

# 胡萝卜育种研究进程与展望

刘雨娜

(哈尔滨市农业科学院, 黑龙江 哈尔滨 150029)

**摘要:**近年来,因胡萝卜特殊的营养成分和保健作用,已被列为全球十大重要蔬菜作物之一,胡萝卜的育种工作也越来越受到育种学家的重视。通过综述世界各国胡萝卜育种工作所取得的重大成就,并对胡萝卜育种研究的主要育种方法进行了归纳总结,明确了未来胡萝卜的育种目标,并对今后我国胡萝卜产业的发展进行了展望。

**关键词:**胡萝卜;育种研究;育种方法;育种目标

**中图分类号:**S631.2

**文献标识码:**A

**文章编号:**1002-2767(2013)07-0144-04

胡萝卜(*Daucus carota*)是十分重要的蔬菜作物之一,世界各地都广泛栽培。胡萝卜中含有大量的营养元素,具有很高的营养价值和保健作用,如多种维生素、类胡萝卜素、可溶性糖、蛋白质和纤维素等,这些营养元素的存在也使其具有了独特的风味,人们称其为“土人参”“金笋”等<sup>[1]</sup>。近年来,胡萝卜中含有极强的抗癌因子被美国国家癌症研究所发现,而把它推荐为最好的防癌食品之一。目前,胡萝卜育种专家正积极进行胡萝卜新品种的选育工作。

## 1 国外胡萝卜育种研究状况

国内外对胡萝卜的育种研究相对于其它蔬菜

作物要晚很多,这是由胡萝卜自身的生物学特性决定的。胡萝卜是二年生高度异花授粉作物,花器官又极小,因此开展常规的人工杂交育种有一定难度。群体选择法和系谱选择法是早期胡萝卜育种主要采用的方法,选育出来的品种本身具有的杂合性以及群体内多代自交而引起的种性衰退使这种育种方法的缺点暴露无疑,给育种工作带来了极大困难<sup>[2]</sup>。直到1947年,育种学家Welch和Grimball首先发现了胡萝卜瓣化型雄性不育。1953年,Munger发现了胡萝卜褐药型雄性不育。这两种胡萝卜胞质雄性不育类型被发现以后,使培育稳定一致的胡萝卜杂交种成为一种可能<sup>[3]</sup>。从20世纪60年代开始,很多国家的胡萝卜育种专家开始投入大量人力物力开展胡萝卜胞质雄性不育系的研究,其中育种研究水平处于世界领先地位的是美国,目前所利用的胡萝卜品种均为杂交种。1960年,美国育成了第一个雄性不育杂交

收稿日期:2013-03-25

作者简介:刘雨娜(1980-),女,黑龙江省哈尔滨市人,硕士,助理研究员,从事根菜类育种研究。E-mail:liuyuna35@ sina.com。

## Current Situation and Suggestions on the Protection of Maize Variety Rights in China

LIU Hai-yan

(Qiqihar Branch Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar, Heilongjiang 161006)

**Abstract:** In order to strengthen the protection of maize new variety rights, standardize seed market, ensure food security, the protection present situation of maize variety rights in China was discussed, the existing problems were analysed such as the too long period of the review, the delay of economic transformation of authorized varieties, the seriousness of infringing upon variety rights and the difficulty of safeguarding the variety rights, the improvement suggestions of maize variety rights in China were put forward. The protection strategy of variety rights were proposed, including building up the system of approval combining between approval and protection, standardizing the trading platform of variety rights, strengthen the penalties for infringement, encouraging the cooperation between school and enterprise, speeding up the pace of achievement transformation and so on.

**Key words:** maize; variety right; present; suggestions

种,匈牙利利用雄性不育材料育成了“Dana”和“Fena”,以及“Fraï”等十几个杂交种<sup>[4]</sup>;日本育成的第一个胡萝卜杂种“Nagaoka Crosskyo”是在1964年,从这以后,日本的胡萝卜育种工作发展迅速,胡萝卜新品种逐年增加<sup>[5]</sup>;到20世纪末,很多世界发达国家都育出了自己的胡萝卜品种。法国育种专家利用瓣化型雄性不育株育成“Danielle”和“Danny”等多个杂交种<sup>[6]</sup>;韩国育种家选育出了18个褐药型雄性不育系,这些不育系具有种子产量高和遗传稳定性强等优点,在此基础上又选育出80个有前景的雄性不育姊妹系<sup>[7]</sup>;在1979~1989年的10 a时间里前苏联共培育了优质、高产、抗病的杂交种十多个<sup>[8]</sup>;波兰国家以早熟、优质、抗病、耐贮作为胡萝卜育种目标,也培育出了相应的杂交种<sup>[9]</sup>;由于世界各地消费者的饮食习惯与种植习性的差异,各国培育的胡萝卜品种形成了具有不同特点的品种群,一些美洲国家如美国和加拿大培育的胡萝卜是中长圆锥形品种群,欧洲培育的是中长圆柱型品种群,日本和韩国等亚洲国家培育的以黑田类为代表的钝尖型品种群<sup>[10]</sup>。

## 2 主要育种技术

### 2.1 雄性不育育种技术

胡萝卜细胞质雄性不育类型主要有瓣化型和褐药型两种。褐药型雄性不育的表型特征为花药褐色、变形,花瓣、蜜腺、雌蕊等结构与正常花一致。其减数分裂过程不能发生或者减数分裂虽然正常,但花药不能产生有效花粉<sup>[11-12]</sup>;瓣化型不育的表现是雄蕊变态成花瓣或叶片的结构,没有小孢子发生组织<sup>[13-14]</sup>。除此之外,瓣化型不育材料还存在一些特殊变异,比如花柱孪生、多花柱缠绕、蜜腺萎缩或者蜜腺孔关闭不严等<sup>[15]</sup>。其中瓣化型不育因识别相对简单,对环境条件的变化表现敏感,因而被广泛应用。目前利用最多的瓣化型不育系主要是来自于野生类型 *Daucus carota* L.<sup>[16]</sup>。有学者进行了这样的研究,把野生胡萝卜 *D. c. gummifer* Hook. fil. 与栽培胡萝卜 *D. c. sativus* Hoffm 进行杂交,  $F_1$  产生了异源胞质的桔色胡萝卜,在这种胡萝卜中发现了一种新的 CMS 资源。这种雄性不育类型被称作“齿状”类型,有研究表明其遗传机制是“gummifer”细胞质和细胞核中的一个隐性基因位点相互作用控制这种类型雄性不育性的表达。Nothnagel 等在此基础上又进行了多种野生胡萝卜种与栽培种间的杂交和回交,获得了多种具有应用价值和潜力的新型不育资源。

### 2.2 分子辅助育种技术

近年来随着分子生物学技术的发展,广大学者开展了胡萝卜体细胞杂交、遗传转化及再生、分子标记与基因克隆技术的研究。德国 Thomas Nothnagel 通过研究成功获得带有300多个分子标记的遗传图谱<sup>[17]</sup>,美国农业部 Simon P W 教授进行了胡萝卜种属的亲缘关系鉴定,对胡萝卜重要的品质性状做了分子遗传学研究。目前由多国科学家(美国、英国、德国、加拿大、巴西等)组成了国际联合组织,互通有无,加强合作,主要进行胡萝卜重要基因的标记、测序、克隆、遗传转化及再生等方面的研究工作<sup>[18]</sup>。

我国在胡萝卜分子辅助育种技术上也取得一定进展,在原生质体融合、组织培养、遗传转化再生、基因测序与克隆等方面做了大量研究。司家钢等对胡萝卜原生质体非对称融合转移胡萝卜瓣化型不育性的研究,基本建立了胡萝卜原生质体非对称融合体系,成功实现了胡萝卜瓣化型雄性不育性的转育,大大缩短了育种时间,对胡萝卜资源改良和创新具有划时代的意义<sup>[19]</sup>。

## 3 胡萝卜未来的育种目标

利用胞质雄性不育培育一代杂种的目标性状主要是熟期、颜色、形状、产量及抗抽薹性等方面,现在又增加了抗病虫性、园艺品质(光滑整齐度、耐裂性、心柱粗细)、口感品质、加工品质和种子产量等综合性状的要求。纵观国内外胡萝卜产业的发展,未来胡萝卜品种选育的目标应该同时具有3种特性,那就是优质性、多样性和专用性,主要通过4个方面来体现。

### 3.1 商品性状

商品性状中最重要的就是外观,外表美观的蔬菜将占据大部分市场。胡萝卜的根形、颜色以及表皮的光滑程度是其最重要的商品性状。胡萝卜的根形主要有三种类型,长圆柱、短圆柱和圆锥形,根据国内生产者和消费者的饮食习惯,长圆柱形被广泛应用。胡萝卜的颜色主要有黄色、红色、橙色、紫色和白色等,随着胡萝卜加工产业的迅速发展,对胡萝卜肉质根的颜色也有了不同的要求,如黄色胡萝卜富含叶黄素,叶黄素在抗癌、降低动脉硬化方面有积极的作用;紫黑色胡萝卜富含花青素,可以抗氧化、防衰老。有研究表明,颜色越深者胡萝卜素含量越高。颜色最好是从根茎到根尖为均匀橙红色,绿肩小,以心柱小,“三红”品种为上佳(木质部、形成层和韧皮部都为桔红色)。无论对于鲜食品种还是对于加工品种来说,光滑

的外观更易于被消费者接受,而且更易于清洗、加工和减少削皮损失。另外,无歧根和裂根也是重要的商品性状,一般可通过栽培措施加以控制。

### 3.2 抗抽薹与抗病性

胡萝卜的抗抽薹性在生产中也很重要,也要作为育种工作的一个重点。胡萝卜属绿体春化长日照作物,凡是花芽分化感应期较短的个体,或者在较高温度下也能诱导花芽分化的个体,都比较容易先期抽苔。对胡萝卜进行春播时,易抽薹的品种会因早春的低温而导致相当比例的植株先期抽苔,使胡萝卜的产量和质量受到严重损失。为了减少这种情况的发生,可以通过合理施肥、使用抑制抽薹的植物生长调节剂、控制栽培条件和适时采收等方法来避免,但是治标又治本的方法还是选育抗抽薹品种。必须对胡萝卜抽苔性状进行连续选择。为了缩短选育周期,可以将胡萝卜母根置于5℃左右的低温条件下诱导8~10周,栽植于夜温13℃左右的温室中,抽薹以后,控制在日温27℃左右、夜温21℃左右的条件下,可以加快其开花和种子成熟<sup>[20]</sup>。

相对于其它蔬菜品种来说,胡萝卜病虫害较少,因此其抗病育种没有引起国内育种专家的高度重视,但在实际生产中,还是有不少的病虫害严重影响到胡萝卜的产量和品质,给农民造成严重的经济损失。胡萝卜常见病虫害有黑斑病、黑腐病、褐斑病、白粉病、细菌性叶斑病以及根结线虫等病害。近年来这些病虫害在逐年扩大,给我国胡萝卜生产造成了严重的影响。因此,要把胡萝卜抗病育种作为一个重要发展方向。国外关于胡萝卜病害的研究较国内要多,目前多种具有抗病或耐病基因的胡萝卜种质资源已被发现和利用,通过人工杂交或回交等手段将抗病资源的抗病基因转入栽培品种中,创造出新的抗病品种。今后的一段时间里,胡萝卜育种家主要的工作是如何有效搜集并利用这些抗病资源,培育出抗病品种,以减少病虫害对胡萝卜生产的损失。

### 3.3 营养品质及风味

胡萝卜中类胡萝卜素的作用众所周知,其含量高决定着胡萝卜外观品质中颜色性状,也是育种学家重点考虑的育种目标之一。据有关资料调查,美国育种专家在短短几十年时间里对胡萝卜品种进行不断改良,成功的将胡萝卜中的 $\alpha$ -、 $\beta$ -胡萝卜素含量从90 mg·kg<sup>-1</sup>提高到了160 mg·kg<sup>-1</sup><sup>[21-22]</sup>,目前,美国人从胡萝卜中获取的维生素A含量占所有食物的58%,而国内一些品种的 $\alpha$ -、 $\beta$ -胡萝卜素含量只有50~80 mg·kg<sup>-1</sup>,这在一定程度上严

重阻碍了我国胡萝卜加工业的发展,由此可见,选育优质的、胡萝卜素含量高的品种势在必行。除此之外,可溶性糖、纤维素、蛋白质和矿质元素含量等也将备受关注。

### 3.4 水果型和微型胡萝卜

众所周知,水果型胡萝卜是指像水果一样外型小巧、口感清脆、甜度适中、适合鲜食的胡萝卜。胡萝卜育种专家许时伦通过多年的研究,选育出了优质的水果型胡萝卜新品种,并研究了成熟的配套无公害栽培技术<sup>[23-24]</sup>。该水果萝卜新品种经过蔬菜种子质量监督中心检测,其粗蛋白含量为众品种之首,高达13.66%;可溶性糖为4.54%;粗纤维含量7.7%;每100 g鲜重含维生素C为19.1 mg;钾、铁、锌的含量分别为2.706、4.646、4.882 mg,比一般品种高2~3倍,另外此品种富含的胡萝卜素、维生素A、B以及其它微量元素均比其它品种要高。

微型胡萝卜在国外市场已经悄然走红<sup>[25]</sup>。国外的超市出售的微型胡萝卜不是完整的胡萝卜,而是将根形长直的胡萝卜去皮,然后切成5 cm左右的段,用塑料袋塑封包装好。加工处理后的微型胡萝卜外观小巧可爱,颜色艳丽,大小形状整齐,食用方便,很快被人们所接受,迅速发展成重要的胡萝卜加工产业。到20世纪末,微型胡萝卜产业在美国得到了迅速发展,其价格是普通胡萝卜的几倍,给美国带来了巨大的经济效益和社会效益,现在美国每年人均胡萝卜消费量在5 kg以上,比10 a前要翻了一番。

## 4 我国胡萝卜育种现状与展望

我国胡萝卜的育种研究大概始于20世纪80年代,目前胡萝卜育种研究滞后,不能满足生产发展的需要,远远落后于欧美、日本和韩国等国家。我国栽培胡萝卜品种的应用大致经历了3个时期,第一个时期是20世纪50~70年代,以主栽地方品种为主,代表品种例如江苏蜡烛台、陕西齐头红、内蒙古黄胡萝卜、北京鞭杆红和辽宁小顶等;第二个时期是20世纪80~90年代,主要引用国外常规品种,日本黑田五寸参是最典型的代表;20世纪90年代后,开始培育自己的一代杂种。杂交种桔红1号和中加1号就是中国科学院蔬菜花卉研究所利用胡萝卜瓣化型不育资源获得的。北京市蔬菜研究中心与美国的相关部门合作,收集雄性不育材料30多套,培育了一系列红芯一代杂种,这些杂种具有优质、高产、抗病和耐抽薹等特点,现已大面积推广应用<sup>[26]</sup>。内蒙古农业科学院

园艺研究所利用胡萝卜瓣化型不育材料与日本黑田五寸参后代杂交,选育出了金红系列杂交种已全面用于生产<sup>[27]</sup>。河南农业大学利用瓣化型不育材料与郑州小顶优系杂交,选育出了红参系列杂种,品质优良,已在生产上大力推广与应用<sup>[28]</sup>。另外中国农业科学院蔬菜花卉研究所、天津市园艺研究所、扬州大学园艺系等兄弟单位加强合作,相继展开了胡萝卜一代杂种的研究工作,相信在不久的将来,我国的胡萝卜杂交种将大量替代市场上的常规种与价格昂贵的进口杂交种子。

综上所述,为了加快我国胡萝卜育种的研究与应用进程,学习发达国家的丰富育种经验与实验手段,加强科研育种单位间的合作沟通,引进优秀的种质资源,对促进我国胡萝卜品种的整个产业链的发展将有着十分重要的意义。

#### 参考文献:

- [1] 洪丽萍,黄青云,张庆美,等.胡萝卜育种研究(综述)[J]. 亚热带植物科学,2011,40(2):79-82.
- [2] 庄飞云,欧承刚,赵志伟.胡萝卜育种回顾及展望[J]. 中国蔬菜,2008(3):41-44.
- [3] batzky V E,Quim C F,Simon P W. Carrots and related vegetable umbelliferae [M]. New York: CABI Publishing, 1999:99-103.
- [4] Bujdoso G. Hybrid carrot breeding[J]. Zoldsegermeaztesi Kutato Intezet-Bulletinje,1990,23:39-46.
- [5] Bunin M S. Heterosis breeding in carrot in USSR and Japan[J]. Journal of Breeding,1989,39(2):235-241.
- [6] Bonnet A. Studies on carrot[J]. Rapport d'activité, Station d'Amélioration des Plantes Maraichères,1987(1):29-33.
- [7] Eisa H M, Park Y. Breeding of brown anther type male sterile[J]. Society for Horticultural Science,1995,36(1):1-9.
- [8] Zhidkova N I. Collaboration in carrot breeding[J]. Mezhdunarodnyi Sel'Skokhozyaistvennyi Zhurnal,1986,4:68-69.
- [9] Michalik B, Zabasglo A, Zukowska E. Culinary carrot breeding in the krzeszowice horticultural plant breeding Station[J]. Zestyty Navkowe Akademii Rolniczej im. Hugona Kotaja w Krakowie, Ogrodnictwo, 1984, 11: 11-20.
- [10] 梁毅. 加快我国胡萝卜育种研究[J]. 中国蔬菜, 2002(4): 52-53.
- [11] Zenktelel M. Microsporogenesis and tapetal development in normal and male-sterile carrots (*Daucus carota*) [J]. Aier. J. Bot. ,1962,49(4):341-348.
- [12] Struckmeyer E, Simon P. Anatomy of fertile and male-sterile carrot flowers from different genetic sources[J]. Jmmer Soc. Hort. Sci. ,1986(1):965-968.
- [13] Thompson D J. Studies on the inheritance of male sterility in carrot (*Daucus carota* L. var. *sativa*) [J]. Prochiller Soc. Hort. Sci. ,1961,78:332-338.
- [14] Eisa H M. Morphological and anatomical aspects of petaloidy in the carrot (*Daucus carota* L.) [J]. J. hiller Soc. Hort. Sci. ,1969,94:545-548.
- [15] Erickson E H. Structure of cytoplasmic male-sterile and fertile carrot flowers [J]. J hiller Soc Hort Sci. ,1982, 107 (4): 698-706.
- [16] Mccollum G D. Occurrence of tetraploid stamens in wild carrot (*Daucus carota*) from Sweden [J]. Econ. Bot. Bronx, 1966,20:361-362.
- [17] Vivek B S, Simon P W. Linkage relationships among molecular markers and storage root traits of carrot (*Daucus carota* L. *Sativus*) [J]. Theor. Appl. Genet, 1999, 99: 58-64.
- [18] Simon P W. The 29th Interenational Carrot Conference [J]. Bakers field, California, America, 2002, 2:10-13.
- [19] 司家钢. 原生质体非对称融合获得胡萝卜种内胞质杂种[J]. 园艺学报, 2002, 29(2):128-132.
- [20] Dickson M H. A cold unit system to evaluate bolting resistance in carrots [J]. Proc. Hill Soc. Hortic. Sci. ,1961, 77:401-405.
- [21] Simon P W. Genetic improvement of vegetable carotene content [M]//Bills D D, Kung S. Biotechnology and Nutrition. Boston: Butterworth Heinemann, 1992:291-300.
- [22] Simon P W. Plant pigments for color and nutrition [J]. Hortic. Sci. ,1997,32:12-13.
- [23] 陈一高. 高蛋白水果型萝卜新品种 [J]. 农业知识:瓜果菜, 2005(4):43.
- [24] 班新河, 马卫东. 水果型萝卜新品种天中翠无公害高效栽培技术 [J]. 中国农村小康科技, 2008(4):41-42.
- [25] 庄飞云, 胡鸿, 方智远. “微型”胡萝卜 (Baby carrot) 概念来源及市场发展前景 [J]. 中国蔬菜, 2007(3):43-44.
- [26] 梁毅. 红芯系列一代杂种胡萝卜的选育与栽培 [J]. 北京农业科学, 2000(1):20-21.
- [27] 王勇. 胡萝卜新品种金红 1 号、金红 2 号的选育 [J]. 中国蔬菜, 1998(1):19-21.
- [28] 胡喜来, 张惠梅, 孙治强, 等. 胡萝卜新品种“红参” [J]. 园艺学报, 2006, 33(6):412.

## Research Progress and Prospect of Carrot Breeding

LIU Yu-na

(Harbin Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150029)

**Abstract:** In recent years, because of the carrot special nutrition and health care function, it has been one of the most important vegetable crops in the world, breeders are paying more and more attention to breeding carrot. The major achievements of carrot breeding all over the world were reviewed, and the main breeding methods were summarized, the future breeding objectives of carrot, and the future development of China's carrot industry were prospected.

**Key words:** carrot; breeding study; breeding method; breeding target