

枣果肉解剖结构及其裂果性研究

刘世鹏, 刘 申, 文 欣

(延安大学 生命科学学院, 陕西省红枣重点实验室, 陕西 延安 716000)

摘 要:以赞皇枣、无名大枣和晋枣 3 个不同枣品种为试材,通过制作石蜡切片和人工诱裂试验,对枣果肉解剖结构中的果肉厚度、细胞层数、细胞大小等 9 个方面进行了观察测定,并对枣的质量变化和裂纹数进行了测量统计。结果表明:同种枣的不同部位结构差异极显著;不同品种枣的上部、环腕部的结构也存在显著性差异。在枣果肉中,细胞厚度、细胞大小和空腔大小与裂果指数的相关性极显著,而细胞层数、空腔个数、导管个数和口径大小及维管束个数和大小与裂果指数的相关性不显著。吸水量和处理时间与枣的裂果指数呈正相关关系。

关键词:枣;果肉;解剖结构;裂果性;裂果指数

中图分类号: S 665.101 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2017)14-0032-07

枣(*Ziziphus jujuba* Mill)属鼠李科(Rhamnaceae)枣属(*Ziziphus*)植物的一个种^[1],为落叶乔木,属多年生植物,既是“木本粮食”又是名贵中药材品种。红枣的肉、仁、树皮、树根等均可作为药用,具有补益脾胃,养血安神,壮身功效,主治脾胃虚弱,气血不足,虚烦不眠,神疲乏力,各种贫血等症^[2]。

但枣果实裂果是枣生产中存在的重要问题之一,在很大程度上制约着枣业的发展^[3],不仅是枣,据目前资料报道,发生裂果的树种有樱桃、桃、葡萄、苹果、芒果、荔枝、柿子、石榴等 10 余种^[4-5]。在葡萄、苹果等果树上的研究已经证明,果实解剖结构与裂果有着密切的关系^[6-8]。目前关于枣品种的果实性状、含糖量、成熟期等对裂果的影响有一些研究报道,但关于枣的裂果性与水分的具体关系以及枣解剖结构与裂果性之间的关系报道很

少^[9-12]。为了探明枣果实裂果与水分、枣果肉的解剖结构关系,课题组对赞皇枣、无名大枣和晋枣 3 个枣品种进行了解剖结构的观察,以及人工诱裂试验,了解枣果肉解剖结构、水分与裂果性之间的相关性,以期有效地防止鲜枣裂果提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料均于 2009 年 10 月 2 日采自陕西延川县北村的赞皇枣、无名大枣和晋枣的东、西、南、北 4 个相对固定的位置,管理基本一致,发育良好并完整的果实。

试验试剂为 95%乙醇、100%乙醇、二甲苯、石蜡液、粘贴液、番红、固绿、中性树胶等。

1.2 试验方法

1.2.1 结构观察

材料固定:采摘后在 3 个枣品种的 4 个部位上(上部、中部、下部、环腕部)取材,立即放入配好的 FAA(70%的乙醇溶液配制)固定液中固定保存。制作石蜡切片^[13]:将固定后的材料经逐级酒精脱水,二甲苯透明、浸蜡、包埋后切片,厚度为 5~8 μm ,脱蜡,番红—固绿二重染色,中性树胶封片。

第一作者简介:刘世鹏(1973-),男,硕士,副教授,研究方向为植物生态和植物抗性生理。E-mail:liushipeng2003@126.com.

基金项目:陕西省教育厅重点实验室专项资助项目(2014JS014);延安市重大科研资助项目(2015CGZH12);延安大学重点资助项目(YD2012-11)。

收稿日期:2017-04-13

组织解剖结构观察:将制作好的切片在 OLYMPUS 光学显微镜下观测并摄影。对枣果肉厚度、细胞层数、细胞大小、空腔个数、空腔大小(长×宽)、导管口径大小、个数、维管束直径大小个数进行观察和测定。

1.2.2 枣果诱裂试验

每个品种各选 30 个枣果,在室温下用清水浸泡,进行人工诱裂,每隔 4 h 统计果实上的裂纹条数,并称量果实的质量,直到枣的裂纹条数不再增加为止。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^[14]。裂果指数=($\sum T_i \cdot i$)/5*n*,式中,*T_i* 为裂果级别为 *i* 的果数;*i* 为裂果级别;*n* 为调查果数。

表 1 枣裂果分级体系标准
Table 1 The establishment of dividing standard of fruit cracking

级别	分级标准
Grade	Grading standard
0 级	果面无裂果现象
1 级	(1)果面有 1 道裂口,长度不超过果实纵径或横径的 1/2 (2)果面裂口细小,裂口部位面积不超过果面面积的 1/4
2 级	(1)果面有 1 道裂口,长度超过果实纵径或横径的 1/2 (2)果面有 2 道裂口,长度不超过果实纵径或横径的 1/2 (3)果面裂口细小,裂口部位面积达果面面积的 1/4~1/3 (4)果面裂口无规则,裂口面积不超过果面面积的 1/4
3 级	(1)果面有 2 道裂口,长度超过果实纵径或横径的 1/2 (2)果面有 3 道裂口,长度不超过果实纵径或横径的 1/2 (3)果面裂口细小,裂口部位面积达果面面积的 1/3~1/2 (4)果面裂口无规则,裂口面积达果面面积的 1/4~1/3
4 级	(1)果面有 3 道裂口,长度超过果实纵径或横径的 1/2 (2)果面有 4 道裂口,长度不超过果实纵径或横径的 1/2 (3)果面裂口无规则,裂口面积达果面面积的 1/3~1/2
5 级	裂口面积超过果面面积的 1/2

1.3 数据分析

利用 Excel 和 SPSS 11.0 软件对试验数据进行分析处理。

2 结果与分析

2.1 枣果肉解剖结构的一般形态特征

通过显微观察,枣的果皮可以划分为 3 层,外果皮、中果皮和内果皮(图 1),枣果肉即枣的中果皮的果肉细胞比外果皮细胞都大,并且离外果皮越远果肉细胞越大^[15](图 2、3、4)。在果肉细胞中嵌入许多维管束,其在果肉中多次分枝,呈网状分

布,中间及靠内部果肉维管束分布较多,靠近果皮的一侧分布较少,但环腕部至少有一条维管束从外连到内(图 5),在维管束中有导管,主要有环纹和螺纹 2 种,为果实的生长发育提供物质运输条件^[16](图 6、7)。围绕维管束,细胞间出现了呈辐射状分布的若干大小不一的空腔结构(图 8)。

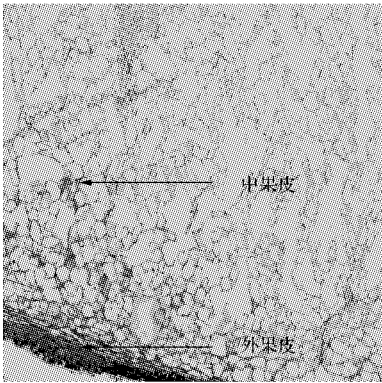


图 1 枣的外果皮和中果皮(×100)

Fig.1 The epicarp and the mesocarp of jujube fruit(×100)

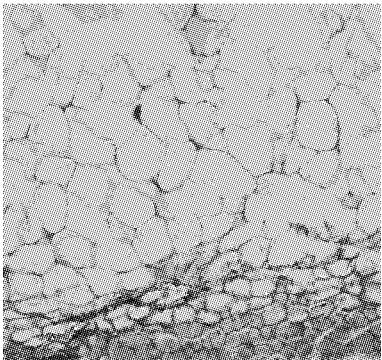


图 2 枣的外果肉细胞(×400)

Fig.2 The outer pulp cell of jujube(×400)

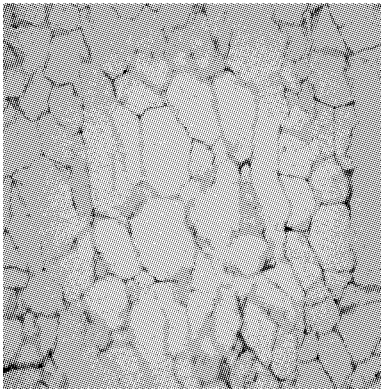


图 3 枣的中果肉细胞(×400)

Fig.3 The middle pulp cell of jujube(×400)

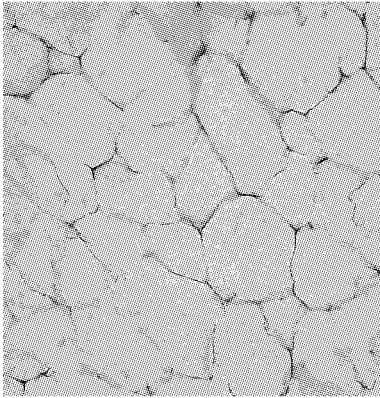


图4 枣的内果肉细胞($\times 400$)

Fig. 4 The inner pulp cell of jujube($\times 400$)

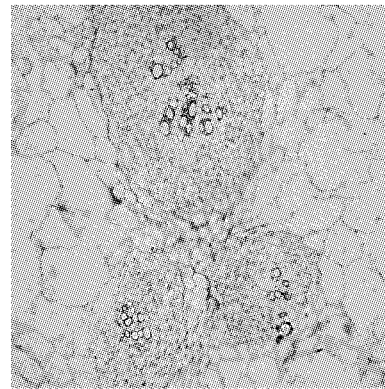


图7 维管束横切($\times 400$)

Fig. 7 Vascular cross-section($\times 400$)

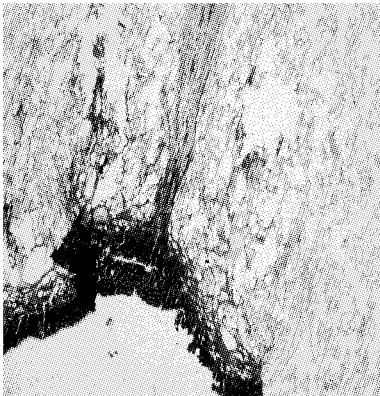


图5 环腕部的结构($\times 40$)

Fig. 5 The structure of ring bowl($\times 40$)

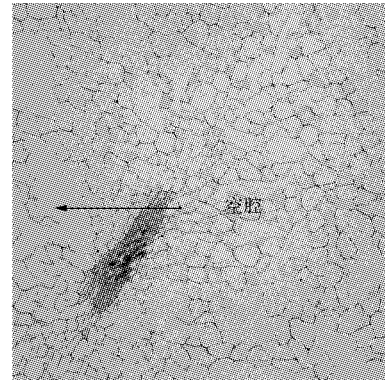


图8 空腔的结构($\times 100$)

Fig. 8 Cavity structure($\times 100$)



图6 枣的导管形状($\times 400$)

Fig. 6 The shape of jujube catheter($\times 400$)

2.2 枣果肉解剖结构的比较

2.2.1 同一品种不同部位果肉解剖结构的比较

从表2可知,同种枣的4个部位的细胞层数、果肉厚度、细胞大小、空腔大小的差异性均极显著;除无名大枣外,不同部位导管个数的差异性极显著;晋枣的空腔个数、无名大枣的导管口径大小差异极显著。3种枣中部的细胞层数、果肉厚度是最大的,而环腕部的细胞层数、果肉厚度、细胞大小都是最小的。

2.2.2 不同品种同一部位解剖结构的比较

从表3可知,不同枣的上部、环腕部的果肉厚度、细胞大小的差异性极显著;另外上部的空腔大小、导管个数,环腕部的空腔个数的差异性也极显著。中下部的除了中部的空腔大小、下部的果肉厚度有极显著差异外,其它指标差异性不显著。

表 2 同一品种 4 个部位解剖结构比较

Table 2 The comparison of the four parts of the same jujube pulp anatomical structure

品种	部位	细胞层数	果肉厚度	细胞大小	空腔个数	空腔大小
Variety	Position	Cell layer	Flesh thickness/ μm	Cell size/ μm^2	The cavity number	The cavity size/ μm^2
赞皇枣 Zanhuang jujube	环腕部	70.10 \pm 4.82C	3 620.46 \pm 221.56D	2 240.21 \pm 121.11D	2.91 \pm 0.22A	28 100.24 \pm 1 896.25B
	上部	110.21 \pm 8.42B	5 514.78 \pm 456.28C	3 170.25 \pm 278.98C	3.13 \pm 0.32A	39 958.15 \pm 2 854.60A
	中部	126.32 \pm 7.63A	12 499.66 \pm 88.65A	4 290.00 \pm 356.77B	2.17 \pm 0.32B	30 400.21 \pm 2 841.06B
	下部	102.08 \pm 4.58B	9 502.41 \pm 368.44B	4 680.52 \pm 222.36A	2.17 \pm 0.18B	19 750.25 \pm 1 448.02C
无名大枣 Wuming big jujube	环腕部	42.91 \pm 2.11D	2 370.12 \pm 147.56C	2 780.11 \pm 183.22D	5.16 \pm 0.46B	29 280.04 \pm 2 146.28C
	上部	99.09 \pm 7.88C	4 670.77 \pm 184.29B	3 600.84 \pm 142.85C	4.82 \pm 0.45B	44 350.94 \pm 3 674.20A
	中部	150.58 \pm 14.26A	10 708.06 \pm 580.45A	6 110.00 \pm 580.68B	4.82 \pm 0.42B	35 590.24 \pm 2 589.34B
	下部	133.04 \pm 15.00B	10 235.50 \pm 1 010.04A	7 890.24 \pm 667.25A	5.88 \pm 0.36A	36 830.24 \pm 1 897.25B
晋枣 Jin jujube	环腕部	75.01 \pm 6.33C	3 947.25 \pm 256.44C	2 476.02 \pm 186.29C	7.87 \pm 0.72A	27 870.88 \pm 486.44B
	上部	98.06 \pm 8.69B	6 102.20 \pm 489.88B	2 908.24 \pm 200.05B	3.13 \pm 0.30C	23 471.39 \pm 2 125.20A
	中部	123.62 \pm 10.08A	10 518.21 \pm 896.42A	4 210.02 \pm 321.97A	4.87 \pm 0.38B	22 290.21 \pm 896.97C
	下部	100.03 \pm 9.22B	6 676.55 \pm 383.25B	4 400.25 \pm 332.80A	2.11 \pm 0.20D	20 240.25 \pm 1 896.39C

表 2(续)

Table 2(Continued)

品种	部位	维管束个数	维管束大小	导管个数	导管大小
Variety	Position	Vascular bundle number	Vascular bundle size/ μm	Duct number	Duct size/ μm
赞皇枣 Zanhuang jujube	环腕部	2.23 \pm 0.18A	129.27 \pm 10.23B	9.43 \pm 0.88B	9.37 \pm 0.67B
	上部	2.13 \pm 0.32A	177.84 \pm 9.56A	10.29 \pm 0.75A	11.14 \pm 0.88A
	中部	2.33 \pm 0.20A	127.21 \pm 10.87B	6.54 \pm 0.46C	10.32 \pm 0.64AB
	下部	2.05 \pm 0.13A	138.08 \pm 12.36B	8.53 \pm 0.81B	11.30 \pm 0.71A
无名大枣 Wuming big jujube	环腕部	2.12 \pm 0.20B	120.06 \pm 10.11B	11.33 \pm 1.12B	9.87 \pm 0.63B
	上部	2.93 \pm 0.23A	142.91 \pm 13.24A	12.82 \pm 1.13A	10.80 \pm 1.04A
	中部	2.15 \pm 0.18B	123.20 \pm 9.33B	11.68 \pm 1.37AB	9.54 \pm 0.63BC
	下部	2.91 \pm 0.12A	137.36 \pm 8.63A	12.67 \pm 0.96A	10.52 \pm 1.03AB
晋枣 Jin jujube	环腕部	2.23 \pm 0.21B	142.85 \pm 13.62A	11.43 \pm 0.93A	10.00 \pm 0.38A
	上部	2.12 \pm 0.23B	143.43 \pm 9.75A	8.65 \pm 0.80B	9.85 \pm 0.91A
	中部	2.94 \pm 0.27A	123.57 \pm 11.30B	7.23 \pm 0.67C	10.34 \pm 0.96A
	下部	1.97 \pm 0.20B	122.23 \pm 9.34B	7.86 \pm 0.55BC	10.53 \pm 1.03A

注:空腔个数是在 10 倍镜下 1/4 视野内所测,维管束个数在 10 倍镜下整个视野内所测,大写字母表示在 0.01 水平上的差异。表 3 同。

Note: The number of cavity in the 1/4 field of vision is measured by microscope at 10 times, the number of vascular bundles in the entire field of vision is measured by microscope at 10 times, capital letters stand for significant levels at 0.01, respectively. The same as Table 3.

表 3 同一部位不同品种解剖结构的比较

Table 3 The comparison of the same parts of the different jujube pulp anatomical structure

部位	品名	细胞层数	果肉厚度	细胞大小	空腔个数	空腔大小
Position	Variety	Cell layer	Flesh thickness/ μm	Cell size/ μm^2	The cavity number	The cavity size/ μm^2
环腕部 Ring wrist position	赞皇枣	70.10 \pm 4.82A	3 620.46 \pm 221.56B	2 240.21 \pm 121.11C	2.91 \pm 0.22C	28 100.24 \pm 1 896.25A
	无名大枣	42.91 \pm 2.11B	2 370.12 \pm 147.56C	2 780.11 \pm 183.22A	5.16 \pm 0.46B	29 280.04 \pm 2 146.28A
	晋枣	75.01 \pm 6.33A	3 947.25 \pm 256.44A	2 476.02 \pm 186.29B	7.87 \pm 0.72A	27 870.88 \pm 486.44A
	赞皇枣	110.21 \pm 8.42A	5 514.78 \pm 456.28B	3 170.25 \pm 278.98B	3.13 \pm 0.32B	39 958.15 \pm 2 854.67B
上部 Upper position	无名大枣	99.09 \pm 7.88B	4 670.77 \pm 184.29C	3 600.84 \pm 142.85A	4.82 \pm 0.45A	44 350.94 \pm 3 674.20A
	晋枣	98.06 \pm 8.69B	6 102.20 \pm 489.88A	2 908.24 \pm 200.05C	3.13 \pm 0.30B	23 471.39 \pm 2 125.26C
	赞皇枣	126.32 \pm 7.63B	12 499.66 \pm 88.65A	4 290.00 \pm 356.77B	2.17 \pm 0.32B	30 400.21 \pm 2 841.06B
	无名大枣	150.58 \pm 14.26A	10 708.06 \pm 580.45B	6 110.00 \pm 580.68A	4.82 \pm 0.42A	35 590.24 \pm 2 589.34A
中部 Middle position	晋枣	123.62 \pm 10.08B	10 518.21 \pm 896.42B	4 210.02 \pm 321.97B	4.87 \pm 0.38A	22 290.21 \pm 896.97C
	赞皇枣	102.08 \pm 4.58B	9 502.41 \pm 368.44B	4 680.52 \pm 222.36B	2.17 \pm 0.18B	19 750.25 \pm 1 448.02B
	无名大枣	133.04 \pm 15.00A	10 235.50 \pm 1 010.04A	7 890.24 \pm 667.25A	5.88 \pm 0.36A	36 830.24 \pm 1 897.25A
	晋枣	100.03 \pm 9.22B	6 676.55 \pm 383.25C	4 400.25 \pm 332.80B	2.11 \pm 0.20B	20 240.25 \pm 1 896.39B

表 3(续)

Table 3(Continued)

部位	品种	维管束个数	维管束大小	导管个数	导管大小
Position	Variety	Vascular bundle number	Vascular bundle size/ μm	Duct number	Duct size/ μm
环腕部 Ring wrist position	赞皇枣	2.23 \pm 0.18A	129.27 \pm 10.23B	9.43 \pm 0.88B	9.37 \pm 0.67A
	无名大枣	2.12 \pm 0.20A	120.06 \pm 10.11B	11.33 \pm 1.12A	9.87 \pm 0.63A
	晋枣	2.23 \pm 0.21A	142.85 \pm 13.62A	11.43 \pm 0.93A	10.00 \pm 0.38A
上部 Upper position	赞皇枣	2.13 \pm 0.32B	177.84 \pm 9.56A	10.29 \pm 0.75B	11.14 \pm 0.88A
	无名大枣	2.93 \pm 0.23A	142.91 \pm 13.24B	12.82 \pm 1.13A	10.80 \pm 1.04A
	晋枣	2.12 \pm 0.23B	143.43 \pm 9.75B	8.65 \pm 0.80C	9.85 \pm 0.91A
中部 Middle position	赞皇枣	2.33 \pm 0.20B	127.21 \pm 10.87A	6.54 \pm 0.46B	10.32 \pm 0.64A
	无名大枣	2.15 \pm 0.18B	123.20 \pm 9.33A	11.68 \pm 1.37A	9.54 \pm 0.63A
	晋枣	2.94 \pm 0.27A	123.57 \pm 11.30A	7.23 \pm 0.67B	10.34 \pm 0.96A
下部 Under position	赞皇枣	2.05 \pm 0.13B	138.08 \pm 12.36A	8.53 \pm 0.81B	11.30 \pm 0.71A
	无名大枣	2.91 \pm 0.12A	137.36 \pm 8.63A	12.67 \pm 0.96A	10.52 \pm 1.03A
	晋枣	1.97 \pm 0.20B	122.23 \pm 9.34B	7.86 \pm 0.55B	10.53 \pm 1.03A

2.3 枣的裂果性与果肉解剖结构的相关性分析

从表 4 可知,枣的裂果指数与果肉的厚度、细胞大小、空腔大小相关性非常大,而与其它指标的

相关性不大。从表 5 可知,枣的细胞大小、空腔大小与裂果指数呈正相关,而果肉厚度与裂果指数则呈负相关。

表 4 解剖结构与裂果指数的关系

Table 4 The relationship between anatomical structure and fruit cracking index

结构指标	细胞层数	果肉厚度	细胞大小	空腔个数	空腔大小	维管束个数	维管束大小	导管个数	导管大小
Structure index	Cell layer	Flesh thickness	Cell size	The cavity number	The cavity size	Vascular bundle number	Vascular bundle size	Duct number	Duct size
R^2	0.324	0.910	0.888	0.420	0.980	0.247	0.599	0.684	0.012

表 5 果肉结构参数(x)与裂果指数(y)的关系

Table 5 The relationship between the pulp anatomical structure and fruit cracking index

结构指标	Structure index	回归方程	Regression equation	R^2
果肉厚度	Flesh thickness/ μm	$y=-3.171\times10^{-4}x+2.456$		0.910
细胞大小	Cell size/ μm^2	$y=6.442\times10^{-4}x-1.134$		0.888
空腔大小	The cavity size/ μm^2	$y=4.798\times10^{-5}x-1.163$		0.980

2.4 枣果实诱裂试验的结果分析

从表 6 可知,无名大枣的裂果性最强,赞皇枣次之,最小的为晋枣;枣果肉的裂果指数与吸水量、处理时间的相关性均极显著,裂果指数与吸水

量呈正相关,且赞皇枣对水分的敏感度最强,晋枣次之,最小的为无名大枣。裂果指数与处理时间也呈正相关关系,赞皇枣的裂果指数随时间的变化的最快,无名大枣的次之,最小的为晋枣。

表 6 吸水量、处理时间与裂果指数的关系

Table 6 The relationship between water absorption,processing time and fruit cracking index

品种	裂果指数	吸水量(x)与裂果指数(y)的关系	处理时间(x)与裂果指数(y)的关系
Variety	Fruit cracking index	Relationship between water absorption and fruit cracking index	Relationship between processing time and fruit cracking index
赞皇枣 Zanhuang jujube	0.793	$y=0.201x+0.255$ ($R^2=0.899$)	$y=0.122x+0.309$ ($R^2=0.826$)
无名大枣 Wuming big jujube	0.944	$y=0.125x+0.623$ ($R^2=0.908$)	$y=0.101x+0.612$ ($R^2=0.887$)
晋枣 Jin jujube	0.476	$y=0.158x+0.103$ ($R^2=0.878$)	$y=0.068x+0.154$ ($R^2=0.927$)

注:吸水量的单位为 g,处理时间的单位为 24 h。

Note: The unit of water absorption is g,the unit of processing time is 24 hours.

3 讨论与结论

果肉是枣果实的主要组成部分,是食用的主要成分,果肉厚度大小与口感有直接的关系,厚度大,口感好;厚度小,口感差。从相关性分析知,果肉厚度与裂果指数呈负相关关系,即果肉越厚,越耐裂;相反,则易裂。吴国林等^[17]认为果肉越厚,贮水能力、缓冲能力就越强,也就越不容易裂果;相反,则容易裂果。晋枣的果肉厚度最大,抗裂性较强,而无名大枣的果肉厚度最小,容易裂果。因此,果肉厚度与枣的裂果指数具有显著的负相关关系。

枣果肉细胞大小不一,形状不太规则,排列紧密程度不同,但与果皮细胞相比,细胞仍然是相当大的。靠近果皮的外层果肉,细胞较小,排列较紧密,愈接近果皮愈甚;果肉内层细胞明显增大,细胞间隙明显。从相关性分析知,果肉细胞大小与裂果指数呈正相关,即细胞越大,裂果就越严重。外果皮的抗张强度与果肉细胞大小有极显著的负相关关系,果肉细胞越大,遇到降雨吸水就容易涨破,果实内部水膨压升高,顶破果皮,就造成了裂果^[18]。无名大枣的细胞最大,裂果最严重;晋枣的细胞最小,裂果最轻微。所以说细胞大小与裂果指数具有显著的正相关关系。

空腔是枣果肉中很重要的一个结构,大小不规则,外层空腔分布不均匀,中层空腔和内层空腔分布均匀。从相关性分析知,空腔大小与裂果指数呈正相关关系,即空腔越大,裂果就越严重。刘孟军认为空腔可以存储大量水来维持果实的形状,空腔越大,吸收水分就越多,遇到降雨时间就会因吸水太多而撑破果皮,造成裂果^[19]。无名大枣的空腔最大,它的裂果性也最强,晋枣的空腔最小,它的裂果性也最弱,所以说空腔大小与枣的裂果指数具有显著的正相关关系。

不同品种枣的裂果性与吸水量、处理时间都呈正相关,即枣果肉吸收的水分越多,浸泡的时间越长,就越容易裂果。但从相关性方程可知无名大枣对吸水量、处理时间敏感度均不是最强,但是它的裂果性是最强的,这可能是与枣的储水能力、结构等其它因子有关^[20],无名大枣的回归方程常数项远大于其它2种枣的就证明了这一点。

同一品种枣的不同部位的细胞层数、果肉厚

度、细胞大小、空腔大小存在极显著差异;不同品种枣环腕部、上部的果肉厚度、细胞大小、空腔大小差异极显著,尤其是上部的差异性最显著,不同枣的中、下部差异性不显著。在枣果肉中,细胞厚度、细胞大小和空腔大小与裂果指数的相关性极显著,而细胞层数、空腔个数、导管个数和口径大小及维管束个数和大小与裂果指数的相关性不显著。

不同枣对水分、处理时间的敏感度不同,因此在生产上应该注重选择适宜的品种,特别是雨水多的地区,应该选择对水分和时间敏感度较低的品种栽培。

在枣果肉解剖结构中各个因素对枣的裂果性所起的作用大小不同,往往都是几个因素综合后得出的结果。单从枣的果肉的解剖结构来分析枣的裂果性是不够全面和准确的,枣的裂果性还与果皮结构、气候状况、土壤条件、成熟期等有着重要的关系^[13]。因此,枣的裂果性还有待于进一步研究。

参考文献

- [1] 吴国芳,冯志坚,马炜梁,等.植物学[M].北京:高等教育出版社,2005:282-283.
- [2] 董世份.中华医学大典[M].重庆:重庆大学出版社,2000.
- [3] 张志善.山西省枣树裂果情况调查初报[J].经济林研究,1991,9(1):58-61.
- [4] SEKSE L. Fruit cracking in norwegian grown sweet cherries[J]. Acta Agr Scand,1987,37:325-328.
- [5] 庞维德.葡萄新品系“凤凰12号”裂果原因研究[J].北方园艺,1994(2):7-10.
- [6] 王惠聪.荔枝果皮组织结构及细胞分裂与裂果关系探讨[J].华南农业大学学报,2004,21(4):10-13.
- [7] VERNER L. Histology of apple fruit tissue in relation to cracking[J]. J Agri Res,1938,57:813-824.
- [8] KANWAR J S, NIJJAR G S. Comparative evaluation of fruit-growth in relation to cracking of fruits in some litchi cultivars[J]. Punjab Hort J,1984,24(1/4):79-82.
- [9] 卢华英.影响枣裂果因子的研究进展[J].现代园艺,2007(9):44-47.
- [10] 辛艳伟,集贤,刘和.裂果性不同的枣品种果皮及果肉发育特点观察研究[J].中国农学通报,2006(11):254.
- [11] 寇晓虹,王文生,吴彩娥,等.鲜枣果实解剖结构与其耐藏性关系的研究[J].食品科技,2001(5):67-68.
- [12] 高中山,李克志.不同品种枣果肉机械力学性质与裂果关系初探[J].山西林业科技,1990(2):46-48.
- [13] 李正理.植物制片技术[M].2版.北京:科学出版社,1987:

138-149.

[14] 单公华,周广芳,刘秀芳,等. 枣果实裂果程度观[J]. 落叶果树,2003(4):9-10.

[15] 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.

[16] 潘瑞炽. 植物生理学[M]. 北京:高等教育出版社,2004:24.

[17] 吴国林,杨俊强,王小原. 红枣优良品种抗裂性鉴定[J]. 山

西农业科学,2008,36(11):86-89.

[18] 石志平,王文生. 鲜枣裂果及其解剖结构相关性研究[J]. 华北农学报,2003,18(2):92-94.

[19] 刘孟军. 干果研究进展[C]. 北京:中国农业科学技术出版社,1999:414-416.

[20] 李振凯. 枣裂果的原因及防治[J]. 果农之友,2006(10):46.

Relations Between Anatomical Structure and Fruit Cracking of Jujube Fruit

LIU Shipeng, LIU Shen, WEN Xin

(College of Life Sciences, Yan'an University/Shaanxi Key Laboratory of Chinese Jujube (Yanan University), Yan'an, Shaanxi 716000)

Abstract: By making paraffin slice and artificially induced crack experiment of three different varieties jujube fruit (Zanhuang jujube, Wuming big jujube, Jin jujube); 9 aspects which including: pulp thickness, cell layers, cell size and so on were observed and measured, the changes of quality and the number of cracking of jujube fruit were measured. The results showed that anatomical structures of the same jujube fruit about different parts had significant diversity; anatomical structures of the different jujube fruit about the upper part and ring bowl had significant diversity. In the pulp cells, the relation which between fruit cracking index and pulp thickness, the size of cell and cavity was significant extremely; but cell layers, the number of cavity and catheter, vascular bundles, the size of catheter caliber and vascular bundles was not significant. The relation which between fruit cracking index and the quantity of water, processing time was positive correlation.

Keywords: jujube fruit; pulp; anatomical structure; fruit cracking; fruit cracking index

红枣烘干技术

信息广角

烘干技术是一系列技术操作的综合应用,主要包括以下方面。1)鲜枣采收:根据烘房的生产能力,做到有计划的采收,避免一次采收过多,加工不及时造成的烂枣现象。2)鲜枣挑选分级:先剔除干枝落叶,拣出风落果、病虫果、破头果,然后按品种、大小、成熟度进行分级。3)鲜枣清洗:考虑到操作方便,成本较低等因素,可用自来水清洗2遍为宜。清除枣果表皮上的灰尘污物、部分农药残留和部分有害微生物。4)抛光处理:可用0.05%的抛光液处理清洗后的鲜枣,使枣果表皮更洁净、红色鲜艳有光泽、无油渍感、无异味。5)装枣:每平方米烘盘装枣量,因不同品种而异。一般为7.5 kg左右,装枣厚度以2层为宜。小果品种如“金丝小枣”可适当增大装枣量。6)升温:红枣烘干采用抛物线升温技术。其干制过程分预热、蒸发、干燥完成3个阶段。技术关键是做好烘房内的温度和湿度的调控操作。7)出枣:枣烘干的程度可根据当时气候状况灵活掌握,如遇连续阴雨天气,可将枣果一次烘至全干;但若天气时晴时阴,可将枣果烘至七、八成干,晴朗天气晾晒。8)回软暂存:对刚烘出的干枣,要立即进行通风散热,时间约需2~3 d,以防止果肉松软,积温发酵变酸。再经过15~20 d的堆放处理,使果肉内外水分均衡,质地柔软,保证烘干枣的品质。最后对烘干枣成品进行科学的分级、包装和贮藏。

(来源:中国水果网)