

大白菜幼苗春化对低温、光照和苗龄的要求

张鲁刚^{1*}, 孔小平^{1,2}, 惠麦侠¹, 张明科¹

(¹西北农林科技大学园艺学院, 农业部西北园艺植物种质资源与遗传改良重点开放实验室, 陕西杨凌 712100; ²西宁市蔬菜研究所, 西宁 810016)

摘 要: 以不同冬性的 6 个大白菜品种为试材, 研究了幼苗在 4~5 低温下分别处理 0、8、15、22、29、36、43 d 后的现蕾开花情况。结果表明: 不同品种幼苗春化对低温的需求不同, 冬性弱的品种需要较短的低温过程, 冬性强的品种需要较长的低温过程, 其范围从 8 到 29 d 以上; 随着春化时间的延长, 不同冬性品种都表现开始现蕾的时间提前, 全部现蕾需要的持续时间缩短, 即向现蕾早而集中发展。在黑暗条件下连续低温处理 29 d 的幼苗没有现蕾, 说明光照对幼苗通过春化是必需的。不同冬性的大白菜不同幼苗于 4~5 下春化 25 d 后观察, 4~5 叶期幼苗对低温最敏感, 2~3 叶期的次之, 7~8 叶期最不敏感, 其中冬性弱的品种开始现蕾的时间以 4~5 叶期现蕾最早, 2~3 叶期的次之, 7~8 叶期最晚; 不同冬性品种完全现蕾的持续时间以 4~5 叶期持续时间为最少, 2~3 叶期的次之, 7~8 叶期持续时间最长。

关键词: 大白菜; 幼苗; 春化; 温度; 光照; 现蕾

中图分类号: S 634.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2008) 11-1676-05

The Low Temperature, Light and Seedling Age Requirement for Seedling Vernalization in Chinese Cabbage

ZHANG Lu-gang^{1*}, KONG Xiao-ping^{1,2}, HU IMai-xia¹, and ZHANG Ming-ke¹

(¹ College of Horticulture, Northwest A & F University, Key Laboratory of Horticulture Plant Germplasm and Genetic Improvement, Ministry of Agriculture, Yangling, Shaanxi 712100, China; ² Xining Vegetable Research Institute, Xining 810016, China)

Abstract: The seedlings of six varieties of Chinese cabbage with different coldness were treated at low temperature for 0, 8, 15, 22, 29, 36, 43 d, respectively, the time of bud emerging were investigated and compared, the results showed that the requirement of low temperature treatment days for vernalization is depended on the coldness of variety, the weaker of coldness, the shorter of low temperature treatment is needed, the requirement range is from 8 days to more than 29 days respectively. As the low temperature treatment days is increased, the floral bud is emerging earlier, the duration for all plant emerging bud is shorted. It was found that the light during low temperature treatment is needed for vernalization, the plant do not produce floral buds even treated for 29 d under dark condition. When the different coldness varieties with different seedling age were treated at 4~5 for 25 days, it was found that the sensitivity to low temperature for vernalization is 4~5 leaves seedling > 2~3 leaves seedling > 7~8 leaves seedling, such as the time of bud emerging is earliest in 4~5 leaves seedling, latest in 7~8 leaves seedling for weaker coldness varieties, and the days for all plant producing bud is shortest in 4~5 leaves seedling, and longest in 7~8 leaves seedling for all various coldness varieties.

Key words: Chinese cabbage; seedling; vernalization; temperature; light; floral bud

收稿日期: 2008-06-02; 修回日期: 2008-09-08

基金项目: 国家科技支撑计划项目 (2006BAD01A7); 农业部公益性行业科研专项 (nyhyzx07-007); 陕西省重大科技专项 (2007ZDKG-05)

* E-mail: lugangzh@163.com, Tel: 029-87082131

大白菜的先期抽薹问题一直困扰着我国春大白菜生产和高纬度、高海拔地区夏春大白菜生产。大白菜属于种子春化型作物, 萌动种子就可以感受低温。国内外关于大白菜种子春化的温度及其时间等方面的研究甚多 (李曙轩, 1957; 奥岩松 等, 1996), 且已基本达到共识。相比较关于大白菜幼苗春化的研究较少, 且观点也不尽一致。

Elers和 Wiebe (1984) 认为大白菜幼苗春化的适宜温度为 $5 \sim 8^{\circ}\text{C}$, 在 2°C 和 11°C 下植株抽薹需要一个更长的处理时间, 指出随着春化效应增加, 植株叶片数减少, 发生未熟抽薹, 在恒温春化条件下, 没有观察到光周期对春化的效应。有的研究者认为低温处理过程中给予光照对花芽分化有促进作用 (杉山直仪, 1980)。Guttormsen和 Moe (1985) 报道低温处理时的苗龄从 1周增加到 3周, 抽薹时间延迟, 而且耐热与热敏品种抽薹反应差异很大。

在春大白菜生产中, 一般采用日光温室或大棚育苗, 露地或塑料棚定植, 定植苗或处于低温条件下或面临倒春寒的低温威胁, 因此幼苗春化特性决定着生产的成败, 也成为衡量品种耐抽薹性的重要标准之一。

研究大白菜幼苗春化特性对于其种质资源筛选和制定合理的栽培技术措施十分重要。作者在对春化温度研究的基础上 (惠麦侠和张鲁刚, 2004), 以不同冬性的大白菜为试材, 研究了低温时间和光照对苗期春化的影响及苗龄大小对低温的敏感性, 以期供抗抽薹育种和春白菜的生产参考。

1 材料与方法

1.1 材料

研究材料 6份, ‘冬春王’ (抗抽薹), ‘冠春’ (高耐抽薹), ‘四季王’ (耐抽薹), ‘秦白二号’ (中等耐抽薹), ‘陕春白 1号’ (易抽薹), ‘热抗王’ (极易抽薹)。

‘冬春王’是贵阳庆丰农业种子有限公司生产的商品种子, ‘冠春’、‘秦白二号’、‘陕春白 1号’由西北农林科技大学园艺学院白菜组研发并提供, ‘四季王’是韩国农友 B D株式会社研发, 北京世农种苗有限公司生产的商品种子, ‘热抗王’是济南市巨龙种苗有限公司生产的商品种子。

试验于 2006年 2—8月在西北农林科技大学进行。

1.2 苗期低温春化时间和遮光处理试验

在 23°C 的培养箱中催芽后, 于 $11 \sim 26^{\circ}\text{C}$ 的温室中生长, 2片真叶时移栽到营养钵中。

幼苗 4~5片真叶时, 把 6个材料分别分为 8组, 每组 30株, 其中一组作为对照放置到温度为 25°C , 光照为 $2\,000\text{ lx}$ 的培养室内生长, 6组移放到温度为 $4 \sim 5^{\circ}\text{C}$, 光照为 $2\,000\text{ lx}$ 的低温培养室中 24 h长光照下进行春化, 另外一组在同一低温培养室遮光春化 29 d。

每组幼苗春化一定时间 (0、8、15、22、29、36、43 d) 后, 转移到与对照相同环境下生长, 连续观察统计现薹情况。

1.3 不同苗龄春化的比较试验

将材料 ‘冬春王’、‘冠春’、‘秦白二号’和 ‘陕春白 1号’的种子分三期, 每期间隔 20 d直播到营养钵, 在自然环境下生长, 三期幼苗分别生长到 7~8片展叶、4~5片展叶、2~3片展叶时, 统一转放到温度为 $4 \sim 5^{\circ}\text{C}$, 光照为 $2\,000\text{ lx}$ 的低温培养室中, 于 24 h长光照下低温处理 25 d后, 再统一转放到温度为 $20 \sim 28^{\circ}\text{C}$ 的温室中生长, 连续观察统计各材料的现薹情况。

2 结果与分析

2.1 低温处理时间对大白菜苗期春化的影响

不同品种苗期春化需要的低温处理时间不同。从表 1可知, 不同品种开始现薹要求的最短苗期春化时间不同, 极易抽薹的 ‘热抗王’和易抽薹的 ‘陕春白 1号’苗期经过 8 d的低温处理就可以通

过春化, 分别在低温处理后 11 d 和 19 d 开始现蕾, 而 ‘秦白二号’、‘四季王’、‘冠春’ 则分别最少需要 15、22 和 29 d 的低温处理才能通过春化。

表 1 不同品种经 4~5 春化处理后的现蕾天数

Table 1 Days requirement for bud emerging after 4 - 5 treatment

/d

品种名称 Varieties name	对照 Control	黑暗 29 d Dark 29 d	光照 Light					
			8 d	15 d	22 d	29 d	36 d	43 d
冬春王 Dongchunwang	-	-	-	-	-	-	-	-
冠春 Guanchun	-	-	-	-	-	14, /, /	7, 25, /	8, 24, /
四季王 Sijiwang	-	-	-	-	29, /, /	14, 30, /	7, 23, /	8, 16, /
秦白二号 Qinbai 2	-	-	-	28, /, /	13, 29, /	6, 14, 30	7, 9, 23	8, 10, 16
陕春白 1 号 Shaanchunbai 1	-	-	19, 27, /	8, 10, 44	5, 5, 21	6, 6, 14	7, 7, 15	8, 8, 8
热抗王 Rekangwang	-	-	11, 35, /	10, 11, 28	5, 5, 29	6, 8, 14	7, 7, 15	8, 8, 8

注: ‘-’ 表示未现蕾; 表中数字依次指春化处理后开始现蕾天数, 50% 植株现蕾天数, 100% 植株现蕾天数, ‘/’ 指未达到对应的指标。

Note: ‘-’ shows no bud; The numbers in table mean the day of first plant floral bud emerging, the day of 50% plants floral bud emerging, the day of all plants floral bud emerging, respectively, ‘/’ means not reaching the corresponding standard

幼苗低温处理时间延长, 大白菜现蕾需要的时间缩短。

极易抽薹品种 ‘热抗王’, 春化 8~15 d 后, 10~11 d 开始现蕾, 春化 22~43 d 后, 5~8 d 开始现蕾, 后者较前者平均缩短 4 d; 春化 8 d 后, 35 d 有 50% 植株现蕾, 较春化 15 d 的长 24 d, 较春化 22~43 d 的长 30~27 d; 春化 8 d 的现蕾后 40 d 也没有全部现蕾, 春化 15 d 的全部植株现蕾需要 19 d (从第 10 天到第 28 天), 春化 22 d 的全部现蕾需要 25 d, 春化 29~36 d 的全部现蕾需要 9 d, 而春化 43 d 的全部现蕾。可以看出开始现蕾、50% 植株现蕾和全部现蕾对春化时间的反应和需要是不一致的, 春化处理 8 d 的没有完全春化, 春化处理 15 d 的完全通过春化, 22 d 为过春化。

易抽薹品种 ‘陕春白 1 号’, 春化处理 8 d 的, 19 d 开始现蕾, 27 d 达到 50% 植株现蕾, 41 d 还未全部现蕾。而春化 15、22、29、36、43 d 的, 8、5、6、7、8 d 的分别开始现蕾, 较春化 8 d 的缩短 11~14 d, 春化后 10、5、6、7、8 d 时 50% 植株现蕾, 分别较春化 8 d 的缩短 17~22 d, 100% 植株现蕾需要的时间分别为 37、17、9、9 和 1 d。可以看出开始现蕾和 50% 植株现蕾对春化时间反应相似, 处理 15 d 以上的春化效果变化不大, 而全部现蕾需要春化 29 d 时效果才稳定。

中等耐抽薹品种 ‘秦白二号’, 春化处理 8 d 的没有现蕾。春化 15 d 的, 28 d 开始现蕾, 在观察的时间内, 现蕾植株没有达到一半。春化 22、29、36、43 d 的, 分别在 13、6、7、8 d 后开始现蕾, 在 29、14、9、10 d 时有 50% 植株现蕾, 除春化 22 d 的没有观察到全部现蕾外, 春化 29、36 和 43 d 的分别在 25、17 和 9 d 全部植株现蕾。可见该材料开始春化的最短时间大于 8 d, 完全春化的最短时间为 22 d, 而且开始现蕾、50% 植株现蕾和全部现蕾对春化时间的反应不一致。

耐抽薹品种 ‘四季王’, 春化处理 8~15 d 的没有现蕾。春化 22 d 的, 29 d 开始现蕾, 在观察的时间内, 现蕾株数没有达到一半。春化 29、36 和 43 d 的, 14、7 和 8 d 分别开始现蕾, 8 d 后的现蕾株率分别为 13.3%、20.0%、23.3% 和 56.7%, 达到 50% 植株现蕾的时间分别为春化后 30、23 和 16 d, 在观察的时间内均没有全部植株现蕾。可见该材料开始春化的最短时间为 15 d, 完全春化的最短时间为 43 d, 开始现蕾和 50% 植株现蕾对春化时间的反应不一致。

高耐抽薹品种 ‘冠春’, 春化处理 8~22 d 的没有现蕾。春化处理 29、36 和 43 d 的, 分别在春化后 14、7 和 8 d 开始现蕾, 8 d 后的现蕾株率分别为 16.7%、16.7% 和 33.3%。春化 36 d 和 43 d 的达到 50% 植株现蕾的时间分别为春化后 25 d 和 24 d, 在观察的时间内各个时间处理均没有达到全部植株现蕾。可见该材料开始春化的最短时间在 22 d 以上, 春化 29~43 d 没有完全通过春化。春化 36 和 43 d 两个处理开始现蕾时间相似, 而 29、36 d 处理现蕾 8 d 后的现蕾株率相似, 说明不同阶段的

春化可能需要不同的处理时间。

抗抽薹品种‘冬春王’在设定的处理中均没有发生现薹。

2.2 光照对大白菜苗期低温春化的影响

从表1可知,在遮光黑暗条件下春化29 d后,植株小,开展度大,叶长/叶宽比值变小。所有试材在处理30 d之内均未现薹。而在长光照下春化29 d后,易抽薹品种‘陕春白1号’和‘热抗王’在处理14 d全部现薹;在处理30 d后,中耐抽薹品种‘秦白二号’有100%的植株现薹、耐抽薹品种‘四季王’有50.0%的植株现薹,高耐抽薹品种‘冠春’仅有30%的植株现薹(表1未显示),由此可见,苗期春化阶段的光照对现薹是必要的。

2.3 不同苗龄大白菜幼苗对低温的感应

易抽薹品种‘陕春白1号’在7~8叶期、4~5叶期和2~3叶期低温处理25 d后,开始现薹的时间分别为春化处理后的6、6和9 d,50%植株现薹的时间分别为春化处理后16、8和10 d,达到全部植株现薹持续的时间分别为春化处理后35、12和15 d。不同现薹阶段与苗龄的关系不一致。

中等耐抽薹品种‘秦白二号’在7~8叶期、4~5叶期和2~3叶期低温处理25 d后,开始现薹的时间分别为春化后9、6和9 d,50%植株现薹的时间分别为春化后17、15和12 d,完成全部植株现薹持续的时间分别为春化后29、21和29 d。

高耐抽薹品种‘冠春’在7~8叶期、4~5叶期和2~3叶期低温处理25 d后,开始现薹的时间均为春化后31 d,到春化后49 d时其现薹株率分别为10%、50%和18.4%,春化后55 d时现薹株率分别为13.3%、56.7%和20.0%。

极耐抽薹品种‘冬春王’在7~8叶期、4~5叶期和2~3叶期低温处理25 d后,在连续观察期内均未现薹。

由此可见,中耐抽薹品种‘秦白二号’开始现薹的时间以4~5片展叶最早,易抽薹品种‘陕春白1号’开始现薹的时间以4~5片展叶和7~8片展叶最早;‘陕春白1号’、‘冠春’2个品种达到50%植株现薹的时间以4~5片展叶最早;‘陕春白1号’、‘秦白二号’2个品种达到100%植株现薹的时间也以4~5片展叶最早,总体现薹从早到晚的次序为:4~5叶期春化、2~3叶期春化、7~8叶期春化,即:大白菜春化以4~5叶期对低温最敏感,苗龄过大或过小敏感性都降低,其中2~3叶期的敏感性略高于7~8叶期。

开花情况(数据略)与现薹情况基本相一致,这与张鲁刚和孔小平(2007)的结论开花时间差异主要是由现薹时间差异决定的相一致。

3 讨论

试验发现6个不同冬性的大白菜品种在完全黑暗条件下低温处理29 d后均没有现薹,说明幼苗春化过程的光照对现薹抽薹是必须的,这与人(杉山直仪,1980)的研究结论相一致,但本研究没有进行8 h或12 h的处理,因此关于不同光照长度的作用有待进一步研究。

本研究发现,不同材料开始现薹、50%植株现薹和全部现薹对春化时间的需要和反应是不一致的,这可能是由于试材个体间存在控制抽薹微效基因的差异,而且不同微效基因表达对春化时间有不同的需求造成的。

春化苗龄对开始现薹的时间因品种而异,对于易抽薹品种有明显影响,耐抽薹品种没有影响。春化苗龄对不同品种完全现薹持续的时间影响较大,这可能说明不同品种的耐抽薹微效基因表达与苗龄有关。本研究以现薹期为指标,表明7~8叶期现薹最不敏感,可能是因为较大的幼苗营养生长强,植株生理状态从营养生长向生殖生长需要更长的低温诱导,该结果与Guttormsen和Moe(1985)的相似。这一特性的进一步证实,可能提出春大白菜栽培的新技术,即在较高温度下育大苗,可以适当提

前定植。

在试验设定的 8~43 d 处理中, ‘冬春王’ 都没有发生现蕾, 这可能是由于幼苗对低温不敏感, 也可能是品种的冬性极强, 在 4~5 的低温下需要更长的春化时间等。关于 ‘冬春王’ 感受低温的时期和冬性的强弱有待进一步研究。

References

- Ao Yan-song, Li Wu-jun, Chen Guang-fu. 1996. The effect to flower formation and bolting of Chinese cabbage under seeds vernalization and photoperiods treated. *Northeast Agricultural University Sinica*, 27 (3): 250 - 254. (in Chinese)
- 奥岩松, 李武军, 陈广福. 1996. 种子春化与光周期处理对大白菜花芽分化和抽苔的影响. *东北农业大学学报*, 27 (3): 250 - 254
- Elers B, Wiebe H J. 1984. Flower formation of Chinese cabbage. I. Response to vernalization and photoperiods. *Scientia Horticulturae*, 22 (3): 219 - 231.
- Gutormsen G, Moe R. 1985. Effect of plant age and temperature on bolting in Chinese cabbage. *Scientia Horticulturae*, 25 (3): 217 - 224.
- Hui Mai-xia, Zhang Lu-gang. 2004. Effect of vernalization temperature on flower formation and bolting in Chinese cabbage. *Acta Bot Boreal-Occident Sinica*, 24 (12): 2359 - 2361. (in Chinese)
- 惠麦侠, 张鲁刚. 2004. 春化温度对大白菜花芽分化和抽苔的影响. *西北植物学报*, 24 (12): 2359 - 2361.
- 杉山直仪. 1980. 野菜の发育生理と栽培技术. Lai Jun-ming translation. Beijing: Agriculture Press: 85 - 87. (in Chinese)
- 杉山直仪. 1980. 蔬菜的发育生理和栽培技术. 赖俊铭译. 北京: 农业出版社: 85 - 87.
- Li Shu-xuan. 1957. The effect to growing of Chinese cabbage and leaf mustard under the vernalization and photoperiods. *Acta Botanica Sinica*, 28 (6): 7 - 28. (in Chinese)
- 李曙轩. 1957. 春化及光照对于白菜及芥菜发育的影响. *植物学报*, 28 (6): 7 - 28.
- Zhang Lu-gang, Kong Xiao-ping. 2007. Vernalization and genetic performance of spring Chinese cabbage Guanchun. *Journal of Northwest A & F University*, 35 (2): 93 - 96. (in Chinese)
- 张鲁刚, 孔小平. 2007. 大白菜新品种 “冠春” 的春化特性及其遗传表现. *西北农林科技大学学报*, 35 (2): 93 - 96.

图书推荐

《蔬菜学》

本书由方智远院士主编, 江苏科学技术出版社出版发行。全书共分 7 大章, 33 个小节, 44 万字, 552 页, 本书较系统地记叙了中国蔬菜学发展的历史轨迹、学术成就; 比较全面地论述了蔬菜作物种质资源、遗传育种、栽培技术、病虫害防治以及贮藏加工等各个专业的性质、研究内容; 简述了 21 世纪中国蔬菜学的发展趋势。本书兼理论性与实践性、政策性与操作性于一体, 有利于读者更加深入地了解蔬菜学, 研究蔬菜学, 是从事蔬菜科研、教学及生产实践有关人员的良好参考书籍。定价: 47 元 (含邮费)。

《中国蔬菜品种志》

本书由中国农业科学院蔬菜花卉研究所主编, 已于 2002 年 9 月出版发行。全书分上、下卷, 1~6 章为上卷, 包括根菜类、白菜类、芥菜类、甘蓝类、绿叶菜类及葱蒜类, 计 2 263 个品种, 1 347 页; 7~12 章为下卷, 包括瓜类、茄果类、豆类、薯芋类、水生蔬菜类和多年生蔬菜类, 计 2 550 个品种, 1 177 页。入志的品种中, 地方品种占 90% 以上, 少量在全国栽培时间较长、种植面积较大的一代杂种也选入其中。本书较全面系统而又有重点地反映了中国丰富的蔬菜品种资源概貌、研究成果及育种水平, 可供蔬菜科研、教学、生产及种子子公司、农业行政单位的人员参考。本书出版后受到读者普遍好评, 现尚有少量存书, 特以优惠价格 490 元 (上、下卷) 提供给读者 (原价 980 元)。

购书者请通过邮局汇款至北京中关村南大街 12 号中国农科院蔬菜花卉所 《园艺学报》编辑部, 邮编 100081。