

中国线辣椒

赵尊练 著



陕西科学技术出版社



中国线辣椒

CHINESE XIANLAJIAO

CHILLI PEPPER

赵尊练 著

陕西新华出版传媒集团
陕西科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

中国线辣椒 / 赵尊练著. —西安 : 陕西科学技术出版社, 2016.12

ISBN 978-7-5369-6851-6

I. ①中… II. ①赵… III. ①辣椒-蔬菜园艺 IV. ①S641.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 284556 号

中国线辣椒

出 版 者	陕西新华出版传媒集团 陕西科学技术出版社 西安北大街 131 号 邮编 710003 电话 (029)87211894 传真 (029) 87218236 http //www.snstp.com
发 行 者	陕西新华出版传媒集团 陕西科学技术出版社 电话(029)87212206 87260001
印 刷	陕西天地印刷有限公司
规 格	787mm×1092mm 16 开本 2 插页
印 张	21.75
字 数	600 千字
版 次	2016 年 12 月第 1 版 2016 年 12 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 978-7-5369-6851-6
定 价	100.00 元

版权所有 翻印必究

前 言

线辣椒是中国辣椒的一个重要类型,其果实主要用于制干、制酱等,也有少部分鲜果直接进入蔬菜市场。目前线辣椒在中国的陕西、新疆、四川、重庆、青海、甘肃、河南、贵州、湖南、河北等省(市、自治区)有较大规模的种植。根据作者查阅国内外资料、考察及与国内外同行交流等,尚未发现其他国家或地区在线辣椒产业规模方面超过中国。所以,线辣椒规模化生产是中国辣椒产业的一大特色。

二十多年来,作者以线辣椒为研究对象,先后带领二十多位研究生,在线辣椒种质资源、新品种选育及其育种技术、种植模式、水分、矿质营养、光合特性、连作障碍、根系分泌物及其化感作用、真菌病害、病毒病害、植原体病害、线辣椒果实发育及其采后储藏等相关领域进行了持续研究,以服务于线辣椒产业。为了系统总结这一阶段的研究工作,作者对上述研究结果进行了系统的整理,同时参阅了国内外相关研究成果编写成册,并冠名《中国线辣椒》,期望为线辣椒的进一步研究、产业发展和从事线辣椒研究的同行提供参考和借鉴。

本书在编写过程中,湖南省蔬菜研究所张竹青女士、深圳永利种业公司的周群初先生、四川省农业科学院园艺研究所宋占锋先生、四川川椒公司陈炳金先生、江西农望有限公司黄新根先生、甘肃省农科院蔬菜所陈灵芝女士、宝鸡市农技中心的徐乃林先生、宝鸡市农科所的辛鑫先生、青海省农林科学院邵登魁先生、新疆隆平高科红安天椒农业科技有限公司的宋文胜先生、陕西阳光种业有限公司的韩栓锁先生等提供了相关品种信息和资料,在此表示感谢!

由于作者水平有限,加上时间仓促,本书的错误和不足在所难免,恳请读者指正。

赵尊练

2016年10月08日于陕西省杨凌

PREFACE

The Xianlajiao chilli pepper (*Capsicum annuum* var. *annuum*) is an important part of China's pepper industry. The fruit is used mainly in its dried form, in sauces, and in other processed foods. Few fresh fruit are sold directly in the market. Currently, the Xianlajiao chilli pepper is cultivated on a large scale in the Shaanxi, Xinjiang, Sichuan, Chongqing, Qinghai, Gansu, Guizhou, Hunan, Hebei, and Henan provinces (municipalities and autonomous regions) of China. As far as we know, no other country or region produces as much of this pepper as China. Thus, the large-scale production of the Xianlajiao chilli pepper is one of the features of Chinese pepper production.

For more than 20 years, the author has used Xianlajiao chilli peppers as research materials, and has guided more than 20 graduate students in their studies into Xianlajiao chili pepper germplasm; new variety development and breeding techniques; planting patterns; water demand; mineral nutrition; photosynthetic characteristics; obstacles to continuous cropping; root secretion and its allelopathy; fungal, viral, and phytoplasma diseases; fruit development; and postharvest storage. This book, "Chinese Xianlajiao Chilli Pepper", summarizes the author's research and that of other scientists in China and abroad, and is expected to provide a reference for the further study and industrial development of the Xianlajiao chilli pepper and its counterparts.

This book could not have been written without the help of the following colleagues: Mrs. Zhu-qing Zhang of the Hunan Vegetables Institute, Mr. Qun-chu Zhou of the Shenzhen Yongli Seed Company, Mr. Zhan-feng Song of the Horticulture Institute in the Sichuan Academy of Agricultural Sciences, Mr. Bing-jin Chen of Sichuan Chuanjiao Company, Mr. Xin-gen Huang of Jiangxi Nongwang Ltd., Mrs. Ling-zhi Chen of the Vegetable Institute in the Gansu Academy of Agricultural Sciences, Mr. Nai-lin Xu of the Baoji Agricultural Technology Extension Center, Mr. Xin Xin of the Baoji Agricultural Research Institute, Mr. Deng-kui Shao of the Qinghai Academy of Agriculture and Forestry, Mr. Wen-sheng Song of Xinjiang Longping High-tech Hongan

Tianjiao Ltd., and Mr. Shuan-suo Han of Shaanxi Yangguang Seed Ltd.

The author apologizes in advance for any mistakes that readers may notice in this book.

Dr Zunlian Zhao

October 8, 2016 in Yangling, Shaanxi, PRC

目 录

第一章 辣椒起源、分类及线辣椒的分类地位	1
第一节 起源	1
第二节 分类	1
第三节 线辣椒的界定及其分类地位	5
第四节 线辣椒与其他辣椒的亲缘关系研究	6
第二章 线辣椒对生长条件的要求	19
第一节 线辣椒对温度的要求	19
第二节 线辣椒对光照的要求	31
第三节 线辣椒对水分的要求	34
第四节 线辣椒对气体的要求	45
第五节 线辣椒对矿质元素的要求	45
第三章 线辣椒种质资源及育种成就	64
第一节 线辣椒的主要常规品种及种质资源	64
第二节 线辣椒杂交种	77
第四章 线辣椒主要性状的相关性及果实发育	90
第一节 线辣椒主要性状的相关性研究	90
第二节 线辣椒果实营养及风味物质在不同发育时期的变化	93
第三节 线辣椒畸形果形成机理的研究	101
第五章 线辣椒的主要栽培模式及相关研究	105
第一节 线辣椒露地栽培	105
第二节 线辣椒的间作、套种栽培	118
第三节 线辣椒/小麦间作栽培增产机理的研究	120

第六章 线辣椒的连作障碍及其缓解措施	139
第一节 蔬菜作物连作障碍的形成及其缓解措施	139
第二节 线辣椒根系分泌物的 GC-MS 分析	142
第三节 线辣椒根系分泌物对其生长发育的影响	152
第七章 线辣椒病虫害	170
第一节 线辣椒的主要病害	170
第二节 辣椒主要虫害	178
第三节 线辣椒部分病害的研究	185
第八章 线辣椒果实储藏与加工	213
第一节 辣椒干储藏及其技术要点	213
第二节 线辣椒果实加工	216
第三节 不同储藏条件对辣椒干品质的影响	218
附录	252
参考文献	316

CHAPTER 1

The origin and classification of the Xianlajiao chilli pepper

1.1 Origin of peppers 1

1.2 Classification of peppers 1

1.3 Definition and classification of the Xianlajiao chilli pepper 5

1.4 Research on relative relationships between the Xianlajiao chilli pepper and other peppers 6

CHAPTER 2

Required environmental conditions for Xianlajiao chilli peppers

2.1 Xianlajiao chilli pepper’s temperature requirements 19

2.2 Xianlajiao chilli pepper’s light requirements 31

2.3 Xianlajiao chilli pepper’s water requirements 34

2.4 Xianlajiao chilli pepper’s gas requirements 45

2.5 Xianlajiao chilli pepper’s mineral nutrition requirements 45

CHAPTER 3

The germplasm and breeding achievements in Xianlajiao chilli pepper

3.1 Main pollination varieties and germplasm of Xianlajiao chilli pepper 64

3.2 Xianlajiao chilli pepper hybrids 77

CHAPTER 4

Correlation between the main characteristics of Xianlajiao chilli pepper and fruit development

4.1 The main characteristics of the Xianlajiao chilli pepper 90

4.2 Fruit nutrition and flavor substances during different development periods

of the Xianlajiao chilli pepper	93
4.3 The formation of malformed fruit in the Xianlajiao chilli pepper	101

CHAPTER 5

The main cultivation pattern and related research in Xianlajiao chilli pepper

5.1 The cultivation of the Xianlajiao chilli pepper in the open field	105
5.2 Intercropping and interplanting cultivation of the Xianlajiao chilli pepper	118
5.3 High-yield mechanism of Xianlajiao chilli pepper/wheat intercropping	120

CHAPTER 6

Continuous cropping obstacles and their mitigation measures in Xianlajiao chilli peppers

6.1 Continuous cropping obstacles and their mitigation measures in vegetable crops	139
6.2 Gas chromatography-mass spectrometry (GC - MS) analysis of root secretion in Xianlajiao chilli peppers	142
6.3 The influence of root secretion on the growth and development of Xianlajiao chilli peppers	152

CHAPTER 7

Main diseases and pests of Xianlajiao chilli peppers

7.1 Main diseases of Xianlajiao chilli peppers	170
7.2 Main pests of Xianlajiao chilli peppers	178
7.3 Studies on the diseases of Xianlajiao chilli peppers	185

CHAPTER 8

Fruit storage and processing of Xianlajiao chilli pepper

8.1 Main technical points if dry chilli storage	213
8.2 Fruit processing of Xianlajiao chilli peppers	216
8.3 Effects of different storage conditions on the quality of dry chilli peppers	218

APPENDIX	252
-----------------------	-----

REFERENCES	316
-------------------------	-----

第一章 辣椒起源、分类及线辣椒的分类地位

第一节 起源

辣椒(*Capsicum*)是一种重要蔬菜 and 调味品。学界认为它起源于中美洲和南美洲的热带和亚热带地区。据四川出版的“文摘周报”(1980年)转载,辣椒存在的最早证据是在墨西哥中部的拉瓦堪溪谷的遗迹中发现有 *Capsicum annuum* 的种子,其时间大约在公元前 6500~公元前 5000 年;也有报道秘鲁为辣椒的最早起源地。据《Vegetables——Characteristics, Production, and Marketing》,辣椒起源于墨西哥和相邻的中美洲地区,在公元前 5000~公元前 3400 年,中美洲地区的印第安人就广泛种植 *Capsicum annuum* 和 *Capsicum frutescens* 等类型。

Capsicum 的 5 个栽培种起源于 3 个远距离的起源中心。墨西哥是 *Capsicum annuum* 的初生起源中心,次生起源中心是危地马拉(Guatemala);亚马逊河流域(Amazonas)是 *Capsicum chinense* 和 *Capsicum frutescens* 的初级起源中心;秘鲁和玻利维亚是 *Capsicum pendulum* 和 *Capsicum pubescens* 的初级起源中心。同时庄灿然认为我国的热带与亚热带地区也可能是辣椒的起源地之一,归属于亚洲热带、亚热带起源中心。

1493 年,哥伦布航海西渡,从美洲大陆把辣椒传播到西班牙,到 16 世纪中期,辣椒在欧洲各地广泛种植。同期,西班牙人和葡萄牙人将辣椒传入印度。17 世纪初期,大量的辣椒品种传入东南亚,1646 年传入我国。现在世界的温带、热带地区均有种植。

第二节 分类

1 辣椒的植物学分类

根据 1983 年国际植物遗传资源委员会(IBMGR)与恩塞南扎(Ensenanza)热带农业研究中心合作召开的“辣椒遗传资源会议”认为,辣椒属的主要栽培种有 5 个:

(1) *Capsicum annuum* L.

C. annuum 是辣椒属中分化最多、栽培最广的一个种。它的植物学特征是每个开花节上仅一朵花;花冠纯白色、浅蓝白色或极少量紫色;花果一般下垂。Bailey 将其分为 5 个

变种:

① 灯笼椒 (Var. *grossum* Bailey) 植株高大, 叶片肥厚, 椭圆形或卵圆形, 花大、果实也大, 果基部内陷。果实扁圆形、圆形和圆筒形, 具三棱、四棱或多纵沟。生物学成熟果多为红色, 少数为黄、白、橘红、紫等色。味甜少辣或不辣。各地栽培的大辣椒均属此类。按果实形状可分为以下 3 个品种群。

a. 大甜椒: 植株高大直立, 茎粗节短, 叶片肥大。果实圆筒形或钝圆锥形, 有 3~4 心室, 果肩宽大, 果肉厚, 味甜。如保定大甜椒、茄门甜椒、吉林三道筋、天津大甜椒等。

b. 大柿子椒: 植株较高大, 稍开张, 叶片较厚较大。果实扁圆形, 纵沟较多, 果肉较厚, 味甜, 稍有辣味。如北京大柿子椒、兰州大圆椒、柿子椒十号等。

c. 小圆椒: 株冠中等, 稍开张, 果实扁圆, 果形较小, 果皮深绿而有光泽, 肉较厚, 微辣, 适腌渍。如北京铁把黑、锦州油椒等。

② 长辣椒 (Var. *lengum* Bailey) 植株中等而稍开张, 果实多下垂, 长角形, 先端尖锐, 常弯曲, 辣味浓。按形状可分以下 3 个品种群:

a. 短羊角椒: 果实短角形, 果肉较厚, 味辛辣。

b. 长羊角椒: 果实细长, 长羊角形, 先端尖; 果皮较厚或稍薄, 坐果数多, 味辣。

c. 线辣椒: 果实线形, 细长, 生物学成熟果鲜红发亮, 干制后果面皱褶细密, 辣味浓且香, 是我国重要的干制辣椒品种。

③ 簇生椒 (Var. *fusciculalum* Bailey) 植株中等或高大, 分枝性强, 叶片卵状, 披针形, 叶柄细长。花在枝下部单生, 顶端可达 8~10 朵花簇生, 花稍俯垂。果梗粗壮, 直立, 果实指状或圆锥形, 长 4~10cm, 微弓曲, 成熟后为红色, 味极辣。如天津山鹰椒、咸阳七星椒等。

④ 圆锥椒 (Var. *conoïdes* Bailey) 叶中等, 果小, 向上直立或斜生, 果圆锥形, 成熟后红色或紫色, 辣味强。主要作观赏用。

⑤ 樱桃椒 (Var. *cerasiform* Bailey) 植株中等或矮小, 分枝性强, 叶片较小, 卵圆或椭圆形。果实较小, 向上或斜生, 圆形或扁圆形, 小如樱桃。果色有黄、红、紫各色, 极辣。可作干椒或观赏用。如四川扣子椒、五色椒等。

(2) *Capsicum frutescens* L.

灌木状丛生, 分枝稍呈“之”字形曲折。叶柄短缩, 叶片卵圆形, 长 3~7cm。每个开花节上花常双生, 有时 3 朵以上簇生。花冠绿白色, 果实直立, 向顶端渐增粗, 果实纺锤状, 长 7~14cm, 味极辣。

分布于云南南部。印度、欧洲、南美有栽培。通常用作调味品。

(3) *Capsicum chinense* Jacquin

该种在亚马逊河流域栽培最为广泛, 在美洲热带地区普遍分布。它与 *Capsicum frutescens* 区别的形态学特征是花梗与花萼间存在收缩, 花冠暗白色; 果实俯垂, 花柱超过花药不及 1mm。目前尚未发现该种的野生类型。

(4) *Capsicum baccatum* L. Ruiz & Pavon

该种仅在南美洲的某些地区种植。它的栽培种是 *Capsicum baccatum* var. *pendulum*, 野

生种是 *Capsicum baccatum* var. *baccatum* (Eshbaugh, 1970)。野生类型主要集中在玻利维亚及其周围地区。该种与 *Capsicum annuum* 的区别是 *Capsicum baccatum* 具有花冠黄色,具褐色或棕色斑点,萼齿突出等植物学特征。

(5) *Capsicum pubescens* Ruiz & Pavon

Capsicum pubescens 是安第斯地区广泛种植的一个山地种,在墨西哥高地和中美洲也有部分种植。该种的植物学特征是种子黑色,果实黄色或橘黄色,果肉较厚。

2 辣椒的园艺学分类

辣椒较易产生变异,因此,在世界上不同地区栽培后,产生了许多新的类型和品种。辣椒的园艺学分类在实际生产中和品种选育上十分重要。

日本根据辣椒的实际用途把常见于国内外众多的辣椒品种归为蔬菜用椒、加工用椒、辛辣调味用椒和观赏用椒 4 大类。

在我国民间,很早就根据辣椒的果实性状将辣椒分为牛角椒、朝天椒、线辣椒、圆锥椒、大甜椒等。也可根据熟性的早晚分为早熟椒、中熟椒、晚熟椒。我国辣椒的园艺学分类,尚未形成公认的完整系统。

美国加利福尼亚大学 Davis 分校蔬菜作物系的 Smith 博士提出了辣椒品种的园艺学分类系统。Smith 的分类依据是品种的主要性状如果形、果实大小、色泽、质地、风味和辣味等的相似性和品种的主要用途。这种分类方法给辣椒产业中不同产品的生产选用合适的品种提供了很大方便。该分类体系尽管主要是针对 *Capsicum annuum* 的品种的,但它也完全适用于其他 4 个栽培种的分类。Smith 的分类系列如下:

钟形椒(Bell) 果实大((7.6~12.7)cm×(5.1~10.2)cm),果面光滑,果肉厚,果实较钝,3~4 心室,果形方形至长形。未熟时果实常为绿色,成熟时红色。一些小品种未熟时为黄色,成熟时橙黄色至红色。

代表品种:①无辣味品种:A. 未熟时绿色,成熟时为红色:California Wonder(有不同的品系)、Yolo Wonder(有不同的品系)、Florida VR2、Florida VR2-34、Florida XVR3-25、Keystone Resistant Giant(有不同的品系)、Early Calwonder、Ruby King、World Beater、Miss Belle、Bell Boy、Bertha、Golden California Wonder(成熟时为桔黄色)。B. 未熟时为黄色,成熟时变成红色的品种:Golden Bell、Rumanian。C. 未熟时黄绿色,成熟时为红色的品种:Gypsy。②具辣味的品种:A. 未熟为绿色,成熟变为红色的品种:Bull Nose Hot。B. 青熟时黄色,成熟时红色的品种:Rumanian Hot。

用途:可用于鲜食、色拉食品、罐头的制作等。

灯笼椒(Pimiento) 大果((2.5~5.1)cm×(5.1~7.6)cm),心形,未熟时果绿色,成熟变为红色,果面光滑,果肉较厚,无辣味。

代表品种:Pimiento、Pimiento Select、Pimiento Perfection、Pimiento Truhart、Pimiento Truhart-D、Pimiento L、Pimsan、Pimiento Bighart。

用途:可用于鲜食、色拉食品和罐头的制作等。

扁辣椒(Squash or Cheese) 果实小至大型,果实较宽,圆形或贝壳形,果顶扁平或半

凸出,果面光滑或粗糙并且内卷((2.51~5.1)cm×(5.1~10.2)cm),果肉中等厚度或较厚,无辣味,成熟时由绿或黄色转变成红色。

代表品种:Cheese、Yellow Cheese、Fomage、Sunnybrook、Tennessee Cheese、Gambo(以色列)、Norron de Conserva(西班牙品种)、Antibois(法国品种)。

用途:可用于加工、色拉和罐头的制作等。

Ancho 辣椒 大型果,心形((10.2~15.2)cm×(5.1~7.6)cm),果面光滑,果肉薄;茎锯齿形向上生长,微辣。

代表品种:Ancho、Mexican Chili(青熟为绿色,成熟时为红色至红褐色)、Mulato(该品种自墨西哥引入,在美国有很少量的栽培,成熟时由暗绿色变成黑褐色)。

用途:Ancho 和 Mexican Chilli 可用于制作辣椒粉和整果罐头,Mulato 可用于辣椒粉以及有特色的调味品的制作等。

长绿辣椒(Anoheim Chili or Long Green Chili) 果实细长((12.7~20.3)cm×(1.9~4.4)cm),果顶较尖,果面光滑,果肉中等厚度,绿或暗绿色,成熟时变成红色,辣味中等至无。

代表品种:辣味中等的品种有 Sandia 和 Big Jim;稍辣的品种有 Ananeim Chili 和 California Chili;极微辣的品种有 Mild California 和 New Mexica Chili;不辣的品种有 Paprika(阿尔及利亚品种)。

用途:可用于辣椒粉、色素、罐头和调味品的制作等。

线辣椒(Cayenne) 果实细长((12.7~25.4)cm×(1.3~2.6)cm),果肉薄,果实中度绿色,成熟时红色,果面皱缩,果形不规则,极辣。

代表品种:红熟果品种有 Cayenne Long Red、Cayenne Long Slim 和 Cayenne Long Thick,可用于鲜食、腌制、干制,以及辣椒粉和辣的调味品的制作;Pasilla(果长、光滑,成熟时由蓝绿色变成巧克力样的棕色),该品种自墨西哥引入,可用于干制和有特色的调味品的制作等;无辣味品种有 Centinel 和 Doux Long des Landes(法国品种),可用于鲜食和色拉食品的制作等。

古巴辣椒(Cuban) 果实((7.6~15.2)cm×(1.2~5.1)cm)黄绿色,成熟时变成红色,果肉薄,果形不规则,果顶钝,辣味较轻。

代表品种:Cuban、Cubanlle、Aconcagua、Golden Greek;未熟时绿色的无辣味品种有 Peperoncini。

用途:可用于鲜食、制作色拉、腌制和油炸。

Jalapeno 辣椒 果实较长((5.1~7.6)cm×(2.5~5.1)cm),圆筒状,果面光滑,果肉厚;未熟时果实暗绿,成熟时变成红色;成熟果实上有或无木栓质的网纹;果形易变异,极辣。

代表品种:Jalapeno(具不同的品系)。

用途:绿熟果可鲜食或制作罐头,干燥后的红熟果可用于调味汁的制作。

小辣椒(Small Hot) 果实细长(3.8cm×(0.6~2.5)cm),果肉厚中等至薄;成熟时果实由绿色转为红色;味极辣

代表品种:Fresno Chili(具不同的品系)和 Serrano(具不同的品系),这2个品种仅在绿熟期收获;Red Chili、Chile de Arbol、Japanese Chili 和 Santaka Hontke。

用途:绿熟果可鲜食;可用它制辣椒粉、辣椒调味汁。

樱桃椒(Cherry) 小果型,果形球状至扁球状;果肉厚,成熟果果实由绿色转成红色,味辣。

代表品种:Red Cherry Large 和 Red Cherry Small;无辣味的品种有 Sweet Cherry。

用途:用于腌制。

短蜡辣椒(Short Wax) 果实((5.1~7.6)cm×(2.5~5.1)cm)黄色,成熟时变为橘红色;果面光滑,果肉厚中等或厚;果顶尖。

代表品种:辣味品种有 Floral Gem、Cascabella、Caloro 和 Santa Fe Grande;无辣味品种有 Petite Yellow Sweet。

用途:可用于鲜食、腌制、加工、调味和烹调。

长蜡辣椒(Long Wax) 果实长((7.6~12.7)cm×(1.6~3.8)cm),黄色,成熟时变红;果顶尖或钝。

代表品种:辣味品种有 Hungarian Yellow Wax;无辣味品种有 Sweet Banana、Hungarian Sweet Wax 和 Long Yellow Sweet。

用途:可用于鲜食、腌制、调味和制作罐头。

塔巴斯科辣椒(Tabasco) 果实细长((2.5~5.1)cm×0.6cm),成熟时果实由黄色或黄绿色转变成红色,味极辣。属于 *Capsicum frutescens*。

代表品种:Tabasco 和 Greenleaf Tabasco。

3 其他分类方法

除上述分类方法外,在生产和现实生活中,有些根据果实形状将辣椒分为灯笼椒、角椒、线椒和小辣椒;有些根据果实辣味将辣椒分为辣椒和甜椒;有些直接分别称作辣椒和甜椒;有些根据其商品用途分为鲜食辣椒和制干辣椒;近些年又有人根据果实颜色将辣椒分为彩色辣椒和普通辣椒。

总而言之,由于辣椒属内存在着广泛的遗传多样性,加上属内种间、亚种间频发的遗传分化,使得辣椒的分类极其复杂。任何一种分类方法在实际应用中都存在着某些不足和需要改进之处。

第三节 线辣椒的界定及其分类地位

1 线辣椒的界定

关于线辣椒的界定,国内存在不同的观点。庄灿然(1995)在《中国干制辣椒》中认为,线辣椒属于一年生辣椒种下的一个变种(即线椒变种),并命名为 *Capsicum annuum* L.var. *acuminatum* (Tingerh) T.R.zhuang。他认为,该变种与 var. *longum* 的不同处在于萼片与花

(果)梗间呈皱缩状,果实细长呈线型,果皮薄,果面高度皱缩,主产中国。按照本界定,线辣椒属于皱椒类。作者认为上述界定为严格意义上的线辣椒。

但是,目前中国市场上出现的许多辣椒品种,果实、植株、商品用途等基本性状与严格意义上的线辣椒十分相似,但果面光滑(即使制干后仍然比较光滑),目前国内辣椒学术界、产业界大都将此类品种归为线辣椒。作者认为此种划分更能切合目前中国线辣椒产业实际。所以,在本书编写过程中作者也是按照这一界定范围进行资料收集和编写的。

2 线辣椒的植物学分类

关于中国线辣椒的植物学分类,近些年作者曾先后与国外的多位同行进行了交流。有专家认为,*Capsicum annuum* L.var.*acuminatum* (Tingerh) T.R.zhuang 的命名已经相对过时,现在绝大多数业内学者不再采用;美国的多位同行专家认为,*Capsicum annuum* L.种下只存在 2 个变种,即栽培型(domesticated forms) var.*annuum* 和野生型(wild forms) var.*glabrusculum*,中国的线辣椒应该属于 *Capsicum annuum* L.var.*annuum*;有专家认为,辣椒的植物学分类已经越来越依据分子资料,而不是传统的形态学资料,所以,在种以下依据果型等形态学特征分出的亚种等缺乏充分的证据支持,已经被多数学者否定。综上所述,作者认为依据目前已有的研究结果,将线辣椒归为 *Capsicum annuum* L.var.*annuum* 比较合理,在变种下,线辣椒可以作为一个类型或果实类型(pod type)。

3 线辣椒的英文名称

随着研究、产业的国际化,线辣椒作为具有中国特色的一种辣椒类型,面临越来越多的国际交流。确定一个大部分业内人认可的英文名称有利于国外同行更多地了解中国线辣椒。在目前中国已有的文献中,有学者将中国的线辣椒译为 Line pepper,有学者将中国的线辣椒译为 Xian pepper,有学者将中国的线辣椒译为 Chilli pepper。近年来,作者通过查阅有关非英语国家辣椒品种或类型的英文名称,并与英语国家同行交流,建议将中国线辣椒的英文名称译为 Xianlajiao chilli pepper。

第四节 线辣椒与其他辣椒的亲缘关系研究

为了探索线辣椒与其他类型辣椒的亲缘关系,作者与研究生于 2011 年设计了专门的试验。本试验选择具有一定代表性的 20 份辣椒资源,其中灯笼椒 2 份,羊角椒 2 份,朝天椒 2 份,线辣椒材料 13 份,上述材料均属于 *Capsicum annuum* L.种,同时选择 *C.chinense* 材料 1 份。试验材料详见表 1-1。

研究采用随机扩增多态性(RAPD)和简单序列重复多态性(SSR)2 种分子标记,对 20 份辣椒种质资源(其中线辣椒 13 份,其他辣椒资源 7 份)的遗传多样性进行了分析,同时将分子标记的结果与形态标记结果进行了比较。

表 1-1 辣椒材料的编号及类型

Table 1-1 Designations and the types of *Capsicum* accessions

编号	名称	类型	种名	编号	名称	类型	种名
Code	Name	Pod types	Species	Code	Name	Pod types	Species
1	C6	灯笼椒 Bell group	<i>C. annuum</i>	11	L14-6	线辣椒 Cayenne group	<i>C. annuum</i>
2	CD12	灯笼椒 Bell group	<i>C. annuum</i>	12	D1-1	线辣椒 Cayenne group	<i>C. annuum</i>
3	C15	羊角椒 Anaheim chilli group	<i>C. annuum</i>	13	D26-5	线辣椒 Cayenne group	<i>C. annuum</i>
4	C4	羊角椒 Anaheim chilli group	<i>C. annuum</i>	14	D26-7	线辣椒 Cayenne group	<i>C. annuum</i>
5	G1-2	朝天椒 Small hot group	<i>C. annuum</i>	15	D30-1	线辣椒 Cayenne group	<i>C. annuum</i>
6	G4-1	朝天椒 Small hot group	<i>C. annuum</i>	16	#7	线辣椒 Cayenne group	<i>C. annuum</i>
7	#2	线辣椒 Cayenne group	<i>C. annuum</i>	17	#9	线辣椒 Cayenne group	<i>C. annuum</i>
8	D6-4	线辣椒 Cayenne group	<i>C. annuum</i>	18	E	线辣椒 Cayenne group	<i>C. annuum</i>
9	#4	线辣椒 Cayenne group	<i>C. annuum</i>	19	SJ2006	线辣椒 Cayenne group	<i>C. annuum</i>
10	D2-2	线辣椒 Cayenne group	<i>C. annuum</i>	20	Chinense		<i>C. chinense</i>

(武国平,赵尊练,2011 年)

应用 MVSP3.13f 软件,根据 Nei & Li 的方法计算各种质间的相似系数(GS),采用 UP-GMA(unweighted pair group method using an arithmetic average)方法进行聚类分析。利用 POPGENE32 软件计算 RAPD 扩增产物的多态位点数、多态位点比率、标记系统的有效等位基因数(effective number of alleles, NE)。相似系数(Genetic Similarity) $GS = 2N_{ij} / (N_i + N_j)$,式中: N_{ij} 为材料*i*和*j*共有的扩增片段数目, N_i 为材料*i*中出现的扩增片段数目, N_j 为材料*j*中出现的扩增片段数目。

1 RAPD 标记分析

1.1 主要试验方法

PCR 扩增用的 TaqDNA 聚合酶、10×Buffer、MgCl2、dNTP 均购自西安沃尔森生物公司。10 个碱基随机引物和 SSR 引物购自上海生物工程有限公司。扩增用的热循环仪为 PTC-100(Bio-Rad 公司生产)。平板电泳槽电泳仪购自北京君意仪器厂。电泳结果用 UVP 紫外扫描成像系统观察记录。聚丙烯酰胺凝胶电泳系统装置购自北京君意仪器厂。每份材料随机选取 5 株取样,每株取生长点新鲜嫩叶 2 片。PCR 扩增反应体系为 buffer 为 2.5μl,镁离子 2μl,dNTP 为 0.65μl,Taq 酶 0.35μl,引物 2μl,模板 DNA 1μl,ddH₂O 16.5μl,共计 25μl。扩增反应程序为:94℃预变性 5min,94℃变性 50 s,34℃或 38℃退火 50s,72℃延伸 1min,40 个循环,72℃延伸 10min。采用 1.6%的琼脂糖凝胶电泳分离,在紫外成像系统上进行观察并拍照。每个 RAPD 引物检测 3~10 个位点,每条多态性带视为 1 个等位基因,将观测到的每条带视为 1 个性状,强反应带记为“1”,弱反应带重复出现记为“1”,弱反应带出现但不重复记为“0”,无带记为“0”。