

# 火参果果实性状评价与种质创制

王吉明, 卢兰迎, 韩小旭, 尚建立, 李娜, 周丹, 马双武

(中国农业科学院郑州果树研究所 郑州 450009)

**摘要:** 火参果是我国近年发展较快的新型瓜类作物, 针对我国火参果种质资源稀少的现状, 笔者持续开展了火参果种质资源引进、收集和保存工作, 对前期引进的 42 份火参果种质资源的主要果实性状进行了初步评价, 筛选出部分优异种质; 另以优异种质 TY18 与 TY19-2 为亲本, 通过杂交转育方式创制出无刺、黄果类型种质, 该种质拥有明显不同于常规种质的果实外形和较高可溶性固形物含量的优质性状, 为一种新种质, 暂命名为火星 20, 具有良好的栽培应用价值和育种利用前景。

**关键词:** 火参果; 种质资源; 果实性状评价; 种质创制

中图分类号: S652.9 文献标志码: A 文章编号: 1673-2871(2022)10-083-06

## Fruit character evaluation and germplasm breeding of kiwano germplasm resources

WANG Jiming, LU Lanying, HAN Xiaoxu, SHANG Jianli, LI Na, ZHOU Dan, MA Shuangwu

(Zhengzhou Fruit Research Institute, CAAS, Zhengzhou 450009, Henan, China)

**Abstract:** Kiwano is a new melon crop developed and planted in China in recent years, in view of the scarcity of kiwano germplasm resources in China, we have continuously carried out the introduction, collection and preservation of kiwano germplasm resources. In this paper, the main fruit characteristics of 42 kiwano germplasm resources introduced in the early stage were preliminarily evaluated and some excellent germplasm were screened. In addition, the non prickly and yellow fruit type germplasm was bred by cross between parents TY18 and TY19-2, the germplasm has the high-quality characteristics of fruit shape and higher soluble solid content, which are significantly different from the conventional germplasm an so it is a new germplasm, temporarily named Huoxing 20, and has good cultural application value and breeding utilization prospect.

**Key words:** Kiwano; Germplasm resources; Fruit character evaluation; Germplasm breeding

火参果(*Cucumis metuliferus*), 也称火星果、非洲蜜瓜、刺角瓜、非洲角瓜、火天桃等, 原产于非洲亚撒哈拉地区, 一年生蔓生植物, 雌雄同株, 果实以椭圆形居多, 果实发育期 40 d 左右, 未成熟果为深绿色, 成熟后转为醒目的黄色或橙红色, 果实表面分布短粗的果刺, 外形似海参, 十分漂亮, 果肉为果冻状, 颜色以淡绿色或翠绿色为主, 少数种质为淡黄色, 果肉由柔软的种囊组成, 内含许多种子, 酸甜味, 带有黄瓜、柠檬混合味道。1993 年我国出现火参果的报道<sup>[1]</sup>, 2007 年起笔者陆续将其作为甜瓜种质资源引进和保存<sup>[2]</sup>, 2010 年后国内开始生产种植火参果, 由于火参果坐果能力强, 每 667 m<sup>2</sup> 可结果

8000 个左右<sup>[3]</sup>, 经济效益较高(以单果计价)。因此, 近年来火参果栽培发展较快, 目前在全国大部分地区均有种植, 以福建、江西等南方省份种植较多, 呈现新型瓜果快速发展的态势。与火参果市场快速发展现状相比, 火参果种质资源评价与种质创制等方面的研究却十分滞后。通过检索国内外文献发现, 仅有罗马尼亚的 Vinatoru 等<sup>[4]</sup>选育出 8 个不同类型的单系, 以及美国育种家筛选 5 份应用前景良好材料的论文<sup>[5]</sup>, 关于种质创制与品种选育研究迄今为止未见报道, 栽培上可选择的品种有限, 缺乏专用的优质品种, 难以满足大众化的消费需求, 市场空间较为有限, 制约了火参果产业的进一步发

收稿日期: 2022-04-10; 修回日期: 2022-08-31

基金项目: 河南省重点研发与推广专项(202102110038); 中国农业科学院科技创新工程(CAAS-ASTIP-2015-ZFRI-06); 国家西瓜产业技术体系“种质资源收集与评价岗位”(CARS-25)

作者简介: 王吉明, 男, 副研究员, 研究方向为西瓜甜瓜种质资源。E-mail: wangjiming@caas.cn

通信作者: 马双武, 男, 研究员, 研究方向为西瓜甜瓜种质资源。E-mail: mashuangwu@caas.cn

展<sup>[6]</sup>。有鉴于此,笔者在前期收集保存火参果种质资源基础上,对火参果种质资源果实性状评价进行了初步评价,并利用优异性状进行了种质创制,旨在为火参果新品种选育奠定基础,以期推动我国火参果产业的发展。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

以收集保存的42份火参果种质资源为研究材料,为2007年后从美国引进收集的种质,在前期初步种植观察基础上,按照TY01~TY41对材料进行田间编号(其中TY19分离为TY19-1与TY19-2),按种质原产地分别为津巴布韦31份、南非5份、赞比亚和布隆迪各1份,原产地不明4份;按种质类型可分为栽培品种28份、地方品种6份、野生种质6份,未知种质类型2份(表1)。

表1 火参果种质资源基本信息表

种质编号	来源地	原产地	种质类型	种质编号	来源地	原产地	种质类型
TY01	美国	布隆迪	地方品种	TY21	美国	津巴布韦	栽培品种
TY02	美国	津巴布韦	地方品种	TY22	美国	津巴布韦	栽培品种
TY03	美国	津巴布韦	地方品种	TY23	美国	津巴布韦	栽培品种
TY04	美国	津巴布韦	地方品种	TY24	美国	津巴布韦	栽培品种
TY05	美国	赞比亚	地方品种	TY25	美国	津巴布韦	栽培品种
TY06	美国	未知	未知	TY26	美国	津巴布韦	栽培品种
TY07	美国	津巴布韦	栽培品种	TY27	美国	津巴布韦	栽培品种
TY08	美国	津巴布韦	栽培品种	TY28	美国	津巴布韦	栽培品种
TY09	美国	津巴布韦	栽培品种	TY29	美国	津巴布韦	栽培品种
TY10	美国	津巴布韦	栽培品种	TY30	美国	津巴布韦	栽培品种
TY11	美国	津巴布韦	栽培品种	TY31	美国	津巴布韦	栽培品种
TY12	美国	津巴布韦	栽培品种	TY32	美国	津巴布韦	野生
TY13	美国	津巴布韦	栽培品种	TY33	美国	津巴布韦	野生
TY14	美国	津巴布韦	栽培品种	TY34	美国	未知	野生
TY15	美国	津巴布韦	栽培品种	TY35	美国	未知	未知
TY16	美国	津巴布韦	栽培品种	TY36	美国	未知	栽培品种
TY17	美国	津巴布韦	栽培品种	TY37	美国	南非	栽培品种
TY18	美国	津巴布韦	栽培品种	TY38	美国	南非	野生
TY19-1	美国	津巴布韦	栽培品种	TY39	美国	南非	野生
TY19-2	美国	津巴布韦	栽培品种	TY40	美国	南非	地方品种
TY20	美国	津巴布韦	栽培品种	TY41	美国	南非	野生

### 1.2 方法

种质资源果实性状评价试验于2018年3—6月在中国农业科学院郑州果树研究所进行,每份种质种植3株,3次重复,随机区组排列;种质创制研究于2015年3月至2020年6月进行。

1.2.1 育苗及栽培管理 每份材料取种子10粒,用棉布包好,按序号排列,用橡皮筋捆扎好后浸种12 h,取出后拧掉多余的水分,置于32℃培养箱中培养24 h,此时大部分种子发芽,播种于5×10穴的营养盘中,置于苗床上。苗床采用电热线加热,设置温度白天20℃、夜晚15℃,并进行遮光短日照处理(每天8 h光照),以促进花芽分化,1个月后移栽在玻璃温室内。采用单蔓吊蔓密植栽培方式,株距0.3 m、行距1.2 m,伸蔓期摘除多余的侧

蔓,留主蔓向上牵引攀爬,待主蔓长到1.5 m时摘顶。

1.2.2 果实性状调查与评价 2018年3月10日育苗,4月8日移栽于玻璃温室中,5月1日开始坐果,6月15日果实逐渐成熟,参照马双武等<sup>[7]</sup>编写的《甜瓜种质资源描述规范与数据标准》,在果实发育期观测果实主要性状,包括果形、果肉颜色、果肉类型、可溶性固形物含量、果肉味道、未成熟果颜色、果面棱、果实大小、果皮厚度和果面刺共10个性状,进行性状描述和评价(表2)。

1.2.3 种质创制 在种质资源果实性状评价基础上筛选优异种质,以聚合果面无刺、黄果2种优异性状为目标,采用杂交转育方式创制具有良好栽培价值或育种利用前景的优质种质。

表2 火参果果实性状描述和评价标准

果实性状	性状描述和评价
果形	1. 圆形,2. 卵圆形,3. 椭圆形,4. 长形。
果肉颜色	1. 淡绿色,2. 绿色。
果肉类型	1. 果汁型,2. 果冻型。
可溶性固形物含量	1. 低(<6.0%),2. 中(6.0%~7.5%),3. 高(>7.5%)。
果肉味道	1. 酸甜,2. 苦。
未成熟果颜色	1. 黄,2. 深绿。
果面棱	1.3 棱,2.4 棱,3. 圆润。
果实大小(单瓜质量)	1. 小(<150 g),中(150~180 g),中大(>180~220 g),大(>220 g)。
果皮厚度	1. 薄(<4 mm),2. 中(4~6 mm),3. 厚(>6 mm)。
果面刺	1. 有,2. 无。

## 2 研究结果

### 2.1 火参果种质资源主要果实性状评价

对包括果实外观、品质和产量在内的主要相关性状进行了描述和评价(表3),具体如下。

2.1.1 果实外观性状 包括果形、果面棱、果面刺、未成熟果实颜色性状。(1)果形:不同火参果种质资源之间的果实形状存在较大差异,从长形、椭圆形、卵圆形到圆形均有分布(图1),同一株不同坐果部位的果实形状也略有不同,通常靠近根部的果实较短、较圆,因此选择中部坐果部位的果实为调查对象。结果表明,在42份研究材料中,7份种质的果实形状为长形,分别为TY02、TY06、TY08、TY18、TY21、TY28和TY41,占研究材料总量的16.67%,一般来说长形种质具有大果育种利用潜力,为优质性状;另有31份种质的果实形状为椭圆形,占研究材料总量的73.81%,卵圆形和圆形种质各2份,均占研究材料总量的4.76%。(2)果面棱:大部分火参果果实表面纵向分布有3条棱或4条棱,相应的果实横截面呈近三角形或方形(图2),果面存在棱不仅影响果实外观,而且会降低果实的可食率,表面无棱果实的外观较为圆润,横截面呈圆形,可食率较高,为优质性状。结果表明,在42份研究材料



1. 圆形(TY15)

2. 卵圆形(TY30)

3. 椭圆形(TY04)

4. 长形(TY06)

图1 果形性状



1. 3 棱(TY029)

2. 4 棱(TY30)

3. 无果棱(圆润, TY06)

图2 果面棱性状

中,有6份种质为无果棱(圆润),分别为TY06、TY12、TY30、TY32、TY37、TY40,占研究材料总量的14.28%;另有27份种质的果面棱为3棱,占研究材料总量的64.29%,9份种质的果面棱为4棱,占研究材料总量的21.43%。(3)果面刺:现有的文献报道的火参果果实表面均分布着尖锐的刺,是火参果果实的主要外观特征,未见果面无刺火参果种质的报道。在本研究的42份种质资源中筛选出2份果面无刺的特殊种质,分别为TY11(图3)和TY18,占

研究材料总量的4.76%,显然果面无刺性状方便消费者食用,有利于果实包装和运输,避免在包装运输途中因果实相互扎伤引起腐烂,可作为优异性状加以利用。(4)未成熟果实颜色:火参果未成熟果实颜色通常为深绿色,成熟后转变为黄色和橙黄色,在本研究所用的42份火参果种质资源中发现1份未成熟果实颜色为黄色的种质(图4),为TY19-2,即从原TY19中分离出来的新型种质,可能为自然突变材料,其果实自膨大到成熟转色前一直为黄



1. 有刺 (TY07)                      2. 无刺 (TY11)

图3 果面刺性状



1. 深绿色 (TY04)                      2. 黄色 (TY19-2)

图4 未成熟果颜色

表3 火参果种质资源的果实性状描述和评价结果

种质编号	果形	果肉颜色	果肉类型	可溶性固形物含量	未成熟果颜色	果面棱	果实大小	果皮厚度	果面刺	果肉味道
TY01	椭圆	绿色	果冻型	中	深绿	三棱	中	中	有刺	酸甜
TY02	长	绿色	果冻型	中	深绿	三棱	大	中	有刺	酸甜
TY03	椭圆	绿色	果冻型	中	深绿	四棱	中	中	有刺	酸甜
TY04	椭圆	淡绿色	果冻型	低	深绿	四棱	中	薄	有刺	酸甜
TY05	椭圆	绿色	果冻型	中	深绿	三棱	中小	中	有刺	酸甜
TY06	长	绿色	果冻型	中	深绿	圆润	大	中	有刺	酸甜
TY07	椭圆	淡绿色	果冻型	中	深绿	四棱	中	厚	有刺	酸甜
TY08	长	淡绿色	果冻型	低	深绿	三棱	中大	厚	有刺	酸甜
TY09	椭圆	绿色	果冻型	中	深绿	三棱	中	厚	有刺	酸甜
TY10	椭圆	绿色	果冻型	中	深绿	三棱	中小	薄	有刺	酸甜
TY11	圆	绿色	果冻型	低	深绿	三棱	中大	厚	无刺	酸甜
TY12	椭圆	绿色	果汁型	高	深绿	圆润	中	薄	有刺	酸甜
TY13	椭圆	淡绿色	果冻型	中	深绿	三棱	中	中	有刺	酸甜
TY14	椭圆	淡绿色	果冻型	中	深绿	三棱	中大	中	有刺	酸甜
TY15	圆	绿色	果冻型	中	深绿	三棱	小	中	有刺	酸甜
TY16	椭圆	绿色	果冻型	中	深绿	三棱	中	中	有刺	酸甜
TY17	椭圆	绿色	果冻型	中	深绿	四棱	中	中	有刺	酸甜
TY18	长	淡绿色	果冻型	中	深绿	四棱	中大	厚	无刺	酸甜
TY19-1	椭圆	绿色	果冻型	中	深绿	四棱	中大	薄	有刺	酸甜
TY19-2	椭圆	绿色	果冻型	中	黄	三棱	中大	中	有刺	酸甜
TY20	椭圆	绿色	果冻型	中	深绿	三棱	中小	中	有刺	酸甜
TY21	长	绿色	果冻型	中	深绿	三棱	中	中	有刺	酸甜
TY22	椭圆	绿色	果冻型	中	深绿	三棱	中大	中	有刺	酸甜
TY23	椭圆	绿色	果冻型	中	深绿	三棱	中大	中	有刺	酸甜
TY24	椭圆	绿色	果冻型	低	深绿	三棱	中大	中	有刺	酸甜
TY25	椭圆	淡绿色	果冻型	低	深绿	三棱	中大	中	有刺	酸甜
TY26	椭圆	绿色	果冻型	中	深绿	三棱	中	厚	有刺	酸甜
TY27	椭圆	绿色	果冻型	低	深绿	三棱	中	厚	有刺	酸甜
TY28	长	淡绿色	果冻型	中	深绿	三棱	大	中	有刺	酸甜
TY29	椭圆	淡绿色	果冻型	中	深绿	四棱	中大	薄	有刺	酸甜
TY30	卵圆	绿色	果冻型	中	深绿	圆润	中大	薄	有刺	酸甜
TY31	卵圆	绿色	果冻型	中	深绿	三棱	中大	薄	有刺	酸甜
TY32	椭圆	绿色	果冻型	低	深绿	圆润	中	中	有刺	酸甜
TY33	椭圆	绿色	果冻型	中	深绿	四棱	中大	薄	有刺	苦
TY34	椭圆	绿色	果冻型	中	深绿	三棱	中	薄	有刺	酸甜
TY35	椭圆	绿色	果冻型	高	深绿	三棱	中小	薄	有刺	酸甜
TY36	椭圆	绿色	果冻型	中	深绿	三棱	中	薄	有刺	酸甜
TY37	椭圆	绿色	果冻型	中	深绿	圆润	中	薄	有刺	酸甜
TY38	椭圆	绿色	果冻型	中	深绿	三棱	中	薄	有刺	酸甜
TY39	椭圆	绿色	果冻型	中	深绿	三棱	中大	中	有刺	酸甜
TY40	椭圆	绿色	果冻型	中	深绿	圆润	中	薄	有刺	酸甜
TY41	长	绿色	果冻型	中	深绿	四棱	中大	中	有刺	酸甜

绿色,显著不同于其他种质,该性状有利于提高火参果外观商品价值,为优异性状。

**2.1.2 品质性状** (1)可溶性固形物含量:火参果可溶性固形物含量高低与风味、口感密切相关,含量高的果实酸甜味较浓,口感较好,属于优质性状。在研究的种质资源中,可溶性固形物含量高的种质为 TY12 和 TY35,占研究材料总量的 4.76%;可溶性固形物含量中和含量低的种质为 33 份和 7 份,分别占研究材料总量的 78.57%和 16.67%,与西瓜甜瓜等可溶性固形物含量高的瓜果相比,火参果可溶性固形物含量整体偏低,需要重点改良。(2)果肉颜色:火参果的果肉颜色性状可分为淡绿色和绿色,是较为稳定的性状,与坐果部位高低关系不大,但与成熟度有一定关系,通常过熟的果肉颜色较深,而成熟度差的果肉颜色较浅,深绿色果肉的果实更易于被消费者接受。果肉颜色调查结果表明,在 42 份研究材料中,9 份种质的果肉为淡绿色,分别为 TY04、TY07、TY08、TY13、TY14、TY18、TY25、TY29、TY28,占研究材料总量的 21.43%,其余种质的果肉为绿色,占研究材料总量的 78.57%。(3)果肉类型:绝大多数火参果的果肉主要由胶质状的种囊组成,呈果冻状,即果冻型果肉,在本研究中发现 1 份火参果(TY12)的种囊较薄,果汁含量较多,即果汁型果肉,该种质果实切开后很容易挤出果汁直接饮用,具有良好的可食性,为优异性状。(4)果实味道:大多数火参果为酸甜味,具有特有的风味,但在本研究中发现 1 份火参果种质的果实为苦味(TY33),根据相关文献,苦味火参果因为含有

瓜类的三萜类物质对肝脏和肾脏具有毒性而不能食用<sup>[6]</sup>。因此该份种质应从育种备选材料中移除,并避免在种植过程中与其他材料发生杂交而将苦味控制基因转移到目标种质中。

**2.1.3 产量性状** (1)果实大小:火参果具有连续结果的特性,果实大小与产量密切相关。在 42 份研究材料中,3 份种质的果实评价为大,平均单果质量大于 220 g,为优异性状,分别为 TY02、TY06 和 TY28,占研究材料总量的 7.14%,16 份和 18 份种质的果实评价为中大和中,分别占研究材料总量的 38.09%和 42.86%,5 份种质的果实评价为小,占研究材料总量的 11.91%。(2)果皮厚度:果皮厚度与果肉产量密切相关,果皮薄的果肉可食率较高,在 42 份研究材料中,14 份种质的果皮厚度小于 5.0 mm,评价为薄,为优质性状,占研究材料总量的 33.33%,21 份种质的果皮厚度评价为中,占研究材料总量的 50.00%,7 份种质的果皮厚度评价为厚,占研究材料总量的 16.67%。

## 2.2 火参果种质创制

2015 年以具有果实无刺性状的种质 TY018、黄果性状的种质 TY019-2 为亲本进行杂交,从杂交后代分离群体( $F_2$ 代)中筛选无刺黄果性状后代,再选择大果型、可溶性固形物含量高的后代单株为目标经过 4 代定向自交,于 2020 年创制出聚合了无刺、黄果优异性状的种质,取名为火星 20(图 5)。

**2.2.1 基本特性** 创制的火参果种质火星 20 植株长势中等,分枝能力较强,与普通种质相比,火星 20 雌花花冠较大,花冠的种质特征较为明显;果实为



注:左为火星 20,右为常规对照种质。

图 5 火参果新种质火星 20 与对照果实比较

椭圆形,果面无刺,偶见小的瘤状突起,雌花开放时子房壁(幼果皮)即表现为淡黄色,并在果实成熟转色前保持淡黄色,明显区别于普通种质的果实,成熟后进入果实转色期,果实逐渐转变为金黄色,具有较强的观赏性,类似火星,从而取名火星 20。吊蔓栽培条件下平均单果质量在 230 g 左右,产量高,667 m<sup>2</sup>可结果 8000 个左右。在抗性方面,火星 21 高抗根结线虫病、抗枯萎病,耐重茬栽培能力强,经过在根结线虫密度较大的重茬地栽培观察,火星 20 根系完整性好,根系上发生的线虫根结稀少,发生枯萎或死亡植株的比例很低;不抗白粉病、霜霉病、病毒病等叶面病害;但在生长良好条件下火星 20 可以通过较强的侧枝再生能力减轻白粉病、霜霉病对植株产生的危害。

**2.2.2 品质性状** 经过栽培对比试验,结合市场上不同产地的商品果比较,表明火星 20 具有较高的可溶性固形物含量,中心平均可溶性固形物含量为 8.5%,最高可达到 10.0%,呈现超亲性状,显著高于普通种质的可溶性固形物含量,具有更好的口感;果实耐贮性强,常温下放置 2 个月果实无明显的萎缩、失水和品质下降现象。

### 3 结论

#### 3.1 火参果果实性状评价

通过对 42 份火参果种质资源的 10 个果实性状描述和评价,结果表明,种质资源之间的果实外观性状、品质性状和产量性状均存在较大的差异,结合火参果生产栽培需求,进行了优质性状的评价,初步筛选出如下优异种质。(1)长果形种质:为 TY02、TY06、TY08、TY18、TY21、TY28 和 TY41,可作为大果型品种选育的材料。(2)果实圆润种质:为 TY06、TY12、TY30、TY32、TY37、TY40,合理利用这些材料选育品种可减少果棱对果实外观品质的影响。(3)无刺种质:为 TY11 和 TY18,这 2 份种质的果实外表光滑无刺,与其他种质的果实显著不同,可作为新型品种的选育材料。(4)黄果种质:为 TY19-2,该种质的果实未成熟前为淡黄色,与其他种质的果实颜色明显不同(深绿色),具有更好的外观品质,可加以育种利用。(5)果汁型种质:为 TY12,该种质果汁含量多,切开后可很方便挤出一杯天然、翠绿色的酸甜果汁,可直接或调配后饮用,较其他种质的果实食用更方便,为优质种质。(6)大果型种质:为 TY02、TY06 和 TY28,在试验栽培条件下平均单果质量均超过 220 g,可作为大果型品

种选育的材料。(7)薄果皮种质:共计 14 份,平均果皮厚度低于 5.0 mm,合理利用薄果种质可选育出可食率高的品种。火参果攀爬性较强、生长量较大,具有连续开花坐果的特性,与同为甜瓜属的甜瓜生长结果习性有较大差异,不同的栽培方式(如吊蔓、棚架、篱架等)可能会对果实品质、果实大小、果皮厚度等产生不同的影响,本文采用吊蔓密植方式对火参果种质资源进行果实性状的初步评价,为更精准评价和挖掘优异种质,有必要在不同气候条件下采用多种栽培方式进行多代评价。

#### 3.2 种质创制

创制优质火参果种质有利于选育优质品种,从而推动火参果产业发展,目前在火参果生产栽培中缺乏专用的优良品种,所种植的多为自选自留的品种,存在可溶性固形物含量低、外观品质差等关键问题,严重制约了火参果产业发展。栽培中的火参果均为深绿(未成熟果)有刺品种,品种类型单一,深绿有刺品种在采摘和包装时常因为果实之间磕碰而刺伤果面,既影响果实外观也降低贮藏时间。因此采摘时须单果分装,人工投入较大,采摘后的果实需要较长时间转为黄色才可销售,深绿色或未完全转色果实的观赏价值较低,容易给消费者一种“生瓜”感觉,不利于销售。笔者利用筛选的特异种质 TY18 与 TY19-2 进行杂交,通过后代选择将 2 份种质的无刺和黄果性状聚合一起,完成了火星 20 的种质创制,由于火星 20 果实表面无刺、光滑,且果实转色前保持均匀的淡黄色,加之可溶性固形物含量高,口感好,能够克服上述普通品种的缺点,为一种新的种质,具有较高的栽培价值,又具有良好的育种利用前景。

#### 参考文献

- [1] 庄馥萃. 瓜果类新作物:非洲角黄瓜[J]. 世界农业,1993(4):27.
- [2] 王吉明,尚建立,马双武. 甜瓜近缘植物引进观察初报[J]. 中国瓜菜,2007,20(6):31-33.
- [3] 吕文君,陈银根,吴旭江,等. 火参果特性及栽培初探[J]. 蔬菜,2016(2):72-73.
- [4] VINATORU C, TEODORESCU E, ZAMFIR B. *Cucumis metuliferus*, a new acclimatized and breded species at V.R.D.S. Buzau[J]. *Seria Horticultura*,2012,55(2):185-190.
- [5] MARSH D B. Evaluation of *Cucumis metuliferus* as a specialty crop for Missouri[M]//JANICK J, SIMON J E. *New crops*. New York: Wiley, 1993:558-559.
- [6] 王吉明,尚建立,李娜,等. 甜瓜属新型作物:火参果的研究和利用现状及建议[J]. 中国瓜菜,2020,33(4):1-6.
- [7] 马双武,刘君璞,王吉明,等. 甜瓜种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京:中国农业出版社,2006.