

刘 壮,高美玲,王 丽,等. 不同西瓜品种果实性状与裂果的相关性[J]. 江苏农业科学,2020,48(16):173-176.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.16.033

不同西瓜品种果实性状与裂果的相关性

刘 壮,高美玲,王 丽,张小妮,梁晓雪

(齐齐哈尔大学生命科学与农林学院/黑龙江省抗性基因工程与寒地生物多样性保护重点实验室,黑龙江齐齐哈尔 161006)

摘要:以裂果性不同的 20 个西瓜品种为试验材料,测定成熟期果实的单果质量、果皮硬度、果皮切裂长度、中心部位可溶性固形物含量、边缘部位可溶性固形物含量以及果形指数等相关数据,分析成熟期果实性状与裂果的相关性。结果表明,西瓜果皮切裂长度与裂果性存在明显相关性,易裂品种的果皮切裂长度均大于抗裂品种。单果质量、中心部位可溶性固形物含量、边缘部位可溶性固形物含量、果形指数与裂果性不存在显著相关性。果皮硬度与果皮切裂长度的相关系数为 -0.474 ,表明果皮硬度与裂果性呈现显著负相关关系,即果皮硬度越大,抗裂果性越强。

关键词:西瓜;裂果;果实性状;相关性分析

中图分类号: S651.01 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)16-0173-04

我国是西瓜(*Citrullus lanatus*)栽培大国,栽培范围已遍布全国多个生态区域,据联合国粮食及农业组织统计,2016 年我国西瓜栽培面积为 189 万 hm^2 ,占全球西瓜总栽培面积的 38.3%,居世界第 1 位。

裂果是果实成熟或发育过程中果皮开裂,导致果品腐烂而丧失商品价值的一种现象。西瓜在生长中后期容易裂果,直接或间接对经济造成巨大的损失,鉴于裂果现象给生产带来的损失日益加剧,近些年来,许多学者都加入到裂果机理的研究行列之中。许多研究表明,苹果^[1]、油桃^[2]、葡萄^[3]、枣^[4-6]、柑橘^[7-8]、番茄^[9-10]、樱桃^[11]、石榴^[12]、荔枝^[13]、醋栗^[14]等园艺产品在生长期也存在裂果现象。不同种类的果实裂果发生时期存在差异,葡萄果实裂果发生时期接近成熟期,裂果率可达到 50% 以上^[15];番茄在红熟期就已经出现裂果现象,易裂品种裂果率几乎可以达到 100%,在生产上几乎导致绝产^[10]。

果实性状可以代表作物的品种特点。高飞飞等研究发现,红江橙单株裂果率与单果质量、果皮

比例、果皮厚度呈极显著负相关^[16];马之胜等研究发现,桃裂果比例与果实硬度、可溶性固形物含量呈正相关^[17];许晓婷等研究发现,果实横径、外果皮绿皮层厚度、中心可溶性固形物含量、边部可溶性固形物含量与果实裂应度呈正相关关系,果实纵径、果形指数、果皮厚度与果实裂应度呈负相关关系^[18]。

本试验以裂果性不同的 20 个西瓜品种为材料,测定成熟期果实的单果质量、果皮厚度、果皮硬度、果皮切裂长度、中心部位可溶性固形物含量、边缘部位可溶性固形物含量、横周、纵周以及果形指数相关数据,通过对数据进行统计分析,找出与裂果性关联度较高的性状,阐明不同果实性状与裂果的相关性,以期为解决西瓜裂果问题提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

选择成熟期一致的 20 个西瓜品种作为试验材料,2018 年将其定植于齐齐哈尔市园艺研究所试验基地(123°99'E、47°42'N),西瓜品种详细名称(或代号)及供种单位信息见表 1。

1.2 试验方法

抗裂品种与易裂品种遵循完全随机区组设计,并设立 3 次重复。每个品种播种 10 株,株距为 30 cm,行距为 50 cm。统一采用立架种植、单蔓整枝和滴灌浇水技术。选取长势一致的各品种成熟且无开裂的西瓜,将其置于冰盒中带回实验室进行性状测量。

收稿日期:2019-09-28

基金项目:国家自然科学基金(编号:31401891);黑龙江省省属高等学校基本科研业务费科研项目(编号:135209106);黑龙江省自然科学基金(编号:LC2018015);齐齐哈尔大学大学生创新创业训练计划(编号:201810232052)。

作者简介:刘 壮(1998—),男,山东菏泽人,主要从事西瓜裂果机理研究。E-mail:1741689556@qq.com。

通信作者:高美玲,博士,教授,硕士生导师,主要从事西甜瓜种质资源创新及遗传改良。E-mail:gaomeiling0539@163.com。

表 1 不同西瓜品种详细名称及供种单位信息

类型	代号	品种名称	来源
抗裂	GWAS-13	长灰红肉选	郑州市
	GWAS-149	新农黑小籽 1 号	郑州市
	GWAS-33	郑资 024 号	郑州市
	GWAS-20	郑资 37 号	郑州市
	GWAS-21	荆澄 2 号(4X)	湖北省
	GWAS-143	靖远大板一号	甘肃省
	GWAS-176	K2	齐齐哈尔市园艺研究所
	GWAS-183	PI 255137-S9-Citrullus amarus	南非
	GWAS-187	PI 271773-S9-Citrullus amarus	南非
	GWAS-225	PI 595203-S9-Citrullus mucospermus	美国
易裂	GWAS-6	神武早-e	日本
	GWAS-11	G-1/ND3-15	日本
	GWAS-175	L1	齐齐哈尔市园艺研究所
	GWAS-54	郑引 05 号	意大利
	GWAS-69	I	日本
	GWAS-35	法国西瓜	法国
	GWAS-118	久比利选	法国
	GWAS-55	郑引 18 号	郑州市
	GWAS-62	郑资 20 号	郑州市
	GWAS-83	黄瓢西瓜	河南省

1.3 西瓜性状测定的指标和方法

每品种随机取样 5 株,测定并记录单果质量、果皮硬度、果皮切裂长度、中心部位可溶性固形物含量、边缘部位可溶性固形物含量以及果形指数,共 6 个性状,每个性状重复测定 3 次,以平均值作统计分析数据。其中果实质量使用电子秤称量,稳定后进行读值。果皮切裂口长度的测定方法为用方形刀沿着果实赤道方向均匀用力下切 1 cm,测量此时西瓜果实的所有裂口长度。果形指数是指果实纵径与横径的比值,即果实纵径/果实横径。使用硬度计测得果皮上中下 3 个部位硬度,读值计算平均值,即为果皮硬度。中心部位的可溶性固形物含量测定方法为将成熟西瓜果实纵切后,取中心部位的新鲜果肉,挤压获取西瓜果汁,将果汁滴于手持糖度计检测面上,读取中心可溶性固形物含量数值并记录。边缘部位的可溶性固形物含量的测定方法为将成熟西瓜果实纵切后,取边缘部位的新鲜果肉,挤压获取西瓜果汁,将果汁滴于手持糖度计检测面上,读取边缘可溶性固形物含量数值并记录。

1.4 数据处理

试验数据采用 Excel 2010 进行统计,使用 SPSS

17.0 分析软件进行方差分析与相关性分析。

2 结果与分析

2.1 不同西瓜果实果皮切裂长度与裂果的关系

从表 2 可以看出,易裂品种与抗裂品种之间果实果皮切裂长度存在显著差异。抗裂品种果皮切裂长度为 10.00~13.33 cm,易裂品种果皮切裂长度为 21.33~41.13 cm,说明果皮切裂长度与裂果性存在明显相关性,易裂品种的果皮切裂长度均大于抗裂品种。因此,下面重点分析果皮切裂长度与果实各性状的关系。

2.2 不同西瓜果实单果质量与裂果的关系

从表 2 可以看出,2 个类型品种的果实单果质量差别明显。其中,易裂品种与抗裂品种之间存在显著差异;抗裂品种之间存在显著差异,且差异幅度较大;易裂品种之间存在显著差异,但差异幅度较小;说明单果质量与裂果性相关性不明显。抗裂品种果实单果质量最大为 4.15 kg,最小为 0.86 kg;易裂品种果实单果质量最大为 3.32 kg,最小为 0.85 kg。根据表 3 数据可知,单果质量与果皮切裂长度的相关系数为 0.326,说明西瓜果实单果质量与裂果性

表 2 各品种西瓜果实性状的比较

类型	品种代号	单果质量 (kg)	可溶性固形物含量(%)		果形指数	果皮硬度 (kg/cm ²)	果皮切裂长度 (cm)
			中心部位	边缘部位			
抗裂	GWAS-13	2.31 ± 0.35b	10.33 ± 0.33a	8.00 ± 0.29b	1.43 ± 0.11a	2.33 ± 0.26c	10.00 ± 0.00d
	GWAS-149	2.08 ± 0.29c	4.17 ± 0.17d	3.50 ± 0.29e	1.03 ± 0.04b	2.53 ± 0.43b	10.00 ± 0.00d
	GWAS-33	1.98 ± 0.74c	10.33 ± 0.33a	8.33 ± 0.33a	1.35 ± 0.26a	2.67 ± 0.13a	10.00 ± 0.00d
	GWAS-20	1.37 ± 0.11d	11.67 ± 0.33a	9.17 ± 0.60a	1.12 ± 0.26b	2.73 ± 0.12a	13.33 ± 3.33d
	GWAS-21	1.93 ± 0.02c	9.83 ± 0.44a	7.83 ± 0.44b	1.01 ± 0.02c	2.70 ± 0.15a	10.00 ± 0.00d
	GWAS-143	2.18 ± 0.19b	3.67 ± 0.33d	3.67 ± 0.33e	0.91 ± 0.05d	2.10 ± 0.10c	10.00 ± 0.00d
	GWAS-176	0.87 ± 0.05g	11.33 ± 0.67a	10.33 ± 0.33a	1.64 ± 0.01a	2.47 ± 0.20b	10.00 ± 0.00d
	GWAS-183	4.15 ± 0.13a	3.33 ± 0.33d	2.50 ± 0.29e	1.28 ± 0.08a	2.87 ± 0.09a	10.00 ± 0.00d
	GWAS-187	0.86 ± 0.10g	2.83 ± 0.17d	2.00 ± 0.00e	1.14 ± 0.05b	3.40 ± 0.10a	10.00 ± 0.00d
	GWAS-225	1.10 ± 0.02f	2.50 ± 0.50d	1.67 ± 0.67e	0.97 ± 0.01c	3.23 ± 0.14a	10.00 ± 0.00d
易裂	GWAS-6	1.26 ± 0.14e	9.67 ± 0.60a	8.33 ± 0.67a	0.99 ± 0.01c	1.77 ± 0.12d	23.57 ± 0.70b
	GWAS-11	2.79 ± 0.21b	9.83 ± 0.17a	9.67 ± 0.67a	1.04 ± 0.06b	2.57 ± 0.24b	34.33 ± 3.77a
	GWAS-175	0.85 ± 0.10g	9.17 ± 1.09b	7.33 ± 0.67b	1.11 ± 0.01b	1.10 ± 0.06e	21.33 ± 5.21c
	GWAS-54	3.32 ± 0.20b	10.33 ± 0.73a	7.67 ± 0.73b	1.29 ± 0.07a	2.17 ± 0.27c	41.13 ± 4.45a
	GWAS-69	1.38 ± 0.20d	8.50 ± 0.50c	7.50 ± 0.29b	1.07 ± 0.03b	2.17 ± 0.18c	35.67 ± 4.33a
	GWAS-35	2.82 ± 0.73b	10.33 ± 0.17a	7.83 ± 0.17b	1.10 ± 0.08b	2.23 ± 0.22c	34.67 ± 6.23a
	GWAS-118	2.37 ± 0.38b	9.33 ± 0.67a	7.00 ± 1.00c	1.52 ± 0.10a	2.27 ± 0.15c	31.83 ± 0.17a
	GWAS-55	2.58 ± 0.27b	9.33 ± 0.44a	6.00 ± 0.00d	1.05 ± 0.04b	2.03 ± 0.17c	28.97 ± 2.70a
	GWAS-62	2.22 ± 0.27b	9.00 ± 0.58b	7.83 ± 0.17b	1.49 ± 0.08a	2.40 ± 0.15b	31.13 ± 4.57a
	GWAS-83	2.37 ± 0.42b	9.50 ± 0.29a	7.00 ± 0.58c	1.07 ± 0.02b	1.93 ± 0.09c	39.67 ± 0.33a

注:同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。

表 3 各果实性状相关性

性状	相关系数					
	单果质量	中心部位可溶性固形物含量	边缘部位可溶性固形物含量	果形指数	果皮硬度	果皮切裂长度
单果质量	1					
中心部位可溶性固形物含量	-0.008	1				
边缘部位可溶性固形物含量	-0.072	0.959 **	1			
果形指数	0.096	0.367	0.367	1		
果皮硬度	0.014	-0.452 *	-0.421	0.070	1	
果皮切裂长度	0.326	0.430	0.379	-0.005	-0.474 *	1

注:**表示在置信度(双测)为 0.01 时相关性显著;*表示在置信度(双测)为 0.05 时相关性显著。

没有明显的相关性。

2.3 不同西瓜果实中心部位可溶性固形物含量与裂果的关系

从表 2 可以看出,抗裂品种中心部位可溶性固形物含量为 2.50% ~ 11.67%,易裂品种为 8.50% ~ 10.33%,说明中心部位可溶性固形物含量在 2 个类型的品种中差异明显,抗裂品种中心部位可溶性固形物含量变化幅度大于易裂品种。从表 3 可以看出,中心部位可溶性固形物含量与果皮切裂长度的相关系数为 0.430,说明中心部位可溶性固形物含

量与裂果性无明显相关性。

2.4 不同西瓜果实边缘部位可溶性固形物与裂果的关系

从表 2 可知,抗裂品种之间果实边缘部位可溶性固形物含量差异较大,易裂品种之间差异幅度较小。抗裂品种边缘部位可溶性固形物含量为 1.67% ~ 10.33%,易裂品种为 6.00% ~ 9.67%。从表 3 可以看出,边缘部位可溶性固形物含量与果皮切裂长度的相关系数为 0.379,说明边缘部位可溶性固形物含量与裂果性无明显相关性。

2.5 不同西瓜果实果形指数与裂果的关系

由表 2 可知,抗裂品种果形指数最大为 1.64,最小为 0.91;易裂品种果形指数最大为 1.52,最小为 0.99,说明西瓜果实形状与裂果性没有明显相关性。从表 3 可以看出,果形指数与果皮切裂长度的相关系数为 -0.005 ,说明果形指数与裂果性无明显相关性。

2.6 不同西瓜果实果皮硬度与裂果的关系

从表 2 可知,抗裂品种的果皮硬度最大为 3.40 kg/cm^3 ,最小为 2.10 kg/cm^3 ;易裂品种的果皮硬度最大为 2.57 kg/cm^3 ,最小为 1.10 kg/cm^3 ,说明西瓜果皮硬度与裂果性存在明显相关性。从表 3 可以看出,果皮硬度与果皮切裂长度的相关系数为 -0.474 ,表明果皮硬度与裂果性呈现显著负相关关系,即果皮硬度越大,抗裂果性越强。

3 讨论

外界自然因素可在一定程度上影响西瓜的表现性状。数据分析结果表明,抗裂品种果皮切裂长度均显著低于易裂品种,这与其他研究结果^[18-19]相一致。单果质量、中心部位可溶性固形物含量、边缘部位可溶性固形物含量、果形指数与裂果性不存在显著相关性。

裂果现象是多种因素共同作用的结果,栽培环境、栽培措施以及自身的遗传因素都会对其产生影响^[20]。本试验只是初步研究裂果与果实性状的相关性,关于裂果发生机制还有待进一步的研究探索。随着现代生物技术的发展,可以尝试扩大规模进行亲本裂果机制比较,在分子水平上揭示影响生物表现性状的内在机制,并结合细胞结构、理化机制、遗传效应等进行多方面、多层次探求,综合数据分析,得到更为准确的试验结果,促进完善西瓜裂果发生机制的研究进程。

参考文献:

[1] Kasai S, Hayama H, Kashimura Y, et al. Relationship between fruit cracking and expression of the expansin gene *MdEXPA3* in 'Fuji' apples (*Malus domestica* Borkh.) [J]. Scientia Horticulturae, 2008,

116(2):194-198.

- [2] 田玉命,韩明玉,张满让,等. 油桃裂果研究进展[J]. 果树学报, 2008,25(4):572-576.
- [3] Zoffoli J P, Latorre B A, Naranjo P. Hairline, a postharvest cracking disorder in table grapes induced by sulfur dioxide [J]. Postharvest Biology and Technology, 2008,47(1):90-97.
- [4] 杜巍,李新岗,王长柱,等. 枣裂果机制研究[J]. 果树学报, 2012,29(3):374-381.
- [5] 陈辉煌,李建贵,张俊,等. 新疆红枣裂果机理研究进展[J]. 新疆农业科学, 2012,49(6):1066-1072.
- [6] 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, 2006,22(11):253-257.
- [7] 温明霞,石孝均. 锦橙裂果的钙素营养生理及施钙效果研究[J]. 中国农业科学, 2012,45(6):1127-1134.
- [8] 马小焕,彭良志,淳长品,等. 脐橙果皮内裂发生的解剖结构和矿物质营养元素变化[J]. 园艺学报, 2011,38(10):1857-1864.
- [9] Hahn F. Fuzzy controller decreases tomato cracking in greenhouses [J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2011,77(1):21-27.
- [10] 刘仲齐,薛俊,金凤媚,等. 番茄裂果与果皮结构的关系及其杂种优势表现[J]. 华北农学报, 2007,22(3):141-147.
- [11] Sekse L. Fruit cracking in sweet cherrie (*Prunus avium* L.). some physiological aspects - A mini review [J]. Scientia Horticulturae, 1995,63(3/4):135-141.
- [12] 杨磊,傅连军,席勇,等. 影响喀什石榴裂果相关因素的初步研究[J]. 新疆农业科学, 2010,47(7):1310-1314.
- [13] Huang X M, Wang H C, Zhong W L, et al. Spraying calcium is not an effective way to increase structural calcium in litchi pericarp [J]. Scientia Horticulturae, 2008,117(1):39-44.
- [14] Khanal B P, Grimm E, Knoche M. Fruit growth, cuticle deposition, water uptake, and fruit cracking in jostaberry, gooseberry, and black currant [J]. Scientia Horticulturae, 2011,128(3):289-296.
- [15] 王锁廷. 葡萄裂果病的原因分析和综合防治[J]. 现代农业科技, 2007(14):87-88.
- [16] 高飞飞,黄辉白,许建楷. 红江橙裂果原因的探讨[J]. 华南农业大学学报, 1994,15(1):34-39.
- [17] 马之胜,贾云云,王越辉. 桃果实裂果与果实性状关系的研究[J]. 河北农业科学, 2007,11(3):27-28,31.
- [18] 许晓婷,刘童光,张其安,等. 西瓜主要果实性状与果实裂应度的相关性[J]. 中国瓜菜, 2013,26(2):11-13.
- [19] 高美玲,于长宝,魏晓明,等. 抗裂与易裂西瓜果皮解剖结构及酶活性比较[J]. 北方园艺, 2016(20):92-96.
- [20] 江海坤,袁希汉,章镇,等. 西瓜主要农艺性状与裂果性状的相关及通径分析[J]. 中国蔬菜, 2009(16):31-35.