂果级别; n 为调查总果数。

表 1 枣果清水浸泡诱裂程度分级法

裂果级别	0	1	2	3	4	5
裂纹数	0	1	2	3	4	≥5

1.2.2 组织解剖结构观察 按石蜡切片法制备供试品种果实组织横切面,切片厚度 8~ 10 μm,番红—固绿二重染色。采用显微法测定角质层及表皮厚度、表皮细胞及亚表皮细胞层数、中果皮细胞大小、维管束粗细和多少、果肉细胞排列紧密程度、空腔大小和多少。

2 结果与分析

2.1 品种间裂果指数比较

表 2 鲜枣裂果指数及其与外果皮解剖结构的关系

品 种	裂果指数	角质层厚度(μm)	表皮细胞层数(层)	亚表皮细胞层数(层)	表皮厚度(μm)
三变红	0.380 a	5.7	2~ 3	1~ 2	40.0
太谷葫芦枣	0.197 b	7.4	2~ 3	1~ 2	48.5
金丝小枣	0.163 bc	5.1	2~ 3	1~ 2	42.5
油枣	0.160 bc	7.6	3~ 4	3~ 4	47.6
黑叶枣	0.137 cd	9.4	3~ 4	2~ 3	43.4
蛤蟆枣	0.110 de	8.5	2~ 3	1~ 2	53.6
马牙枣	0.087 e	4.3	3~ 4	1~ 2	55.7
针葫芦枣	0.040 f	5.1	3~ 4	2~ 3	47.6
相枣	0.037 f	9.5	3~ 5	3~ 4	59.5
北京泡泡枣	0.033 f	8.7	3~ 5	3~ 4	60.4
赞皇大枣	0.020 f	11.1	3~ 5	3~ 5	73.1
尖枣	0.007 f	6.6	3~ 4	2~ 3	54.2
板枣	0.003 f	8.5	3~ 5	2~ 3	68.0
柳林木枣	0.003 f	7.7	3~ 5	3~ 4	56.1
与裂果指数相关性(r)		- 0.300 5	- 0.767 4**	- 0.570 8*	- 0.729 7*

由表 2 可见,品种不同,裂果指数间存在显著差

异,即抗裂果性能显著不同。供试品种中,以三变红裂果指数最高,太谷葫芦枣、金丝小枣、油枣次之,柳林木枣、板枣、尖枣等品种不易裂果。

2.2 外果皮结构与裂果的关系

由表 2 可见,供试的枣品种角质层厚度存在明显差异,变化范围为 4.3~ 11.1 μm,以马牙枣的角质层厚度最小,赞皇大枣的角质层厚度最大。从极端情况看,裂果指数最高的品种三变红,其角质层厚度并非最小,角质层厚度最大的品种赞皇大枣,其裂果指数并非最低。相关分析也表明,角质层厚度与鲜枣品种裂果指数之间存在负相关,但相关性未达显著水平。不同品种间表皮细胞层数、亚表皮细胞层数及表皮厚度变化幅度较大,容易裂果的品种表皮细胞和亚表皮细胞层数少,表皮厚度小;反之,抗裂品种的表皮细胞、亚表皮细胞层数多,表皮厚度大。亚表皮细胞层数及表皮厚度与裂果指数达到了显著负相关水平,表皮细胞层数与裂果指数之间达到了极显著负相关水平。

2.3 中果皮结构与裂果的关系

表 3 鲜枣裂果指数与其中果皮解剖结构的关系

品 种	中果皮细胞大小(μm <sup>2</sup> )	维管束粗细(μm <sup>2</sup> )	维管束多少	空腔大小及多少	细胞排列紧密程度
三变红	4 421.7	3 624.1	+	大、多	不紧密
太谷葫芦枣	3 468.0	6 530.0	+++	小、少	不紧密
金丝小枣	4 460.8	4 446.9	+	小、多	紧密
油枣	3 236.8	2 890.0	+	大、少	不紧密
黑叶枣	3 329.3	7 514.0	++	小、较多	紧密
蛤蟆枣	2 418.9	1 1299.7	+	较小、较少	紧密
马牙枣	4 277.2	3 236.8	+	大、多	紧密
针葫芦枣	1 502.8	4 324.0	++	大、多	紧密
相枣	2 791.4	2 670.4	+++	大、多	紧密
北京泡泡枣	4 069.1	6 069.0	++	大、多	不紧密
赞皇大枣	5 510.0	6 666.0	++	特大、较多	紧密
尖枣	4 855.2	2 288.9	++	大、多	紧密
板枣	3 442.8	2 861.1	+++	小、少	紧密
柳林木枣	3 849.5	6 502.5	+++	小、少	紧密
与裂果间相关系数(r)	0.062 7	0.022 9	- 0.497 2	0.077 2, 0.058 5	- 0.589 3*

注: + 表示维管束少; ++ 表示维管束较少; +++ 表示维管束多

由表 3 可见,鲜枣不同品种间中果皮细胞大小、维管束粗细和多少、空腔大小和多少及细胞排列紧密程度存在一定差异。赞皇大枣中果皮细胞的大小是针葫芦枣的 3.67 倍,但这两个品种的裂果指数却无显著差异,相关性分析表明中果皮细胞的大小与裂果指数之间无相关性;可以看出,蛤蟆枣的微管束

粗,为油枣微管束面积的 3.91 倍,为尖枣的 4.94 倍,蛤蟆枣的裂果指数显著低于油枣,但又显著高于尖枣,说明微管束粗细与裂果之间并无规律,相关性分析结果证实维管束粗细与裂果指数之间无相关性;微管束的多少与裂果指数间存在负相关趋势,但由于太谷葫芦枣等个别品种例外,并未达到显著水平;空腔大小和多少与裂果指数无相关性;中果皮细胞排列的紧密程度与裂果指数呈显著负相关,即中果皮细胞排列紧密的品种裂果指数低,不易裂果。

### 3 讨论

一般认为枣果是一种核果或单纯核果<sup>[1]</sup>,但由于枣并非像一般核果那样由心皮发育而来,而是由花托部分发育而来,故有人称之为“拟核果”<sup>[3]</sup>。枣外果皮由外向内有一角质层和数层表皮细胞和亚表皮细胞,中果皮(果肉部分)细胞显著地大于外果皮细胞,在中果皮内分布有维管束和空腔。

李克志等<sup>[4]</sup>研究指出,壶瓶枣、黑叶枣容易裂果,角质层也较薄,分别为  $6.81\ \mu\text{m}$  和  $6.41\ \mu\text{m}$ ,即枣较抗裂果,角质层也较厚,为  $8.28\ \mu\text{m}$ 。王勋陵<sup>[3]</sup>对婆枣发育过程中解剖学研究表明,婆枣在椭圆形期角质层平均厚度为  $4.81\ \mu\text{m}$ ,而婆枣也是一个易裂果品种,这似乎说明角质层薄的枣果抗裂果性差。本试验表明,鲜枣裂果与角质层厚度呈一定的负相关,但没有达到显著水平。此外,日本学者在研究葡萄的裂果时也发现,裂果敏感性与他们的角质层厚度无明显关系;左辞秋<sup>[5]</sup>观察到易裂果的象牙芒果比抗裂果的本地野生小芒果的角质层厚;高京草等<sup>[6]</sup>在影响枣裂果因子的研究中也指出,裂果与角

质层厚度无关。

表皮细胞和亚表皮细胞是构成鲜枣果实的外围细胞,表皮细胞层数和亚表皮细胞层数直接左右着表皮厚度,表皮厚度大,抵抗由于外界湿度和温度变化而引起的果实开裂的能力就强,由于表皮细胞位于果实的最外侧,果实的开裂又是由外开始,所以表皮细胞(层数、排列等)就成了与裂果相关性最显著的部位,高京草的研究结果支持了这一推断。左辞秋在研究芒果的裂果时发现,外果皮细胞层数多且扁平整齐的品种不易裂果,外果皮细胞层数少并为圆形细胞的易裂果。枣果中果皮解剖结构与外果皮相比,对裂果指数影响较小,但中果皮细胞排列紧密程度与裂果指数呈显著负相关,微管束的多少也与裂果指数有负相关趋势,上述有关机理有待于进一步研究和探讨。

### 参考文献:

- [1] 严楚江. 花粉形态学[M]. 福州: 福建人民出版社, 1964. 50-52.
- [2] 中国农业科学院郑州果树所. 中国果树栽培学[M]. 北京: 农业出版社, 1987.
- [3] 王勋陵. 枣果实发育解剖学的初步观察[J]. 植物学报, 1974, 16(2): 161-169.
- [4] 李克志. 枣裂果机理的初步研究[J]. 果树科学, 1990, 7(4): 221-226.
- [5] 左辞秋. 芒果裂果机制观察[J]. 园艺学报, 1984, 11(2): 61-62.
- [6] 高京草. 影响枣裂果因子的研究[J]. 西北林学院学报, 1998, 13(4): 23-27.