

低温春化对樱桃萝卜种子萌发及成花的影响

王凤华, 李光远, 李盛, 蒋燕, 王少先, 陈双臣

(河南科技大学 林学院, 河南 洛阳 471003)

摘要:萝卜(*Raphanus sativus* L.)属十字花科根茎类蔬菜,在春季栽培中极易通过低温春化而抽薹开花。该研究以樱桃萝卜为试材,研究了低温春化对其种子萌发及抽薹开花的影响。结果表明:春化处理能够有效提高种子活力,促进种子萌发。低温春化时间越长,萝卜现薹、抽薹及开花所需的时间就越短。成花过程中樱桃萝卜的可溶性蛋白质含量、叶绿素含量、过氧化物酶(POD)活性、过氧化氢酶(CAT)活性在盛花期之前逐渐升高,之后逐渐下降。盛花期,春化处理20 d的可溶性蛋白质含量、POD活性、CAT活性均显著高于处理5 d的。丙二醛(MDA)含量随着开花进程逐渐上升,春化时间的长短对叶绿素含量和MDA含量无显著影响。成花过程中可溶性糖含量变化不显著,但在现薹期和抽薹期,春化处理20 d的可溶性糖含量显著高于处理5 d。成花过程中,玉米素(ZT)含量逐渐降低,20 d处理的ZT含量显著高于5 d处理。吲哚乙酸(IAA)含量随着抽薹开花逐渐升高,但5 d和20 d处理之间没有显著差异。该试验说明,樱桃萝卜抽薹开花与可溶性蛋白质含量、POD活性、CAT活性、MDA含量、ZT含量、IAA含量等的变化相关,春化时间长短在一定程度上影响上述指标。

关键词:樱桃萝卜;现薹;抽薹;春化;内源激素;成花

中图分类号:S 631.104⁺.1 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2016)05-0039-04

萝卜(*Raphanus sativus* L.)属十字花科根茎类蔬菜,在生产中极易通过低温春化而先期抽薹。抽薹后,萝卜进入生殖生长,肉质疏松,失去食用价值。如何克服先期抽薹是春萝卜栽培的一个难题。在春化过程中,春化天数是决定性因素。研究表明大白菜的最适春化天数为25~35 d^[1],不同品种的最适春化天数不同^[2]。春化天数影响荷兰豆开花,在3℃条件下,最适春化天数为10 d^[3]。张德双等^[4]研究认为,延长春化处理时间,植物抽薹和开花提前。春化时间越长,结球白菜抽薹及开花所需的时间越短^[5]。春化处理能促进萝卜的抽薹和成花,温度越低,春化处理的时间越长,促进作用就越显著^[6]。樱桃萝卜是一种小型萝卜,对环境条件的要求不严格,适应性很强,可以四季栽培。该研究以樱桃萝卜为材料,采用基质盆栽试验,研究低温春化时间对种子萌发和成花的影响,以期对樱桃萝卜的栽培育种提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料樱桃萝卜种子购于洛阳关林农贸市场。

1.2 试验方法

选取饱满健壮的种子,温汤浸种,装入密封袋,放入4℃的冰箱中低温处理,设4个处理5、10、15、20 d,以未经低温处理(0 d)为对照。栽培基质(草炭:蛭石=1:1)经120℃高温灭菌装盆,每盆1 kg,浇透水后用于播种。记录从播种至抽薹、现薹以及开花所需要的时间,计算抽薹率。并于抽薹期、现薹期、初花期、盛花期、衰败期(落花)采集薹上心叶,测定可溶性蛋白质含量、可溶性糖含量、叶绿素含量、丙二醛(MDA)含量、过氧化氢酶(CAT)活性和过氧化物酶(POD)活性。同时测定20 d和5 d处理下的内源激素吲哚乙酸(IAA)和玉米素(ZT)含量。

采用培养皿进行种子发芽试验,第3天调查发芽势,第7天调查发芽率,并计算种子活力指数。发芽势(%)=第3天种子发芽数/播种数×100;发芽率(%)=全部出苗的种子数/播种数×100;活力指数=发芽率×幼苗长度;抽薹率(%)=抽薹株数/全部株数×100。

1.3 项目测定

可溶性蛋白质含量采用考马斯亮蓝法测定;可溶性

第一作者简介:王凤华(1972-),女,博士,副教授,研究方向为蔬菜生物学与生物技术。E-mail:fenghua123668@126.com

收稿日期:2015-10-08

糖含量采用蒽酮法测定;过氧化氢酶(CAT)活性采用高锰酸钾滴定法测定;过氧化物酶(POD)活性采用愈创木酚法测定;叶绿素含量采用丙酮提取比色法测定;丙二醛(MDA)含量采用比色法^[7]测定。内源激素含量采用酶联免疫吸附法(ELISA)^[8]测定。

1.4 数据分析

采用 Excel 软件作图,SPSS 18.0 软件进行方差分析,显著水平为 5%。

2 结果与分析

2.1 低温春化对樱桃萝卜种子萌发的影响

由表 1 可以看出,发芽率、发芽势、种子活力指数均以春化处理 10 d 最高,说明低温春化促进樱桃萝卜种子萌发,但是处理时间过长则起抑制作用,该试验中樱桃萝卜的最佳处理时间为 10 d。

表 1 低温春化对樱桃萝卜种子萌发的影响

Table 1 Influence of vernalization on germination of cherry radish

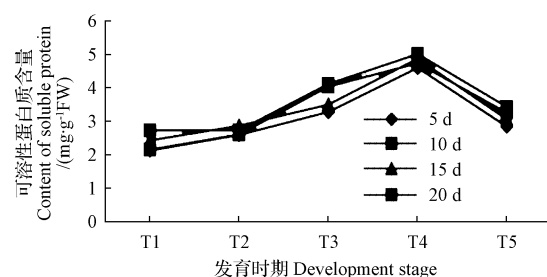
春化处理时间 Vernalization time/d	发芽率 Germination rate/%	发芽势 Germination potential/%	种子活力指数 Vigor index
0	90.00±1.50a	40.00±5.00a	1.31±0.21a
5	88.00±2.60a	56.00±6.00a	1.49±0.22ab
10	95.00±3.40b	80.00±4.00b	1.83±0.18b
15	92.00±3.20a	56.00±5.00a	1.70±0.22ab
20	90.00±2.10a	62.00±6.00ab	1.38±0.21a

注:不同字母表示 $P<0.05$ 的差异显著性。

Note: Different letters show significant difference ($P<0.05$).

2.2 低温春化对樱桃萝卜开花的影响

由表 2 可以看出,未经春化处理(0 d)的萝卜几乎不抽薹,说明低温春化是其抽薹开花的必要条件。随着春化天数的增加,抽薹率逐渐提高,春化处理 5 d 的抽薹率为 75%,春化处理 20 d 可以达到 90%。因此春化时间对其抽薹有显著影响。



注:0、5、10、15、20 d 为低温处理时间;T1:现蕾期;T2:抽薹期;T3:始花期;T4:盛花期;T5:衰败期。下同。

Note: 0 day, 5 days, 10 days, 15 days, 20 days; time of treatment; T1: squaring stage; T2: bolting stage; T3: first flowering; T4: full flowering; T5: decline stage. The same as followed.

图 1 春化处理对樱桃萝卜可溶性蛋白质和可溶性糖含量的影响

Fig. 1 Influence of vernalization on contents of soluble protein and soluble sugar of cherry radish

2.4 春化处理对樱桃萝卜叶绿素和 MDA 含量的影响

由图 2 可知,叶绿素含量在盛花期之前逐渐升高,盛花期之后逐渐下降。盛花期是物质需求的关键时期,此时,较高的叶绿素含量可以合成较多的光合产物以保

证开花需求。结果显示各处理间差异不显著,说明春化时间长短对叶绿素含量没有明显影响。萝卜 MDA 含量随着开花进程逐渐升高,在衰败期达到峰值。MDA 是植物衰老的标志之一,萝卜从现蕾到衰败,MDA 大量合

表 2 春化处理对樱桃萝卜抽薹开花的影响

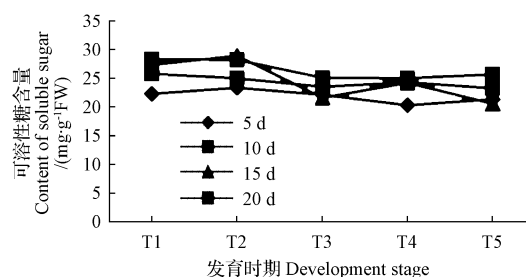
Table 2 Influence of vernalization on bolting and flowering of cherry radish

春化处理时间 Vernalization time/d	抽薹率 Bolting rate/%	现蕾所需时间 Days for squaring/d	开花所需时间 Days for flowering/d
0	0	—	—
5	75	47	68
10	82	40	57
15	85	38	56
20	90	35	51

2.3 春化处理对樱桃萝卜可溶性蛋白质和可溶性糖含量的影响

从图 1 可以看出,从现蕾到衰败,可溶性蛋白质含量先升高后降低。所有处理的可溶性蛋白质含量均在盛花期达到最大值,在盛花期,春化处理 20 d 的可溶性蛋白质含量比处理 5 d 的提高了 9%,说明春化时间的长短显著影响可溶性蛋白质含量,春化处理时间越长,可溶性蛋白质含量越高。

成花过程中可溶性糖含量变化不显著,但是在现蕾期和抽薹期,20 d 处理下的可溶性糖含量要显著高于 5 d 处理。说明春化时间能在一定程度上影响萝卜现蕾期和抽薹期的可溶性糖含量,延长春化处理时间可以提高可溶性糖含量。



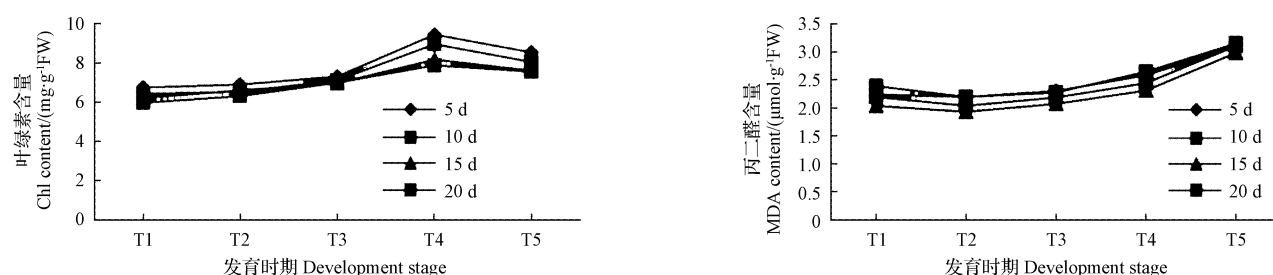


图2 春化处理对樱桃萝卜叶绿素和MDA含量的影响

Fig. 2 Influence of vernalization on contents of Chl and MDA of cherry radish

成,植株逐渐走向衰老。各处理间MDA含量差异不明显,说明春化时间的长短并不影响萝卜MDA含量。

2.5 春化处理对樱桃萝卜抗氧化酶活性的影响

从图3可以看出,从现蕾期到衰败期,CAT和POD

活性总体呈先升高后下降的趋势,在盛花期含量最高,此时20 d处理的POD、CAT活性均显著高于5 d处理。说明春化时间长短在一定程度上影响萝卜抗氧化酶活性,CAT和POD与萝卜开花具有一定相关性。



图3 春化处理对樱桃萝卜抗氧化酶活性的影响

Fig. 3 Influence of vernalization on activities of CAT and POD of cherry radish

2.6 春化处理对樱桃萝卜内源激素含量的影响

从图4可以看出,从现蕾到衰败,ZT含量逐渐降低,并且20 d处理下的ZT含量显著高于5 d处理,说明春化时

间显著影响ZT含量。IAA的变化刚好与ZT相反,随着开花进程,IAA含量逐渐升高,但是5 d处理和20 d处理之间的差异并不显著,说明春化时间并不影响IAA含量。

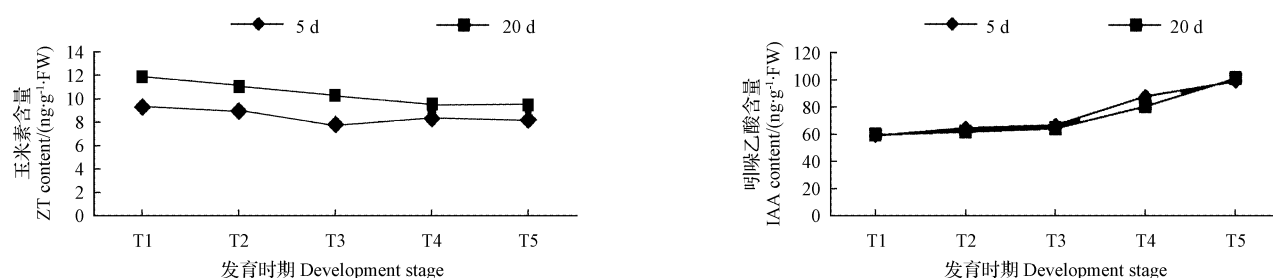


图4 春化时间对樱桃萝卜内源激素含量的影响

Fig. 4 Influence of vernalization on endogenous hormone content of cherry radish

3 结论与讨论

低温是春化作用的主要条件,有效温度的范围和低温持续的时间随植物的种类和品种而异,春化时间过长或是过短对于种子的萌发都是不利的^[9]。该研究发现,经过10 d低温处理的樱桃萝卜种子的发芽势、发芽率、种子的活力指数明显高于对照,说明春化处理对樱桃萝

卜的种子萌发有促进作用,这与韩春梅等^[9]、文卿琳等^[10]的研究结果一致。当春化时间大于10 d时,则对樱桃萝卜种子萌发起抑制作用,该结论与王旭等^[3]的结果类似,即春化天数过长对种子萌发不利。但是春化时间越长,樱桃萝卜抽薹开花所需的时间就越短,经过20 d处理的樱桃萝卜,其现蕾、抽薹和开花所需时间最短,该

结论与张丽等^[11]的结论一致,即春化时间越长,萝卜现蕾、抽薹及开花就越早。

该研究发现樱桃萝卜的成花与可溶性蛋白质含量、POD、CAT活性以及内源激素等的变化密切相关,且春化时间长短对它们有显著影响,进而影响萝卜的抽薹和开花。王桂兰等^[12]认为,蝴蝶兰在现蕾期和抽薹期,其可溶性蛋白质含量升高,在盛花期含量达到峰值,之后下降。该研究的结果显示:樱桃萝卜的可溶性蛋白质含量在盛花期之前逐渐上升,之后逐渐下降,与王桂兰等^[12]的结果相符。春化还引起萝卜酶活发生变化,POD、CAT活性与春化时间相关^[13-15],该研究的结果与此类似,即樱桃萝卜的POD、CAT活性随开花进程先升高后下降,且春化时间越长,活性越高。

参考文献

- [1] 张作青,于丽杰.种子春化对不同品种大白菜当年现蕾和开花的影响[J].北方园艺,2011(4):44-46.
- [2] 徐巍,李亚兰,崔金霞,等.不同春化时间对不结球白菜现蕾开花的影响[J].湖北农业科学,2012,51(5):952-953.
- [3] 王旭,陈艳丽,史小强,等.不同春化天数对荷兰豆种子发芽过程中内含物含量的影响[J].广东农业科学,2009(8):88-90.
- [4] 张德双,徐小谢,徐家炳.春化天数对大白菜、小白菜现蕾和开花的影响[J].华北农学报,2003,18(1):75-78.
- [5] 王真真,侯瑞贤,李晓峰,等.春化时间对不结球白菜现蕾、抽薹和开花的影响[J].上海农业学报,2013,29(5):50-53.
- [6] 汪炳良,邓俭英,曾广文.萌动种子低温处理对萝卜花芽分化及植株生长的影响[J].浙江大学学报,2003,29(5):504-508.
- [7] 高俊凤.植物生理学实验指导[M].北京:高等教育出版社,2006:5.
- [8] 石松利,王迎春,周健华,等.盐分生境下长叶红砂和红砂内源激素含量及其生境差异性[J].应用生态学报,2011,22(2):350-356.
- [9] 韩春梅,李春龙.不同温度条件对豇豆和萝卜种子萌发的影响[J].长江蔬菜,2009,9(22):27-28.
- [10] 文卿琳,王兴鹏.温度对棉花种子萌发的影响[J].安徽农业科学,2008,36(9):513-515.
- [11] 张丽,宫国义.两种春化方式对不同萝卜品种抽薹开花的影响[J].北方园艺,2006(2):35-36.
- [12] 王桂兰,乔永旭,陈超,等.蝴蝶兰催花及开花过程中可溶性蛋白质含量变化的研究[J].北方园艺,2007(4):121-124.
- [13] 胡慧,詹永莲,张海燕,等.小麦春化脱春化处理对POD活性的影响[J].种子,2012,31(11):34-36.
- [14] 刘磊,刘世琦,许莉,等.洋葱抽薹与未抽薹植株生理生化特性对比研究[J].中国农学通报,2006,22(1):149-152.
- [15] 王绍辉,杨瑞,程继鸿,等.种子低温处理对萝卜叶片SOD、POD、CAT活性的影响[C].中国园艺学会第七届青年学术讨论会,2006.

Influence of Vernalization on Germination and Flowering of Cherry Radish

WANG Fenghua, LI Guangyuan, LI Sheng, JIANG Yan, WANG Shaoxian, CHEN Shuangchen
(College of Forestry, Henan University of Science and Technology, Luoyang, Henan 471003)

Abstract: Radish (*Raphanus sativus* L.) is one of root vegetables, which can easily go through vernalization, results in bolting and flowering then lost the edible value when cultivated in spring. The effect of vernalization on germination, bolting, flowering, and physiological index were studied in this research using cherry radish as material. The results showed that vernalization treatment improved the seed vigor, promoted seeds to germinate. The longer vernalization time, the shorter time was needed for squaring, bolting and flowering. The soluble protein content, Chl content, POD and CAT activities were all increased before full flowering, and then decreased. At the stage of full flowering, the soluble protein content, POD and CAT activities under 20-day-old treatment were all higher than those under 5-day-old treatment. While MDA content increased from squaring stage to flowering stage. No differences existed on Chl and MDA contents between 20-day-old and 5-day-old treatment. The content of soluble sugar kept in a stable level in the process of flowering. The content of soluble sugar under 20-day-old treatment was higher than that under 5-day-old treatment at the squaring and bolting stage. ZT content decreased in the process of flowering. ZT content under 20-day-old treatment was higher than that under 5-day-old treatment. On the contrary, IAA content increased from the stage of bolting to decline, but there were no differences between 5-day-old treatment and 20-day-old treatment. The test conclusions were bolting and flowering of cherry radish was related with the changes of soluble protein content, POD activity, CAT activity and MDA content, the content of ZT and IAA. Furthermore, the length of vernalization time affected the above index to a certain extent.

Keywords: radish; squaring; bolting; vernalization; endogenous hormone; flowering