

# 胡萝卜春季栽培先期抽薹的调查与分析

鲍生有<sup>1,2</sup> 欧承刚<sup>2</sup> 庄飞云<sup>2\*</sup> 陈劲枫<sup>1</sup> 赵志伟<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>作物遗传与种质创新国家重点实验室, 南京农业大学园艺学院, 江苏南京 210095; <sup>2</sup>中国农业科学院蔬菜花卉研究所, 北京 100081)

**摘要:** 选用 5 种胡萝卜栽培类型共 101 份材料, 调查 3 a 春季栽培先期抽薹发生的基本情况。结果表明, 有 37 份材料抽薹率为 0, 丹佛斯型、南特斯型、阿姆斯特丹型和黑田型均存在; 有 5 份材料抽薹率高于 20%, 南特斯型和黑田型各 1 份, 紫根型 3 份。紫根型平均抽薹率为 48.4%, 极显著高于其他类型; 2004 年平均抽薹率为 7.0%, 极显著高于 2005 年 (2.7%) 和 2008 年 (3.7%)。长日照对胡萝卜先期抽薹发生具有一定的诱导效应。

**关键词:** 胡萝卜; 先期抽薹; 春化; 长日照

**中图分类号:** S631.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-6346(2010)06-0038-05

## Study of Premature Bolting of Carrot in Spring Cultivation

BAO Sheng-you<sup>1,2</sup>, OU Cheng-gang<sup>2</sup>, ZHUANG Fei-yun<sup>2\*</sup>, CHEN Jin-feng<sup>1</sup>, ZHAO Zhi-wei<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>State Key Laboratory of Crop Genetics and Germplasm Enhancement, College of Horticulture, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, Jiangsu, China; <sup>2</sup>Institute of Vegetables and Flowers, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China)

**Abstract:** The premature bolting of carrot (*Daucus carota* L. var. *Sativa* DC.) in spring cultivation was investigated with 101 accessions including five ecotypes in 2004, 2005 and 2008. The results showed that the premature bolting ratio of 37 accessions of Danvers, Nantes, Amsterdam and Kuroda were zero, and the ratio of one Nantes, one Kuroda and three purple accessions were more than 20%. The average ratio of purple type was about 48.4%, which was significantly higher than other ecotypes. The average ratio of 2004 was 7.0%, which was significantly higher than that of 2005 (2.7%) and 2008 (3.7%). The premature bolting of carrot could be induced by long-day.

**Key words:** Carrot; Premature bolting; Vernalization; Long-Day

胡萝卜 (*Daucus carota* L. var. *Sativa* DC.) 是全球十大蔬菜作物之一, 种植十分普遍。2007 年我国栽培面积达到 49.2 万  $\text{hm}^2$ , 占全世界胡萝卜栽培总面积的 40.6% (FAO, 2007)。为了满足国内外市场的需求, 我国胡萝卜栽培制度发生了较大改变, 以往主要是夏秋播种、秋冬采收; 现在不同地区则依据自身的气候特点发展了新的耕作制度, 如西北和东北地区发展早熟栽培, 华东

收稿日期: 2009-09-02; 接受日期: 2009-11-05

基金项目: 农业部“948”项目 (2006-G13), 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项 (2060302-2-08), 农业部蔬菜遗传与生理重点实验室资助项目

作者简介: 鲍生有, 硕士研究生, 专业方向: 蔬菜作物遗传育种, E-mail: baoshengyou@126.com

\*通讯作者 (Corresponding author): 庄飞云, 副研究员, 硕士生导师, 专业方向: 蔬菜遗传育种, E-mail: fy\_zhuang@caas.net.cn

和华北地区发展一年两季栽培, 华南地区发展越冬栽培, 已在我国形成了区域化、规模化的发展格局, 可以满足周年供应的需求。

近几年, 胡萝卜生产已逐渐显露出几大瓶颈问题, 其中最突出的是品种短缺, 特别是耐先期抽薹品种, 20世纪80年代的黑田型品种仍是国内市场的主栽品种, 占到市场的80%~90%。Dickson和Peterson(1958)研究表明, 胡萝卜成株完全完成春化作用需在5℃下处理8~10周。而胡萝卜幼苗一般要求8~12片真叶, 肉质根直径达到4~8 mm (Alessandro & Galmarini, 2007)才能感受低温处理, 而且不同基因型品种感受低温能力的差异较大 (Dickson et al., 1961)。但在春播栽培和早熟栽培过程中, 胡萝卜由于受到早春低温以及长日照的影响, 造成部分植株未经严格春化就发生先期抽薹, 从而严重影响了胡萝卜的产量和品质, 直接损害了种植者的利益。

先期抽薹现象发生较为普遍, 如甘蓝、大白菜、萝卜、洋葱、甜菜等, 也是育种学家一直关注的焦点问题。研究表明在甜菜作物中抽薹性状是由单个显性基因*B*控制的 (Gaafar et al., 2005)。在大白菜中抽薹性状则表现为数量性状 (Ajisaka et al., 2001)。在萝卜异源染色单体中, 发现了一个早抽薹基因, 它对于控制Tokinashi栽培种晚抽薹性状的几个基因都是显性 (Kaneko et al., 2000)。控制胡萝卜抽薹性状的可能是一个显性基因, 但受到其他因子的影响 (Dickson et al., 1961), 目前还没有明确的结论。本研究以国内外引进收集的种质资源为试材, 通过调查不同年份春播胡萝卜抽薹现象, 分析影响胡萝卜先期抽薹的关键因素, 为胡萝卜育种提供理论依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材 料

共选用81个栽培品种和20个自交系, 分为5种生态栽培类型: 丹佛斯型、南特斯型、阿姆斯特丹型、黑田型和紫根型。其中丹佛斯型2个品种和5个自交系, 南特斯型29个品种, 阿姆斯特丹型1个品种和4个自交系, 黑田型48个品种和9个自交系, 紫根型1个品种和2个自交系。丹佛斯型、南特斯型、阿姆斯特丹型和紫根型主要引自欧美等10余个国家, 黑田型引自日本、韩国以及国内推广的品种, 自交系经中国农业科学院蔬菜花卉研究所选育而成。

### 1.2 方 法

试验在中国农业科学院昌平综合试验基地进行。根据品种材料收集情况, 分别安排在2004、2005和2008年进行。每年播种时间为3月18~20日, 采用垄栽方式, 每垄种2行。播种期覆盖地膜, 齐苗后撤掉。3~4片真叶时进行第1次间苗, 5~6片真叶时定苗, 株距8~10 cm。每年7月10日采收, 统计各材料的抽薹数 (以主薹伸长1~2 cm为准) 和总根数, 总根数统计的范围60~150根。由于抽薹率为百分数, 采用反正旋平方根处理再进行方差分析。每天最高、最低温度的测定采用上海华辰医用仪表有限公司生产的最高最低温度计, 挂于田间距离地面50 cm高度, 每天16:00读取数据并归零。每年的播种时间, 管理方式, 收获时间以及温度测定方法基本一致。

## 2 结果与分析

### 2.1 各年份胡萝卜材料抽薹情况调查结果

从表1可以看出, 101份材料中, 在春季, 有37份材料抽薹率为0, 丹佛斯型4份, 南特斯型12份, 阿姆斯特丹型2份, 黑田型19份; 47份材料的抽薹率低于5%, 丹佛斯型3份, 南特斯型14份, 阿姆斯特丹型2份, 黑田型28份; 8份材料抽薹率介于5%~10%之间, 南特斯型和阿姆斯特丹型各1份, 黑田型6份; 4份材料抽薹率介于10%~20%之间, 南特斯型1份, 黑田型3份; 5份材料高于20%, 南特斯型1份, 黑田型1份, 紫根型3份。而在秋季只有1份黑

田型在 2005 年抽薹，其余均不抽薹。这表明不同胡萝卜栽培类型均存在耐抽薹和不耐抽薹材料（本文定义抽薹率低于 1% 为耐抽薹材料，对生产没有影响；而抽薹率高于 1% 的抽薹材料，给生产带来损失，则定义为不耐抽薹材料）。

表 1 不同类型不同年份胡萝卜材料抽薹情况调查结果

类型	年份	春季抽薹材料 份							秋季抽薹材料 份					
		0	0.1 %	R	5 %	5 % < R	10 %	10 % < R	20 %	R > 20 %	0	0.1 %	R	5 %
丹佛斯型	2004	—	1			—		—			1	—		
	2005	4	1			—		—		5	—			
	2008	—	1			—		—		1	—			
南特斯型	2004	—	5			—		1		6	—			
	2005	2	3			—		—		5	—			
	2008	10	6		1		1	—		18	—			
阿姆斯特丹型	2004	—	1			—		—		1	—			
	2005	2	1			—		—		3	—			
	2008	—	—		1		—	—		1	—			
黑田型	2004	4	7		5		2	—		18	—			
	2005	6	14		—		1	—		20	1			
	2008	9	7		1		—	1		18	—			
紫根型	2004	—	—		—		—	1		1	—			
	2005	—	—		—		—	1		1	—			
	2008	—	—		—		—	1		1	—			
合计		37	47		8		4		5	100	1			

注：R—抽薹率。

## 2.2 方差分析

从表 2 可以看出，不同栽培类型的胡萝卜材料抽薹率之间存在极显著差异 ( $p=0.0001$ )，不同年份之间也存在极显著差异 ( $p=0.0017$ )，而栽培类型与年份之间互作效应不显著。经多重比较 (图 1)，紫根型与其他栽培类型之间存在极显著差异，其平均抽薹率达到 48.4%，而其他类

表 2 不同类型不同年份胡萝卜材料抽薹率方差分析

变异来源	平方和	自由度	均方	F	p
品种类型	4 163.76	4	1 040.94	51.35	0.000 1
年份间	633.45	2	316.73	15.63	0.001 7
品种类型 × 年份	162.16	8	20.27	0.38	0.926 6
误差	4 543.24	86	52.83		
总变异	9 502.61	100			

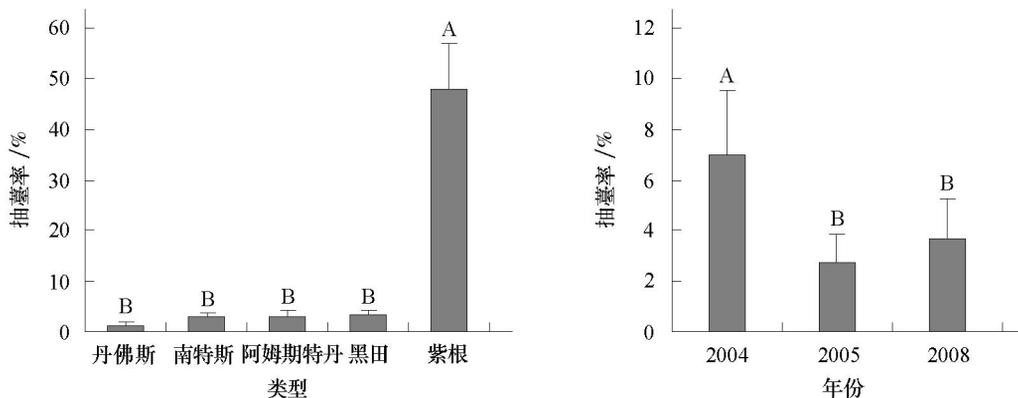


图 1 不同类型不同年份胡萝卜材料抽薹率的多重比较

图柱上不同大写字母表示差异极显著 ( $\alpha=0.01$ )。

型之间没有显著差异, 丹佛斯型、南特斯型、阿姆斯特丹型和黑田型平均抽薹率分别是 1.0 %、2.6 %、2.7 % 和 3.3 %。2004 年的平均抽薹率为 7.0 %, 极显著高于 2005 年 (2.7 %) 和 2008 年 (3.7 %)。

### 3 讨论

植物开花主要有 4 条途径, 受环境影响的有 2 条 (长日照和春化途径), 另 2 条途径独立于环境因子 (自生调控和赤霉素途径) (Blázquez et al., 2001)。大多数二年生作物的开花过程均受到长日照和春化途径的影响, 其中春化途径通常是在  $1 \sim 10^{\circ}\text{C}$  以下处理 1~3 个月 (Simpson & Dean, 2002)。但不同作物要求不同, 如大白菜、萝卜等作物属于种子春化型, 也就是萌动的种子就可以感受低温处理, 而胡萝卜、甘蓝等作物属于绿体春化型, 植株不仅需要长到一定大小才能感受低温效应, 并且需要较长的处理时间。对于胡萝卜后期抽薹开花来说, 只需要适宜的温度, 对光周期没有要求 (数据未显示)。

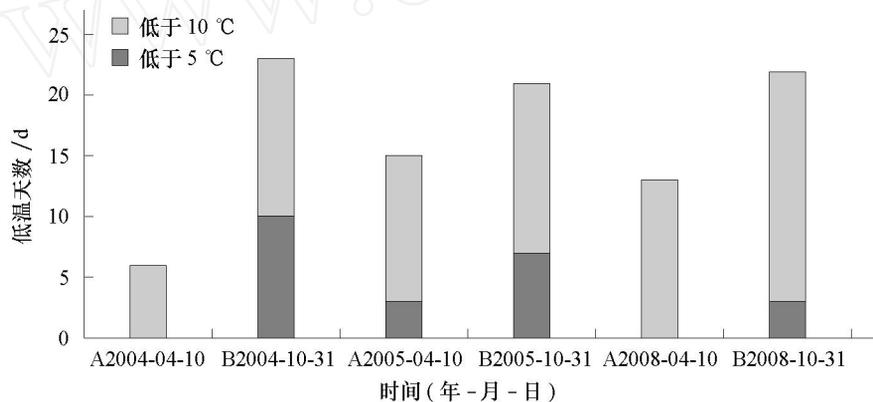


图 2 2004、2005 和 2008 年胡萝卜春秋两季生长期期间的低温天数比较

A2004 - 04 - 10 表示 2004 年 4 月 10 日以后低于 5 或 10 的天数, B2004 - 10 - 31 表示 2004 年 10 月 31 日之前低于 5 或 10 的天数; 其他以此类推。

根据 2004、2005 和 2008 年的最低温度记录比较春秋两季胡萝卜有可能感受低温处理的天数 (春季统计 4 月 10 日以后的低温天数, 苗龄 3~4 片真叶, 秋季统计 10 月 31 日之前的低温天数, 图 2)。结果显示, 3 a 春季低于  $10^{\circ}\text{C}$  的天数不超过 15 d, 均没有达到胡萝卜春化的要求 (Dickson & Peterson, 1958), 并且显著少于秋季栽培植株感受低温的天数, 根据秋季栽培试验, 只有个别材料出现先期抽薹现象, 其比例不超过 0.5 %。而在春季栽培的 101 份材料中, 有 64 份材料出现先期抽薹现象, 其中 17 份材料抽薹率达到 5 % 以上, 这说明长日照对胡萝卜先期抽薹性状存在一定的诱导效应, 这在其他作物如白菜 (杨旭, 2006)、甘蓝 (张韬和王超, 2003) 中均存在同样现象, 这将在笔者另外的试验中进行论证。

紫根型平均抽薹率高达 48.4 %, 表现出极易抽薹, 这可能与保留了较多的最原始性状有关, 因为紫根型已经存在 2 000 多年, 而桔红色类型只有 300 年左右的历史 (庄飞云等, 2008)。其他类型中均存在耐抽薹和不耐抽薹材料, 其中南特斯型和黑田型中存在抽薹率超过 10 % 的材料。这表明西方类型和东方类型胡萝卜品种均存在耐抽薹和不耐抽薹的种质资源, 这与早期的观点有所不同 (中国农学会遗传资源学会, 1994)。因此耐抽薹胡萝卜材料在现有栽培类型中均可能筛选获得。

#### 参考文献

杨旭. 2006. 白菜 (*B. nassica campestris* L.) 耐抽薹性及其他农艺性状 QTL 定位的研究 [博士学位论文]. 杨凌: 西北农林科技大学.

- 张韬, 王超. 2003. 春甘蓝抽薹特性的研究 ( ) —— 遗传特性分析. 东北农业大学学报, 34 (4): 368 - 371.
- 中国农学会遗传资源学会. 1994. 中国作物遗传资源. 北京: 中国农业出版社: 636 - 646.
- 庄飞云, 欧承刚, 赵志伟. 2008. 胡萝卜育种回顾及展望. 中国蔬菜, (3): 41 - 44.
- Ajisaka H, Kuginuki Y, Enomoto S, Yui, S, Enomoto S, Hirai M. 2001. Identification and mapping of a quantitative trait locus controlling extreme late bolting in Chinese cabbage (*B. ruspica* L. sp. *pekinensis* syn. *campestris* L.) using bulked segregant analysis. *Euphytica*, 118: 75 - 81.
- Alessandro M S, Galmarini C R. 2007. Inheritance of vernalization requirement in carrot. *Journal Amer Soc Hort Sci*, 132: 525 - 529.
- Blázquez M, Koochneef M, Putterill J. 2001. Flowering on time: genes that regulate the floral transition. *EMBO reports*, 2: 1078 - 1082.
- Dickson M H, Peterson C E. 1958. Hastening greenhouse seed production for carrot breeding. *American Society for Horticultural Science*, 71: 412 - 415.
- Dickson M H, Rieger B, Peterson C E. 1961. A cold unit system to evaluate bolting resistance in carrots. *American Society for Horticultural Science*, 71: 401 - 405.
- Gaafar R M, Hohmann U, Jung C. 2005. Bacterial artificial chromosome-derived molecular markers for early bolting in sugar beet. *Theor Appl Genet*, 110: 1027 - 1037.
- Kaneko Y, Bang S W, Matsuzawa Y. 2000. Early-bolting trait and RAPD markers in the specific monosomic addition line of radish carrying the e-chromosome of *B. ruspica oleracea*. *Plant Breeding*, 119: 137 - 140.
- Simpson G G, Dean C. 2002. Arabidopsis, the rosetta stone of flowering time? *Science*, 296: 285 - 290.

## · 新书推介 ·

# 《中国蔬菜栽培学》(第二版)

《中国蔬菜栽培学》(第二版)已于2009年10月中下旬出版发行。

全书内容分总论、各论、保护地蔬菜栽培、采后处理及贮藏保鲜共4篇。总论篇概要地论述了中国蔬菜栽培的历史、产业现状,中国蔬菜的起源、来源和种类,蔬菜作物生长发育和器官形成与产品质量的关系,蔬菜生产分区、栽培制度和技术原理,蔬菜栽培的生理生态基础以及环境污染与蔬菜的关系等;各论篇较详细地介绍了根菜类、薯芋类、葱蒜类、白菜类、芥菜类、甘蓝类、叶菜类、瓜类、茄果类、豆类、水生类、多年生类、芽苗菜以及食用菌类蔬菜的优良品种、栽培技术、病虫害防治、采收等方面的技术经验和研究成果;保护地蔬菜栽培篇论述了中国蔬菜保护地的类型、构造和应用,主要栽培设施的设计、施工,保护地环境及调节,保护地蔬菜栽培技术;采后处理及贮藏保鲜篇重点介绍了蔬菜采后处理技术及贮藏原理和方法等。

《中国蔬菜栽培学》(第二版)除保留了原著(1987年版)中关于蔬菜栽培基本技术理论和原理、中国蔬菜栽培的历史经验和独特技术等内容外,和原著相比较,具有如下特点:

1. 重点增加了自20世纪80年代后期以来,中国在蔬菜栽培理论、无公害蔬菜栽培技术、推广应用的新品种、病虫害防治以及在蔬菜产品质量、产品采后处理及贮藏保鲜原理和技术等方面取得的新成果、新进展;概述了改革开放以来中国蔬菜产、销通过商品基地建设、流通体系建设等在解决蔬菜周年生产和供应方面所取得的成绩。
2. 依据现有资料,对蔬菜栽培历史,蔬菜的起源、来源,分类,蔬菜学名,病虫害学名等进行了复核,校勘。
3. 在学术方面,尽可能地反映不同学术思想、不同学术观点;在内容上,尽量反映不同生态区,包括台湾地区在内的栽培技术特点。
4. 删去了“蔬菜的加工”和“野生蔬菜”两章,以使本书的内容更加切题。另在附录中增加了“主要野生蔬菜简表”、“主要野生食用菌简表”和“主要香辛料蔬菜简表”3个附表。

该书由中国农业科学院蔬菜花卉研究所主编,组织全国有较高学术水平和实际工作经验的专家、学者和技术人员130余人分别撰写。他反映了21世纪初中国蔬菜栽培科学研究和蔬菜生产技术的水平,对促进中国蔬菜产业和蔬菜科学技术的全面发展,促进国际间的学术交流,将起到重要作用。

该书由中国农业出版社出版发行,约250万字,装帧精美。内容较全面、系统,科学性、学术性强,亦有较强的实用性,并插有近500张彩图,可供相关科研人员、农业院校师生、中级以上专业技术人员或管理人员等参考。定价:298元。邮购价:330元。

邮购地址:北京市海淀区中关村南大街12号 《中国蔬菜》编辑部 邮编:100081 电话:010-82109550