

火龙果种质资源果实性状与裂果性相关分析

武志江, 黄凤珠, 韦蒯瞳, 黄黎芳, 邓海燕, 叶小滢, 梁桂东, 李祯英, 刘朝安, 陆贵锋

(广西壮族自治区农业科学院园艺研究所/农业农村部南宁南亚热带果树科学观测实验站, 南宁 530007)

摘要: 为探明与火龙果裂果性相关的果实性状, 以 279 份火龙果种质资源为供试材料, 对单果重、果实纵径、果实横径、果形指数、果脐直径、果脐深度、果脐形状指数、果皮厚度、果脐果萼长度、果萼数量、可食率、果肉中心可溶性固形物含量、果肉边缘可溶性固形物含量等 13 个果实性状与裂果率进行遗传变异分析、相关性分析和多元回归分析。结果表明: 13 个果实性状和裂果率均存在丰富的遗传变异。相关性分析发现裂果率与果脐形状指数的相关系数最大且呈极显著负相关; 裂果率与果形指数和果皮厚度存在显著负相关, 而与可食率和果肉边缘可溶性固形物含量呈现显著正相关。进一步多元线性回归分析表明, 果脐直径和果脐深度是影响裂果率的最主要因素, 共解释裂果率 39.30% 的变异, 而其他果实性状均不能显著影响裂果率。综上所述可知, 果脐形态结构对火龙果的裂果性较为重要, 在耐裂果育种中果脐形状指数可作为一个参考指标。

关键词: 火龙果; 果实性状; 裂果; 相关性分析; 回归分析

Association Analysis of Fruit Traits with Fruit Cracking in Pitaya Germplasm Resources

WU Zhijiang, HUANG Fengzhu, WEI Shuotong, HUANG Lifang, DENG Haiyan,

YE Xiaoying, LIANG Guidong, LI Zhenying, LIU Chaoan, LU Guifeng

(Horticultural Research Institute, Guangxi Academy of Agricultural Sciences / Nanning Investigation Station of South Subtropical Fruit Trees, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Nanning 530007)

Abstract: In order to explore the fruit traits that associate to the fruit cracking in pitaya (*Hylocereus* spp.), 279 pitaya accessions were used as experimental materials in this study. Genetic variation analysis, correlation analysis and multiple regression analysis were performed at 13 fruit traits including individual fruit weight, fruit longitudinal diameter, fruit transversal diameter, fruit shape index, fruit navel diameter, fruit navel depth, fruit navel shape index, skin thickness, fruit bract length in fruit navel, number of fruit bracts, fruit edible rate, soluble solid content (SSC) of central pulp, and pulp margin SSC with fruit cracking rate. The results revealed abundant genetic variations at 13 fruit traits and fruit cracking rate. By the correlation analysis, the correlation coefficient between fruit cracking rate and fruit navel shape index was the largest, showing a highly significant negative correlation. Fruit cracking rate was negatively correlated with fruit shape index and skin thickness, but positively correlated with edible rate and pulp margin SSC. The multiple linear regression analysis showed that fruit navel diameter and navel depth were the two most important factors affecting fruit cracking rate, accounting for 39.30% of the variation. No significance was detected at other fruit traits to fruit cracking rate. Collectively, the morphological structure of the fruit navel is of importance to the fruit cracking of pitaya, and the fruit navel shape index can be used as a reference index in breeding of cracking tolerance varieties.

Key words: pitaya; fruit traits; fruit cracking; correlation analysis; regression analysis

收稿日期: 2023-07-06 修回日期: 2023-07-23 网络出版日期: 2023-08-18

URL: <https://doi.org/10.13430/j.cnki.jpgr.20230706002>

第一作者研究方向为火龙果种质资源与遗传育种, E-mail: wzj201688@163.com; 黄凤珠为共同第一作者

通信作者: 陆贵锋, 研究方向为火龙果遗传育种, E-mail: 122447160@qq.com

基金项目: 国家自然科学基金(31960578); 广西自然科学基金项目(2022GXNSFAA035612); 广西农业科学院基本科研业务专项资助项目(桂农科 2023YM72)

Foundation projects: National Natural Science Foundation of China (31960578); Guangxi Natural Science Foundation (2022GXNSFAA035612); Fundamental Research Project of Guangxi Academy of Agricultural Sciences (Gui Nong Ke 2023YM72)

火龙果(*Hylocereus* spp.)是起源于中南美洲地区,后传入我国的一种外来热带水果^[1],是近十几年才开始在我国普及并发展起来的一种新兴水果。截至目前,据广西壮族自治区农业科学院园艺研究所火龙果种质资源课题组最新调研数据统计,我国火龙果种植面积已突破8万公顷,为世界种植面积最大的国家。然而,在我国南方主产区露天种植过程中,火龙果裂果一直是困扰种植者的一大生产问题,尤其是在果实成熟期赶上雨天,裂果更加严重。火龙果裂果极大降低了果实的外观品质和商品价值,给广大生产者造成了极大的经济损失。因此,对火龙果裂果这一不良特性开展相关研究并解决裂果问题显得尤为迫切。

据文献报道,许多水果如苹果^[2]、甜樱桃^[3]、葡萄^[4]、李^[5]、石榴^[6]、柿^[7]、荔枝^[8]、梨^[9]、柑橘^[10]、香蕉^[11]等均存在裂果问题。影响水果果实开裂的因素有很多^[12],果园管理(如灌溉和营养)和环境条件(如温度、风和光)均会影响水果开裂^[13]。除此之外,裂果性与果实性状之间也存在不同程度的相关性,包括果实形状、果实大小、果实硬度、果皮的结构和韧度、果皮气孔、渗透压、果肉含水量、果实发育期等性状^[9, 11, 13-14];另有研究报道,果实开裂是一种数量性状,受多个基因控制^[2, 14]。截至目前,有关火龙果裂果方面的研究较少。国内研究者韦兰洁等^[15-16]通过火龙果裂果与果实主要性状的相关性分析发现火龙果裂果与果实硬度、果皮硬度、果皮厚度和粗纤维含量呈负相关,与果实含酸量呈正相关。另有研究者发现裂果与火龙果品种、果实成熟期、挂果量、挂果位置、留树期等因素有关^[17]。广西壮族自治区农业科学院园艺研究所火龙果种质资源课题组前期在火龙果种质资源的调查过程中发现,不同火龙果品种的裂果性存在不同程度的差异,根据田间观察推测这一特性与果脐形状、果实形状或果皮特性可能存在一定的相关性,如果脐收口较宽且浅的品种易从果脐处呈纵向裂开形成顶裂;果形为球形或短椭圆形的品种比长椭圆形的品种裂果严重;果皮薄且脆、弹性差、质地柔软的品种易从果实腹部果皮裂开造成腹裂^[18]。

为了系统研究果实性状与裂果性的关系,本研究利用279份火龙果种质资源,连续6年对单果重、果实纵径、果实横径、果形指数、果脐直径、果脐深度、果脐形状指数、果皮厚度、果脐果萼长度、果萼数量、可食率、果肉中心可溶性固形物含量、果肉边缘可溶性固形物含量等13个果实性状和裂果率进行鉴定,分析果实性状和裂果率的遗传变异,并通

过相关性分析和多元回归分析挖掘影响裂果性的果实性状,以筛选优良基因资源,为火龙果耐裂品种的选育提供参考依据,同时为开展火龙果耐裂果性状相关QTL定位奠定基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料共包括279份火龙果种质资源,其裂果率(表征裂果性)大小不同(详见<https://doi.org/10.13430/j.cnki.jpgr.20230706002>,附表1),种植于农业农村部南宁火龙果种质资源圃,该圃位于南宁市武鸣区广西农业科学院里建科研基地,北纬23°14',东经108°03',海拔99 m左右,属于南亚热带季风气候区,光热充足,雨量充沛,年均气温21.7℃。圃内种质资源主要来源于国内各地区(包括台湾地区)种植的商业品种、本地品种或野生种,种植方法采用柱式栽培,自然条件下花期在4-10月,果期在5-11月,统一采用常规栽培措施进行田间管理。

1.2 测定指标及方法

1.2.1 果实性状 2016-2022年于果实成熟期裂果前进行果实性状测定,包括单果重、果实纵径、果实横径、果形指数、果脐直径、果脐深度、果脐形状指数、果皮厚度、果脐果萼长度、果萼数量、可食率、果肉中心可溶性固形物含量、果肉边缘可溶性固形物含量等13个果实性状,均参照地方标准《火龙果种质资源描述规范》(DB 45/T 1761-2018)^[19]和行业标准《植物品种特异性、一致性和稳定性测试指南 量天尺属》(NY/T 4211-2022)^[20]的要求进行测定。单果重采用精度为0.1 g的电子天平(常熟双杰,TC3K)称重;果实纵径、果实横径、果脐直径、果脐深度、果皮厚度、果脐果萼长度均采用数显游标卡尺(中国得力,DL91150)测量;果肉中心和边缘可溶性固形物含量均采用数显折射仪(日本爱拓,PAL-1)测定。果形指数=果实纵径/果实横径;果脐形状指数=果脐深度/果脐直径;可食率(%)=果肉重量/果实重量×100。每份种质资源取具有代表性的3个果实进行性状测量,数据取平均值。

1.2.2 裂果率 于果实成熟期,选择雨后天晴时测定裂果率,作为火龙果裂果性的表征指标。裂果率公式为:裂果率(%)=裂果数/调查果数×100。

1.3 数据处理和分析

用Excel 2019进行数据统计分析,用IBM SPSS Statistics 27.0进行显著性检验、相关性分析及回归分析。

2 结果与分析

2.1 火龙果种质资源果实性状的遗传变异分析

火龙果种质资源的各个果实性状存在较大差异(表1),数据连续变异表明这些性状均为数量性状。其中,裂果率的变异系数最大,为150.22%,其次是果脐形状指数,为41.27%,可食率的变异系数最小,为8.85%(表1)。总体比较来看,果实内在品质性状(可食率、果肉中心和边缘可溶性固形物含量)的变异系数明显低于外在品质性状(单果重、果实纵径、果实横径、果形指数、果脐直径、果脐深度、

果脐形状指数、果皮厚度、果脐果萼长度、果萼数量)。果肉中心可溶性固形物含量变异范围为10.7%~22.9%,而果肉边缘可溶性固形物含量变异范围为7.8%~15.7%。在调查的279份种质资源中,有54.12%的种质发生裂果(图1),其中云南红肉4号的裂果率最大,为35.36%,其果脐形状指数较小,为0.67;大叶红水晶裂果率为8.22%,其果形指数最小,为0.92;红麒麟的果皮最厚,达5.02 mm,而玉红龙01的果皮最薄,为1.42 mm,可食率较高,为72.32%,其裂果率较大,为23.85%(详见 <https://doi.org/10.13430/j.cnki.jpgr.20230706002>,附表1)。

表1 火龙果果实性状的变异分析

Table 1 Variation of fruit traits in 279 accessions of pitaya

果实性状 Fruit traits	最小值 Min.	最大值 Max.	平均值 Average	标准差 SD	变异系数(%) CV
单果重(g)IFW	89.6	506.3	277.47	99.81	35.97
果实纵径(mm)FLD	51.01	140.68	86.37	15.47	17.91
果实横径(mm)FTD	49.21	102.49	74.09	10.47	14.14
果形指数FSI	0.92	1.56	1.17	0.14	11.58
果脐直径(mm)FND	4.92	24.10	11.74	2.90	24.70
果脐深度(mm)FNDE	1.16	23.68	10.89	3.66	33.59
果脐形状指数FNSI	0.18	2.58	0.98	0.39	41.27
果皮厚度(mm)FST	1.42	5.02	2.47	0.58	23.35
果脐果萼长度(cm)FBLFN	2.32	55.07	32.50	9.84	30.28
果萼数量NFB	13	53	29.55	6.53	22.10
可食率(%)FER	42.36	82.05	69.58	6.16	8.85
果肉中心可溶性固形物含量(%)SSCCP	10.7	22.9	18.12	1.67	9.22
果肉边缘可溶性固形物含量(%)SSCMP	7.8	15.7	12.63	1.19	9.41
裂果率(%)FCR	0	35.36	4.78	7.18	150.22

IFW: Individual fruit weigh; FLD: Fruit longitudinal diameter; FTD: Fruit transversal diameter; FSI: Fruit shape index; FND: Fruit navel diameter; FNDE: Fruit navel depth; FNSI: Fruit navel shape index; FST: Fruit skin thickness; FBLFN: Fruit bract length in fruit navel; NFB: Number of fruit bracts; FER: Fruit edible rate; SSCCP: Soluble solid content of central pulp; SSCMP: Soluble solid content of marginal pulp; FCR: Fruit cracking rate; The same as below

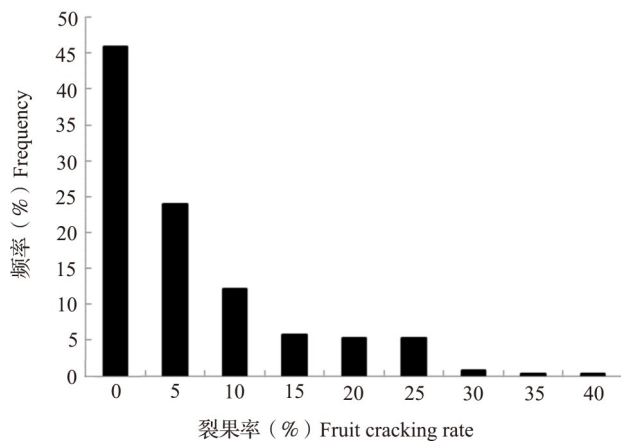


图1 火龙果种质资源的裂果率频率分布

Fig. 1 Distribution of frequency of fruit cracking rate in pitaya germplasm resources

2.2 火龙果裂果率与果实性状的相关性分析

火龙果裂果率与果形指数、果脐直径、果脐深度、果脐形状指数和可食率的相关性达到极显著水平($P < 0.01$),而与果实纵径、果实横径、果皮厚度和果肉边缘可溶性固形物含量的相关性呈显著水平($P < 0.05$),其中与可食率和果肉边缘可溶性固形物含量呈显著正相关,而与果皮厚度呈显著负相关(表2)。裂果率与单果重、果脐果萼长度、果萼数量和果肉中心可溶性固形物含量不存在显著相关性($P > 0.05$)。从相关系数绝对值大小来看(表2),裂果率与果脐形状指数的相关系数绝对值最大,为0.529,且呈极显著负相关;相比其他性状,裂果率与果形指数的相关系数绝对值也较高,为0.383,且同样呈极显著负相关。

表2 火龙果裂果率与果实性状的相关性分析
Table 2 Correlation analysis of fruit cracking rate and fruit traits in pitaya

果实性状 Fruit traits	单果重 IFW	果实纵径 FLD	果实横径 FTD	果形指数 FSI	果脐直径 FND	果脐深度 FNDE	果脐形状 指数 FNSI	果皮厚度 FST	果脐果萼 长度 FBLFN	果萼数量 NFB	可食率 FER	果肉中心 可溶性固 形物含量 SSCCP	果肉边缘 可溶性固 形物含量 SSCMP	裂果率 FCR
单果重IFW	1													
果实纵径FLD	0.854**	1												
果实横径FTD	0.870**	0.773**	1											
果形指数FSI	0.233**	0.579**	-0.060	1										
果脐直径FND	0.146*	0.030	0.235**	-0.262**	1									
果脐深度FNDE	0.364**	0.383**	0.242**	0.268**	0.014	1								
果脐形状指数FNSI	0.199**	0.297**	0.053	0.385**	-0.526**	0.778**	1							
果皮厚度FST	-0.044	0.017	-0.127*	0.204**	-0.075	0.102	0.123*	1						
果脐果萼长度FBLFN	0.374**	0.400**	0.267**	0.272**	0.124*	0.355**	0.214**	-0.134*	1					
果萼数量NFB	-0.177**	-0.199**	-0.093	-0.166**	0.011	-0.031	-0.043	0.156*	-0.245**	1				
可食率FER	0.632**	0.548**	0.647**	0.036	0.193**	-0.011	-0.102	-0.355**	0.250**	-0.173**	1			
果肉中心可溶性固形物含量SSCCP	0.398**	0.263**	0.405**	-0.088	0.088	0.217**	0.139*	-0.099	0.121	0.052	0.225**	1		
果肉边缘可溶性固形物含量SSCMP	0.107	0.063	0.191**	-0.125*	-0.010	-0.050	0.022	-0.111	-0.203**	0.122*	0.165**	0.550**	1	
裂果率FCR	-0.034	-0.151*	0.119*	-0.383**	0.435**	-0.403**	-0.529**	-0.155*	-0.097	0.077	0.175**	0.068	0.146*	1

*表示相关性显著($P<0.05$); **表示相关性极显著($P<0.01$)

* indicates significant correlation at 0.05 probability level; ** indicates highly significant correlation at 0.01 probability level

除了果实横径、果萼数量、可食率和果肉边缘可溶性固形物含量,果脐形状指数与其他性状均存在显著或极显著相关性(表2)。果脐形状指数与单果重、果实纵径、果脐深度、果形指数、果皮厚度和果脐果萼长度均呈显著或极显著正相关;果形指数与单果重、果实纵径、果脐深度、果皮厚度均存在极显著正相关($P<0.01$),而与果脐直径、果萼数量和果肉边缘可溶性固形物含量存在显著或极显著负相关(表2)。

综上,火龙果裂果率与果脐形状指数相关性最高,果脐直径越大,深度越浅,裂果率越高,越容易裂果;否则相反。果实大小(单果重)和形状(果形指数)、果皮厚度与果脐形状指数均存在显著相关性,进而对裂果率产生了影响。

表3 裂果率对果实性状的多元线性回归分析

Table 3 Multiple linear regression analysis of fruit cracking rate on fruit traits

果实性状 Fruit traits	非标准化系数B Unstandardized coefficients B	标准化系数β Standardized coefficients β	t	显著性P值 Significance P-value	方差膨胀因子 Variance inflation factor	F	调整后R ² Adjusted R ²
常量 Constant	-7.779		-0.380	0.704			
果实纵径FLD	-0.067	-0.145	-0.294	0.769	109.372	20.637***	0.393
果实横径FTD	0.133	0.193	0.484	0.629	71.704		
果形指数FSI	-4.579	-0.086	-0.277	0.782	43.694		
果脐直径FND	1.195	0.484	5.263	0	3.800		
果脐深度FNDE	-1.050	-0.536	-4.195	0	7.347		
果脐形状指数FNSI	3.884	0.212	1.440	0.151	9.795		
果皮厚度FST	-0.320	-0.026	-0.483	0.630	1.262		
可食率FER	0.040	0.034	0.482	0.630	2.228		
果肉边缘可溶性固形物含量SSCMP	0.438	0.072	1.436	0.152	1.134		

***表示回归方程线性关系极显著($P<0.001$)

*** indicates highly significant regression equation linear relationship at 0.001 probability level

方差膨胀因子大于10,则说明数据存在多重共线性。本研究中果脐直径和果脐深度的方差膨胀因子均小于10(表3),说明这2个性状不存在多重共线性,结果准确可靠。基于以上分析可得出裂果率的线性回归方程: $Y=-7.779+1.195X_4-1.050X_5$ 。说明果脐直径每增加一个单位,裂果率增加1.195%;

2.3 火龙果裂果率的多元线性回归分析

根据裂果率与果实性状的相关性分析结果,分别以裂果率(Y)为因变量,以果实纵径(X1)、果实横径(X2)、果形指数(X3)、果脐直径(X4)、果脐深度(X5)、果脐形状指数(X6)、果皮厚度(X7)、可食率(X8)、果肉边缘可溶性固形物含量(X9)等9个果实性状为自变量进行多元线性回归分析。分析结果显示,回归方程极显著, $F=20.637, P<0.001$ 。果脐直径和果脐深度极显著影响裂果率,其中果脐直径($B=1.195, \beta=0.484, P<0.001$)显著正向预测裂果率,而果脐深度($B=-1.050, \beta=-0.536, P<0.001$)显著负向预测裂果率。这2个果实性状共解释裂果率39.30%的变异,是影响裂果率的最主要因素。其他果实性状均不能显著影响裂果率(表3)。

果脐深度每增加一个单位,裂果率减少1.050%。

2.4 抗裂果种质筛选

依据裂果率=0和果脐形状指数 ≥ 1.3 的标准,综合考虑其他果实性状的优异特性,筛选出17份抗裂果种质(表4),可作为杂交育种的优选亲本资源。

表4 抗裂果种质资源果实性状

Table 4 Fruit traits of cracking-resistant pitaya accessions

统一编号 Unified code	种质名称 Accession name	单果重(g) IFW	果实纵径(mm) FLD	果实横径(mm) FTD	果形指数 FSI	果脐直径(mm) FND	果脐深度(mm) FNDE	果脐形状指数 FNSI	果皮厚度(mm) FST	可食率(%) FER	果肉中	果肉边	裂果率(%) FCR
											心可溶性固形物含量(%) SSCCP	缘可溶性固形物含量(%) SSCMP	
NYBGXHLG00007	白水晶	174.5	64.33	63.15	1.02	8.56	12.95	1.51	2.59	62.21	19.3	14.5	0
NYBGXHLG00060	粉红龙3号	174.9	85.68	61.45	1.39	9.21	15.09	1.64	2.57	63.58	17.0	12.1	0
NYBGXHLG00088	白肉优株	343.8	103.60	76.63	1.35	6.32	12.44	1.97	2.43	71.65	17.0	11.7	0
NYBGXHLG00097	双色	187.7	69.59	67.21	1.04	7.98	10.43	1.31	2.71	62.78	18.1	12.2	0
NYBGXHLG00103	蜜龙	136.6	70.18	49.50	1.42	9.25	13.16	1.42	3.12	50.97	19.6	14.1	0
NYBGXHLG00160	仙居白肉	482.7	130.45	86.18	1.51	12.30	18.39	1.50	3.16	74.91	18.1	12.6	0
NYBGXHLG00173	软枝大红	500.8	113.85	102.49	1.11	10.01	14.54	1.45	2.57	77.60	20.9	14.6	0
NYBGXHLG00178	桂红龙1号	501.2	116.60	102.29	1.14	9.08	13.24	1.46	2.11	74.40	19.5	12.9	0
NYBGXHLG00180	博白2号	461.7	102.20	87.55	1.17	7.99	10.79	1.35	2.91	75.21	18.8	13.7	0
NYBGXHLG00182	台湾白肉	485.4	140.68	100.79	1.40	9.23	13.02	1.41	2.31	78.80	18.0	13.2	0
NYBGXHLG00202	上海蜜宝	282.3	102.48	78.39	1.31	6.03	9.34	1.55	3.09	68.31	17.9	12.8	0
NYBGXHLG00227	蜜味水晶白	182.7	75.42	65.12	1.16	9.29	12.12	1.30	2.38	72.30	17.7	12.3	0
NYBGXHLG00256	莞华白	461.6	115.93	85.72	1.35	12.83	17.11	1.33	2.93	73.18	19.1	12.2	0
NYBGXHLG00265	燕窝果	265.8	82.72	69.51	1.19	8.35	11.64	1.39	4.22	65.58	22.9	15.6	0
NYBGXHLG00266	金都1号	480.7	100.77	93.98	1.07	8.76	14.39	1.64	2.68	77.92	20.5	12.4	0
NYBGXHLG00267	桂红2号	443.9	98.24	87.49	1.12	10.21	13.86	1.36	2.41	76.89	20.2	12.6	0
NYBGXHLG00279	红金宝	380.6	88.32	79.78	1.11	10.09	13.51	1.34	2.91	72.39	20.9	11.1	0

3 讨论

裂果是果实发育过程中发生的一种生理性病害,多发生于果实成熟期^[21]。果实开裂的诱发因素有很多,涉及品种、水分、营养、病虫害、果实熟期、栽培管理等多个方面^[22]。本课题组在大量的火龙果种植基地走访调研中发现,火龙果果实成熟期间久旱遇雨或下雨时间持续较长均易造成裂果,尤其在7-8月份成熟时,由于温度高且雨水多造成的裂果数量急剧增加。此外,火龙果裂果与果园土壤质地黏重、栽培管理措施不到位等也有关系^[18]。裂果诱发因素中除外部环境因素外,品种是裂果特性的内在因素,是由自身遗传决定的^[14],成熟后发生裂果可能是为了适应环境、传播种子的一种内在机制。据文献报道,与火龙果近缘的野生种仙人掌(*Cereus peruvianus*),其果实在成熟期极易裂果^[23]。本研究中不同的火龙果品种资源具有不同的裂果率,其果实形态特征存在显著差异,具有丰富的遗传变异。通过13个果实性状与裂果率的相关性分

析发现,裂果率与果脐形状指数的相关系数最大且呈显著负相关,而与果形指数和果皮厚度存在显著负相关,这与黄凤珠等^[18]对田间火龙果裂果调查分析的结论一致,其发现抗裂品种果脐收口较窄且深,而易裂品种果脐收口较宽且浅,裂果率最高可达19.4%,而在本研究中云南红肉4号的裂果率更高,达到了35.36%。本研究进一步通过多元线性回归分析发现,果脐直径和果脐深度是极显著影响裂果率的最主要因素,共解释裂果率39.30%的变异,而其他果实性状均不能显著影响裂果率,进一步表明火龙果裂果尤其是顶裂的果实(果实开裂以顶裂为主),果脐的形态结构可能起决定性作用,这一特点与其他作物裂果的方式明显不同,例如番茄^[24]、西瓜^[25]、葡萄^[26]、番荔枝^[27]、甜樱桃^[28]、枣^[29]等,这些果实均呈现出不同规则的腹裂,其开裂程度与果皮的组织结构和力学机械性能直接相关。另外,本研究还发现火龙果裂果率与果肉边缘可溶性固形物含量呈现显著正相关,这表明火龙果裂果可能与糖有关,这可能是糖作为一个内源信号物质^[30],调节

火龙果裂果的一种内在机制。下一步将继续对果脐的组织生化特性、力学机械性能以及控制果脐大小相关的功能基因进行研究和挖掘。

综合相关性和回归分析结果可知,果脐形态结构对火龙果的裂果性较为重要,在耐裂果育种中果脐形状指数可作为一个参考指标。

参考文献

- [1] Ortiz-Hernández Y D, Carrillo-Salazar J A. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): A short review. *Comunicata Scientiae*, 2012, 3(4): 220-237
- [2] Wang Y Y, Guo L H, Zhao X Q, Zhao Y J, Hao Z X, Luo H, Yuan Z H. Advances in mechanisms and omics pertaining to fruit cracking in horticultural plants. *Agronomy*, 2021, 11(6): 1045
- [3] Quero-García J, Letourmy P, Campoy J A, Branchereau C, Malchev S, Barreneche T, Dirlewanger E. Multi-year analyses on three populations reveal the first stable QTLs for tolerance to rain-induced fruit cracking in sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Horticulture Research*, 2021, 8: 136
- [4] Zhu M T, Yu J, Zhao M, Wang M J, Yang G S. Transcriptome analysis of metabolisms related to fruit cracking during ripening of a cracking-susceptible grape berry cv. Xiangfei (*Vitis vinifera* L.). *Genes & Genomics*, 2020, 42(6): 639-650
- [5] 孙国超, 邱霞, 熊博, 汪志辉. 青脆李裂果机理研究. *湖北农业科学*, 2019, 58(18): 74-77
Sun G C, Qiu X, Xiong B, Wang Z H. Mechanism of fruit cracking in Qingcui plum. *Hubei Agricultural Sciences*, 2019, 58(18): 74-77
- [6] Singh A, Shukla A K, Meghwal P R. Fruit cracking in pomegranate: Extent, cause, and management - A review. *International Journal of Fruit Science*, 2020, 20(S3): S1234-S1253
- [7] Yadav A, Kagneton R, Kochanek B, Cohen B, Fennec A, Israel D, Izhaki A, Zilka S, Friedman H. Development of cracks in early-harvested persimmon cultivar and their reduction by preharvest treatments. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 2021, 96(5): 646-652
- [8] Wang J, Wu X F, Tang Y, Li J G, Zhao M L. RNA-Seq provides new insights into the molecular events involved in "Ball-Skin versus Bladder Effect" on fruit cracking in litchi. *International Journal of Molecular Sciences*, 2021, 22(1): 454
- [9] Seo H J, Sawant S S, Song J. Fruit cracking in pears: Its cause and management—A review. *Agronomy*, 2022, 12(10): 2437
- [10] Hardiyanto, Nirmala F D. Application of K, Ca, and Mg on peel thickness and fruit cracking incidence of citrus. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, 2019, 87(3): 45-56
- [11] Khanal B P, Pudasaini K, Sangroula B, Knoche M. Factors determining the mechanical properties of banana fruit skin during induced ripening. *Postharvest Biology and Technology*, 2023, 198: 112252
- [12] Fischer G, Balaguera-López H E, Álvarez-Herrera J. Causes of fruit cracking in the era of climate change: A review. *Agronomía Colombiana*, 2021, 39(2): 196-207
- [13] Khadivi-Khub A. Physiological and genetic factors influencing fruit cracking. *Acta Physiologiae Plantarum*, 2015, 37(1): 1718
- [14] Santos M, Egea-Cortines M, Gonçalves B, Matos M. Molecular mechanisms involved in fruit cracking: A review. *Frontiers in Plant Science*, 2023, 14: 1130857
- [15] 韦兰洁, 陈依丽, 李昌杰, 黎俊辰, 黄馨芸. 火龙果裂果与果实主要性状的相关性分析. *南方农业*, 2022, 16(5): 46-49
Wei L J, Chen Y L, Li C J, Li J C, Huang X Y. Correlation analysis between fruit split and main characters of pitaya fruit. *South China Agriculture*, 2022, 16(5): 46-49
- [16] 韦兰洁, 李昌杰, 黄馨芸, 陈依丽, 张建恒, 黄丽芳. 火龙果果皮组织结构与裂果关系研究. *种子科技*, 2022, 40(4): 4-6, 12
Wei L J, Li C J, Huang X Y, Chen Y L, Zhang J H, Huang L F. Study on the relationship between fruit peel structure and fruit split of pitaya fruit. *Seed Science & Technology*, 2022, 40(4): 4-6, 12
- [17] 杨运良, 李建勋. 火龙果裂果观察及栽培措施对裂果的影响. *中国南方果树*, 2021, 50(3): 91-94
Yang Y L, Li J X. Observation of fruit split and effect of cultivation measures on fruit split of pitaya. *South China Fruits*, 2021, 50(3): 91-94
- [18] 黄凤珠, 陆贵锋, 姜建初. 广西火龙果裂果调查分析及综合防止措施. *南方农业学报*, 2016, 47(4): 599-603
Huang F Z, Lu G F, Jiang J C. Investigation and analysis of pitaya fruit cracking and comprehensive anti-cracking measures. *Journal of Southern Agriculture*, 2016, 47(4): 599-603
- [19] 黄凤珠, 梁桂东, 黄黎芳, 武志江, 陆贵锋, 彭宏祥, 邓海燕. DB 45/T 1761-2018 火龙果种质资源描述规范. 广西: 广西壮族自治区质量技术监督局, 2018
Huang F Z, Liang G D, Huang L F, Wu Z J, Lu G F, Peng H X, Deng H Y. DB 45/T 1761-2018 The description criterion of dragon fruit germplasm. Guangxi: Bureau of Quality and Technical Supervision of Guangxi Zhuang Autonomous Region, 2018
- [20] 秦永华, 胡桂兵, 杨旭红, 饶得花, 孙清明, 吴鹏阳, 张志珂, 孙璐阳, 谢芳芳, 汪燕. NY/T 4211-2022 植物品种特异性、一致性和稳定性测试指南 量天尺属. 北京: 中华人民共和国农业农村部, 2023
Qin Y H, Hu G B, Yang X H, Rao D H, Sun Q M, Wu P Y, Zhang Z K, Sun L Y, Xie F F, Wang Y. NY/T 4211-2022 Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability-Dragon fruit [*Hylocereus* (Berger) Britt. et Rose]. Beijing: Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China, 2023

- [21] 马雯彦, 庞晓明, 续九如, 李颖岳. 果实裂果影响因子研究进展. 华中农业大学学报, 2010, 29(6): 798-804
Ma W Y, Pang X M, Xu J R, Li Y Y. Advances in research on the factors influencing fruit cracking. Journal of Huazhong Agricultural University, 2010, 29(6): 798-804
- [22] 任国慧, 陶然, 文习成, 李玉, 王晨, 房经贵. 重要果树果实裂果现象及防治措施的研究进展. 植物生理学报, 2013, 49(4): 324-330
Ren G H, Tao R, Wen X C, Li Y, Wang C, Fang J G. Advances on fruit cracking and prevention measures of some important fruit trees. Plant Physiology Journal, 2013, 49(4): 324-330
- [23] Mizrahi Y. *Cereus peruvianus* (Koubo) new cactus fruit for the world. Revista Brasileira de Fruticultura, 2014, 36: 68-78
- [24] Diouf I A, Derivot L, Bitton F, Pascual L, Causse M. Water deficit and salinity stress reveal many specific QTL for plant growth and fruit quality traits in tomato. Frontiers in Plant Science, 2018, 9: 279
- [25] Li B B, Lu X Q, Dou J L, Aslam A, Gao L, Zhao S J, He N, Liu W. Construction of a high-density genetic map and mapping of fruit traits in watermelon (*Citrullus lanatus* L.) based on whole-genome resequencing. International Journal of Molecular Sciences, 2018, 19(10): 3268
- [26] 王旭旭, 樊秀彩, 李傲, 张超博, 房经贵, 刘崇怀, 上官凌飞. 葡萄品种资源裂果性状调查与分析. 园艺学报, 2016, 43(11): 2099-2108
Wang X X, Fan X C, Li A, Zhang C B, Fang J G, Liu C H, Shangguan L F. Investigation and analysis on cracking trait in grape berry. Acta Horticulturae Sinica, 2016, 43(11): 2099-2108
- [27] 陈晶晶, 段雅婕, 莫亿伟, 胡玉林, 胡会刚, 谢江辉. 裂果性不同的番荔枝品种果皮中细胞壁代谢相关基因的表达分析. 果树学报, 2015, 32(5): 769-776, 998
Chen J J, Duan Y J, Mo Y W, Hu Y L, Hu H G, Xie J H. Expression analysis of cell wall metabolism gene in pericarp of custard apple cultivars with different fruit cracking characters. Journal of Fruit Science, 2015, 32(5): 769-776, 998
- [28] 张琪静, 谷大军. 甜樱桃果实裂果机理研究进展. 果树学报, 2014, 31(4): 704-709
Zhang Q J, Gu D J. A review of the mechanisms of fruit cracking in sweet cherries. Journal of Fruit Science, 2014, 31(4): 704-709
- [29] 刘志国, 卢艳清, 赵锦, 刘孟军. 枣果吸水动力学和果皮特征对裂果的影响. 植物遗传资源学报, 2015, 16(1): 192-198
Liu Z G, Lu Y Q, Zhao J, Liu M J. The effects of water absorbing dynamics and pericarp structure on fruit cracking in chinese jujube. Journal of Plant Genetic Resources, 2015, 16(1): 192-198
- [30] Durán-Soria S, Pott D M, Osorio S, Vallarino J G. Sugar signaling during fruit ripening. Frontiers in Plant Science, 2020, 11: 564917

附表 1 火龙果种质资源信息表

Table S1 List of attributes of pitaya accessions

序 号 No.	统一编号 Unified code	种质名称 Accession name	裂果率 (%) Fruit cracking rate	序 号 No.	统一编号 Unified code	种质名称 Accession name	裂果率 (%) Fruit cracking rate
1	NYBGXHLG00001	广东普通红肉	5.13	42	NYBGXHLG00044	红叶	1.79
2	NYBGXHLG00002	越南白肉	2.56	43	NYBGXHLG00045	授粉树	30.99
3	NYBGXHLG00003	华农粉枝	0.66	44	NYBGXHLG00046	柬埔寨红肉	20.72
4	NYBGXHLG00004	深圳粉枝	2.53	45	NYBGXHLG00047	景洪红肉	31.25
5	NYBGXHLG00005	越南杂交种	0	46	NYBGXHLG00048	河源-1	8.8
6	NYBGXHLG00006	红水晶	4.71	47	NYBGXHLG00049	红肉优株 1	23.08
7	NYBGXHLG00007	白水晶	0	48	NYBGXHLG00050	河源-2	22.71
8	NYBGXHLG00008	紫红龙 1	1.87	49	NYBGXHLG00051	红肉优株 2	0
9	NYBGXHLG00009	美龙 1 号	1.97	50	NYBGXHLG00052	河源-3	8.96
10	NYBGXHLG00010	南宁白肉-1	0	51	NYBGXHLG00053	河源-4	2.29
11	NYBGXHLG00011	南宁白肉-2	0	52	NYBGXHLG00054	白肉优株 3	0
12	NYBGXHLG00012	紫红龙 5	16.71	53	NYBGXHLG00055	红肉优株 4	20.65
13	NYBGXHLG00013	紫红龙 6	29.36	54	NYBGXHLG00056	红肉优株 5	7.76
14	NYBGXHLG00014	紫红龙 7	7.1	55	NYBGXHLG00057	河源-6	3.9
15	NYBGXHLG00015	紫红龙 8	11.45	56	NYBGXHLG00058	河源-7	8.69
16	NYBGXHLG00016	南宁白肉-3	3.57	57	NYBGXHLG00059	HD-1	0
17	NYBGXHLG00017	南宁红肉-1	15.45	58	NYBGXHLG00060	粉红龙 3 号	0
18	NYBGXHLG00018	隆安野外种	1.39	59	NYBGXHLG00061	云龙	8.46
19	NYBGXHLG00019	南宁红肉-2	0	60	NYBGXHLG00062	玉红龙 26	20.55
20	NYBGXHLG00020	武鸣-2	4.76	61	NYBGXHLG00063	红绣球	0
21	NYBGXHLG00021	武鸣-4	1.27	62	NYBGXHLG00064	无刺红肉	0
22	NYBGXHLG00022	武鸣-6	2.25	63	NYBGXHLG00065	长龙	0
23	NYBGXHLG00023	武鸣-7	11.36	64	NYBGXHLG00066	巨龙	1.67
24	NYBGXHLG00024	武鸣-8	6.89	65	NYBGXHLG00067	福龙	6.67
25	NYBGXHLG00025	武鸣-9	9.62	66	NYBGXHLG00068	地龙	1.19
26	NYBGXHLG00026	武鸣-10	5.63	67	NYBGXHLG00069	云龙 2	0
27	NYBGXHLG00027	武鸣-11	1.39	68	NYBGXHLG00070	卵形云龙	21.19
28	NYBGXHLG00028	武鸣白肉	0	69	NYBGXHLG00071	珠龙	12.27
29	NYBGXHLG00029	武鸣-3	1.52	70	NYBGXHLG00072	玉红龙 01	23.85
30	NYBGXHLG00030	武鸣野外种	0	71	NYBGXHLG00073	玉红龙 02	3.13
31	NYBGXHLG00032	平果野外种	0	72	NYBGXHLG00074	白玉龙 2 号	0
32	NYBGXHLG00033	大嘴红肉	17.37	73	NYBGXHLG00075	白玉龙 3 号	0
33	NYBGXHLG00034	长红	0	74	NYBGXHLG00076	白玉龙 4 号	0
34	NYBGXHLG00035	仙居红肉 3 号	0	75	NYBGXHLG00077	白玉龙 5 号	0
35	NYBGXHLG00037	紫皮红肉 5 号	15.82	76	NYBGXHLG00078	白玉龙 6 号	0
36	NYBGXHLG00038	厚皮红肉 6 号	20.83	77	NYBGXHLG00079	白玉龙 7 号	1.76
37	NYBGXHLG00039	仙居红肉 7 号	0	78	NYBGXHLG00080	湛江白肉 1	0
38	NYBGXHLG00040	红皮砧木	15.45	79	NYBGXHLG00081	湛江白肉 2	0
39	NYBGXHLG00041	仙居红肉 9 号	11.84	80	NYBGXHLG00082	白玉龙 9 号	0
40	NYBGXHLG00042	从化白肉	1.16	81	NYBGXHLG00083	白肉淘汰种	0
41	NYBGXHLG00043	长红 2 号	0	82	NYBGXHLG00084	以色列白肉	0

83	NYBGXHLG00085	红肉优株 6	0	129	NYBGXHLG00132	玉红龙 27	0
84	NYBGXHLG00086	红肉优株 7	18.56	130	NYBGXHLG00133	玉红龙 20	3.1
85	NYBGXHLG00087	红肉优株 8	15.96	131	NYBGXHLG00134	尊龙	0
86	NYBGXHLG00088	白肉优株	0	132	NYBGXHLG00135	祥龙	0
87	NYBGXHLG00089	黑龙	0	133	NYBGXHLG00136	玉红龙 09	0
88	NYBGXHLG00090	橘龙 1	0	134	NYBGXHLG00137	麒麟红 1 号	0
89	NYBGXHLG00091	玉红龙 11	6.31	135	NYBGXHLG00138	巨龙果	0
90	NYBGXHLG00092	玉红龙 12	15.16	136	NYBGXHLG00139	粉红龙 1 号	1.59
91	NYBGXHLG00093	玉红龙 13	8.16	137	NYBGXHLG00140	云南红肉 1 号	0
92	NYBGXHLG00094	玉红龙 14	3.83	138	NYBGXHLG00141	云南粉肉	3.17
93	NYBGXHLG00095	玉红龙 15	0	139	NYBGXHLG00142	云南红肉 4 号	35.36
94	NYBGXHLG00096	玉红龙 16	11.27	140	NYBGXHLG00143	云南红肉 5 号	14.29
95	NYBGXHLG00097	双色	0	141	NYBGXHLG00144	云南红肉 6 号	7.26
96	NYBGXHLG00098	玉红龙 18	18.36	142	NYBGXHLG00145	玉红龙 19	19.05
97	NYBGXHLG00099	红肉 9 号	2.97	143	NYBGXHLG00146	玉红龙 21	2.66
98	NYBGXHLG00100	湛江 10 号	0	144	NYBGXHLG00147	玉红龙 22	5.71
99	NYBGXHLG00101	湛江 11 号	14.68	145	NYBGXHLG00148	玉红龙 23	2.51
100	NYBGXHLG00102	湛江 12 号	23.92	146	NYBGXHLG00150	玉红龙 31	23.21
101	NYBGXHLG00103	蜜龙	0	147	NYBGXHLG00151	玉红龙 28	1.59
102	NYBGXHLG00105	红玫瑰 1 号	1.76	148	NYBGXHLG00152	玉红龙 29	3.5
103	NYBGXHLG00106	白肉-4	0	149	NYBGXHLG00153	玉红龙 30	0
104	NYBGXHLG00107	紫水晶	8.06	150	NYBGXHLG00154	玉红龙 25	0
105	NYBGXHLG00108	红玫瑰 2 号	18.75	151	NYBGXHLG00155	玉红龙 10	20.24
106	NYBGXHLG00109	红玫瑰 4 号	20.35	152	NYBGXHLG00156	海红 1	19.41
107	NYBGXHLG00110	红玫瑰 5 号	15.59	153	NYBGXHLG00157	海红 2	6.38
108	NYBGXHLG00111	美龙 2 号	1.58	154	NYBGXHLG00158	玉红龙 32	23.33
109	NYBGXHLG00112	美龙 3 号	3.97	155	NYBGXHLG00159	紫衫 1 号	0
110	NYBGXHLG00113	紫龙	3.55	156	NYBGXHLG00160	仙居白肉	0
111	NYBGXHLG00114	南宁蜜龙	2.05	157	NYBGXHLG00161	粗薇	1.79
112	NYBGXHLG00115	粉红龙 2 号	0	158	NYBGXHLG00162	玫瑰 2 号	1.11
113	NYBGXHLG00116	红肉 1 号	5.42	159	NYBGXHLG00163	玫瑰 1 号	5.56
114	NYBGXHLG00117	红肉 4 号	14.58	160	NYBGXHLG00164	美龙 5 号	7.78
115	NYBGXHLG00118	白肉 2 号	2.32	161	NYBGXHLG00165	白花红肉 1	3.85
116	NYBGXHLG00119	红肉 2 号	2.34	162	NYBGXHLG00166	灵山霸王花	0
117	NYBGXHLG00120	红肉 3 号	22.03	163	NYBGXHLG00167	田东野外种	0
118	NYBGXHLG00121	玉红龙 03	22.34	164	NYBGXHLG00168	晶红龙	1.71
119	NYBGXHLG00122	长红 1 号	0	165	NYBGXHLG00169	罗甸 3 号	12.12
120	NYBGXHLG00123	玉红龙 04	0	166	NYBGXHLG00170	罗甸野外种	0
121	NYBGXHLG00124	巨红 2 号	0	167	NYBGXHLG00171	罗甸 2 号	11.7
122	NYBGXHLG00125	玉红龙 05	0	168	NYBGXHLG00172	呈祥 1 号	0
123	NYBGXHLG00126	早花红龙 1	0	169	NYBGXHLG00173	软枝大红	0
124	NYBGXHLG00127	玉红龙 07	0	170	NYBGXHLG00174	蜜红	0
125	NYBGXHLG00128	玉红龙 08	0	171	NYBGXHLG00175	良丽 6 号	7.05
126	NYBGXHLG00129	遂溪 3 号	8.4	172	NYBGXHLG00176	红玫瑰 9 号	2.28
127	NYBGXHLG00130	巨红 1 号	0	173	NYBGXHLG00177	良丽 2 号	10.32
128	NYBGXHLG00131	玫瑰红	3.46	174	NYBGXHLG00178	桂红龙 1 号	0

175	NYBGXHLG00179	富贵红(福建)	7.85	221	NYBGXHLG00229	帝龙	0
176	NYBGXHLG00180	博白2号	0	222	NYBGXHLG00231	贵妃红	2.42
177	NYBGXHLG00181	大红(福建)	3.69	223	NYBGXHLG00232	实生株	0
178	NYBGXHLG00182	台湾白肉	0	224	NYBGXHLG00233	金良	5.24
179	NYBGXHLG00183	橘龙2	1.26	225	NYBGXHLG00235	杨柑白肉	2.15
180	NYBGXHLG00184	福建红肉	0	226	NYBGXHLG00236	杨柑红肉	13.33
181	NYBGXHLG00185	紫红小果	0	227	NYBGXHLG00238	450(湛江)	3.15
182	NYBGXHLG00186	福建红肉	0	228	NYBGXHLG00239	木兰果	1.67
183	NYBGXHLG00187	夏门白肉	0	229	NYBGXHLG00240	白水晶实生株	0
184	NYBGXHLG00188	白花红肉2	6.06	230	NYBGXHLG00241	紫丁香	1.39
185	NYBGXHLG00189	福建白肉	0	231	NYBGXHLG00242	双色(巴马)	0
186	NYBGXHLG00190	云南野外种	0	232	NYBGXHLG00243	紫蜜龙(巴马)	0
187	NYBGXHLG00191	中石农	0	233	NYBGXHLG00244	台农4号(巴马)	5.77
188	NYBGXHLG00192	良丽1号	14.54	234	NYBGXHLG00245	大红(巴马)	2.86
189	NYBGXHLG00193	冠强红肉	13.33	235	NYBGXHLG00246	粤红	0
190	NYBGXHLG00194	光明红	5.56	236	NYBGXHLG00247	泰国大红	1.45
191	NYBGXHLG00195	云南双色	0	237	NYBGXHLG00248	巴马野外种	0
192	NYBGXHLG00196	云南优株	2.15	238	NYBGXHLG00249	台农3号(巴马)	0
193	NYBGXHLG00197	云南红肉	4.55	239	NYBGXHLG00250	台农(巴马)	0
194	NYBGXHLG00198	大叶红水晶	8.22	240	NYBGXHLG00251	宁明白肉	0
195	NYBGXHLG00199	红麒麟	0	241	NYBGXHLG00252	粉水晶	0
196	NYBGXHLG00200	双色果	9.68	242	NYBGXHLG00253	红冠1号	2.56
197	NYBGXHLG00201	粉肉果	0	243	NYBGXHLG00254	莞华红	1.46
198	NYBGXHLG00202	上海蜜宝	0	244	NYBGXHLG00255	红花青龙	0
199	NYBGXHLG00203	红玫瑰8号	18.18	245	NYBGXHLG00256	莞华白	0
200	NYBGXHLG00204	长龙(上海)	0	246	NYBGXHLG00259	双色1号	0
201	NYBGXHLG00205	黄麒麟	0	247	NYBGXHLG00260	富贵红(云南)	3.51
202	NYBGXHLG00206	玫瑰香	9.23	248	NYBGXHLG00261	香蜜龙	0.87
203	NYBGXHLG00207	御红龙	2.29	249	NYBGXHLG00262	蜜宝(云南)	1.54
204	NYBGXHLG00208	紫罗兰	0	250	NYBGXHLG00263	石火泉	3.65
205	NYBGXHLG00209	玉红龙1号	9.55	251	NYBGXHLG00264	金钻	0
206	NYBGXHLG00210	玉红龙2号	8.75	252	NYBGXHLG00265	燕窝果	0
207	NYBGXHLG00211	紫蜜龙(平果)	0	253	NYBGXHLG00266	金都1号	0
208	NYBGXHLG00212	灵山红肉1	1.6	254	NYBGXHLG00267	桂红2号	0
209	NYBGXHLG00215	无刺红龙	0	255	NYBGXHLG00268	台农3号(龙州)	0
210	NYBGXHLG00216	台1号	0	256	NYBGXHLG00270	龙州02	8.41
211	NYBGXHLG00217	台2号	0	257	NYBGXHLG00271	龙州03	0
212	NYBGXHLG00218	台3号	0	258	NYBGXHLG00272	龙州04	0
213	NYBGXHLG00219	台4号	0	259	NYBGXHLG00273	龙州05	0
214	NYBGXHLG00220	台5号	3.4	260	NYBGXHLG00274	龙州06	9.38
215	NYBGXHLG00221	台11号	0	261	NYBGXHLG00276	龙州08	0
216	NYBGXHLG00223	越引1号	13.16	262	NYBGXHLG00277	龙州09	0
217	NYBGXHLG00224	越引2号	16.17	263	NYBGXHLG00278	安吉房顶	0
218	NYBGXHLG00226	台农(海口)	0	264	NYBGXHLG00279	红金宝	0
219	NYBGXHLG00227	蜜味水晶白	0	265	NYBGXHLG00280	红玫瑰	11.63
220	NYBGXHLG00228	紫蜜龙(海口)	0	266	NYBGXHLG00281	蜜玄龙	0

267	NYBGXHLG00282	红宝龙（隆安）	0	274	NYBGXHLG00290	美龙 7 号	3.02
268	NYBGXHLG00283	隆安双色	0	275	NYBGXHLG00291	嫦娥 1 号	3.7
269	NYBGXHLG00285	北海 01	0	276	NYBGXHLG00293	大宅白肉	0
270	NYBGXHLG00286	贵台 1	0	277	NYBGXHLG00294	夏威夷	0
271	NYBGXHLG00287	贵台 2	0	278	NYBGXHLG00298	青玉龙	0
272	NYBGXHLG00288	灿红	4.44	279	NYBGXHLG00303	珍珠红	3.58
273	NYBGXHLG00289	美龙 6 号	0				

统一编号由农业部简称“NYB”+广西简称“GX”+火龙果简称“HLG”+5位顺序号组成，具有唯一性

The unified code is composed of Ministry of Agriculture referred to as 'NYB', Guangxi referred to as 'GX', dragon fruit referred to as 'HLG' and 5-digit numbers, which is unique