

草莓苗长期冷藏期间生理变化研究

倪婷婷¹,朱世东¹,钱笑天²,王卫¹,邓缓¹,马溶³

(¹安徽农业大学园艺学院,安徽合肥 230036;²南京农业大学园艺学院,江苏南京 210095;

³安徽农业大学经济与贸易学院,安徽合肥 230036)

摘要:以6个草莓品种分大、小苗为试材,对其在0℃冷藏条件下的有关生理指标进行了定期测定,以探讨其长期冷藏的生理变化规律及机制,适宜冷藏的草莓苗品种、大小。结果表明:在150d冷藏期间,草莓苗干物质含量呈下降趋势;可溶性糖含量、淀粉含量、CAT活性呈先上升后下降,转折点都为冷藏后的60d;硝态氮含量为先上升再下降;POD活性的变化均为上升趋势。宝交早生大苗最适宜冷藏。每个品种都是大苗比小苗更适宜冷藏。

关键词:草莓苗;冷藏;生理变化

中图分类号:S668.4 文献标识码:A

Study on Physiological Change of Seeding of Strawberry in Long Cooling Storage

Ni Tingting¹, Zhu Shidong¹, Qian Xiaotian², Wang Wei¹, Deng Huan¹, Ma Rong³

(¹College of horticulture; Anhui Agricultural University, Hefei 230036;

²College of horticulture; Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095;

³College of Economics and Trade; Anhui Agricultural University, Hefei 230036)

Abstract: Physiological change in cooling storage at 0℃ of six varieties of seeding of strawberry including big and small size were studied for rule and mechanism of physiological change and varieties of seeding of strawberry including big and small size for suited cooling storage. The result indicated that the dry substance of seeding of strawberry decreased totally, the soluble sugar, the starch content and activity of CAT increased primarily then decreased, the turning point was sixty days after cooling storage, the nitrogen of saltpeter form increased primarily then decreased at last, the activity of POD increased all the time, the best variety of seeding of strawberry for cooling storage was big seeding of Hokowase, the big seeding was better than the small seeding for cooling storage.

Key words: seeding of strawberry, cooling storage, physiological change

草莓是蔷薇科(*Rosaceae*)草莓属(*Fragaria*)的多年生草本植物。草莓的冷藏抑制栽培是人为利用冷库使草莓苗木长期处于休眠状态,根据市场需要确定苗木定植、生长、发育、采收期等,以延后草莓成熟期,进而满足市场周年供应的一种栽培技术体系^[1]。草莓苗长期冷藏技术是伴随着草莓苗冷藏抑制栽培的出现而建立起来的,它可弥补10月至翌年1月份的草莓淡季问

题^[2]。对于草莓的冷藏抑制栽培前人做的研究甚少,尹明安等人曾做过研究(内源激素水平变化及相关分析等)^[3,4]。笔者初步研究草莓苗木在冷藏期间干物质含量、可溶性糖含量、淀粉含量、硝态氮含量、POD及CTA活性变化,旨在研究草莓苗冷藏期所处的状态、适宜冷藏的草莓苗品种及大小,为今后草莓冷藏抑制栽培提供参考。

基金项目:安徽省教育厅重点项目“草莓优质高效安全生产关键技术示范推广”(KJ2008A132)。

第一作者简介:倪婷婷,女,1985年出生,安徽祁门县,硕士研究生,研究方向:设施园艺。通信地址:230036安徽省合肥市市长江西路130号安徽农业大学研究生学院06级研究生(7)班, Tel: 0551-5782702, E-mail: cute_ntt@126.com。

通讯作者:朱世东,男,1963年出生,安徽南陵县,教授,安徽农业大学园艺学院院长。通信地址:230036安徽省合肥市市长江西路130号安徽农业大学园艺学院, Tel: 0551-5786265, E-mail: sdzhuau@ahau.edu.cn。

收稿日期:2008-09-27, 修回日期:2008-10-06。

1 材料与方法

1.1 试验时间、地点

2008年2月18日~7月18日在安徽农业大学园艺学院实验室进行。

1.2 试验材料

供试草莓品种为丰香、佐贺清香、土特拉、宝交早生、全明星、哈尼。每个品种苗根据其根茎粗细、叶数分大、小苗两种(大苗根茎 >0.7 cm、两叶一心;小苗根茎 ≤ 0.7 cm、两叶一心)。于2008年2月18日将草莓苗放入冷库贮藏。

1.3 方法

从冷藏日起每隔1个月取样1次,共取6次,每次随机取样,重复3次,在安徽农业大学园艺学院实验室进行草莓苗相关生理指标的测定。

1.3.1 干物质含量测定 植物干重 / 植物鲜重 × 100%^[5]。

1.3.2 可溶性糖含量测定 苯酚比色法^[5]。

1.3.3 淀粉含量测定 苯酚比色法^[5]。

1.3.4 硝态氮含量测定 水杨酸法^[5]。

1.3.5 过氧化物酶(POD)活性测定 愈创木酚法,以每分钟每克鲜重的吸光度值的变化为一个酶活力单位^[6]。

1.3.6 过氧化氢酶(CAT)活性测定 紫外分光光度计法,以每分钟每克鲜重的吸光度值的变化为一个酶活力单位^[6]。

2 结果与分析

2.1 草莓苗冷藏期间干物质含量的变化

在冷藏期间,12种草莓苗干物质含量的变化均为下降的趋势(如表1)。在冷藏的30d期间下降速度最快,其后下降速度趋于缓慢。在整个冷藏期间,哈尼小苗的变化最大,下降了59.21%,宝交早生大苗、佐贺清香大苗的变化最小,分别下降了31.35%和29.20%,总体情况每个品种的大苗比小苗变化小。

表1 草莓苗冷藏期间干物质含量的变化 (%)

品种名称	冷藏天数/d						总的相对减少量/%
	0	30	60	90	120	150	
哈尼大苗	55.44	37.04	33.98	30.77	28.16	27.51	50.38
哈尼小苗	62.66	35.31	34.92	27.93	26.33	25.56	59.21
全明星大苗	46.15	33.69	32.89	31.50	30.48	29.18	36.78
全明星小苗	45.14	35.45	29.67	28.83	27.58	25.44	43.64
宝交早生大苗	45.55	36.93	31.95	31.63	31.48	31.27	31.35
宝交早生小苗	51.04	34.50	31.98	30.15	28.75	21.51	57.86
土特拉大苗	44.13	31.96	31.40	30.74	30.46	29.73	32.63
土特拉小苗	40.72	37.20	31.06	30.69	29.81	26.62	34.63
佐贺清香大苗	37.77	33.50	31.18	30.81	29.65	26.74	29.20
佐贺清香小苗	41.84	32.54	32.00	31.00	30.33	24.11	42.38
丰香大苗	48.23	35.64	35.01	34.04	31.13	28.39	41.14
丰香小苗	48.99	33.65	33.00	31.18	30.29	29.00	40.80

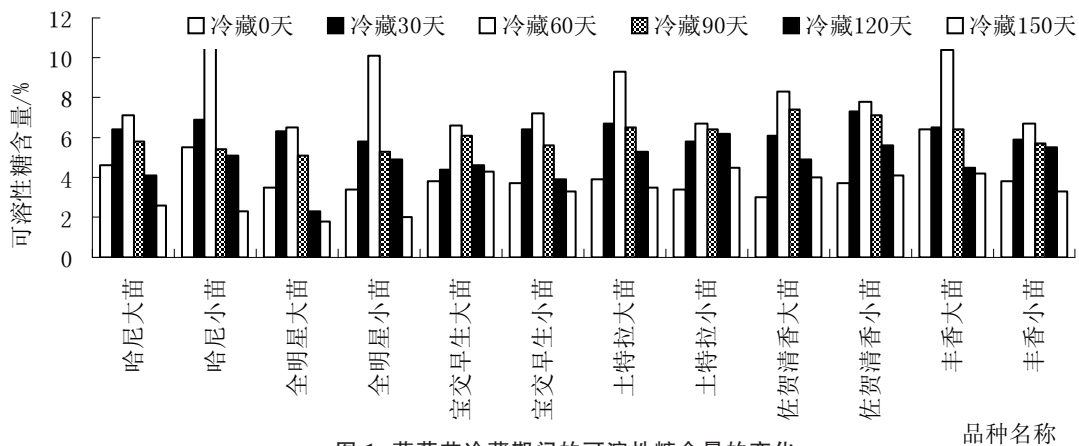


图1 草莓苗冷藏期间的可溶性糖含量的变化

2.2 草莓苗冷藏期间可溶性糖含量的变化

如图1所示,可溶性糖含量的变化趋势均为先上升后下降。在冷藏的60d期间,所有草莓苗的可溶性糖含量呈上升趋势,此后一直到冷藏的150d,都呈下降

趋势。其中以全明星小苗在冷藏60d期间的变化最大,从3.42%上升到10.14%,上升了2.96倍。宝交早生大苗、丰香大苗上升的较少,为1.74倍和1.63倍,而哈尼大苗变化最小,从4.62%上升到7.15%,仅上升了

1.55倍。研究表明宝交早生大苗、丰香大苗、哈尼大苗有较强的低温适应性。到冷藏期的150d时,较冷藏0d时的可溶性糖含量,佐贺清香大苗、土特拉小苗、宝交早生大苗、佐贺清香小苗分别增加了1.37倍、1.33倍、1.13倍、1.10倍,其它都是减少。

2.3 草莓苗冷藏期间淀粉含量的变化

淀粉含量的变化均为先上升后下降的趋势(如图2)。在冷藏的60d期间,所有草莓苗的淀粉含量呈上升

趋势,此后一直到冷藏的150d,都呈下降趋势。以丰香大苗在冷藏60d期间的变化最大,从0.56%上升到3.46%,上升了6.18倍,宝交早生大苗、哈尼小苗上升的较少,为2.28倍和2.02倍,而佐贺清香大苗的变化最小,从2.14%上升到3.15%,上升了1.47倍。研究表明宝交早生大苗、哈尼小苗、佐贺清香大苗有较强的低温适应性,总体情况每个品种的大苗比小苗变化小、适应性强。

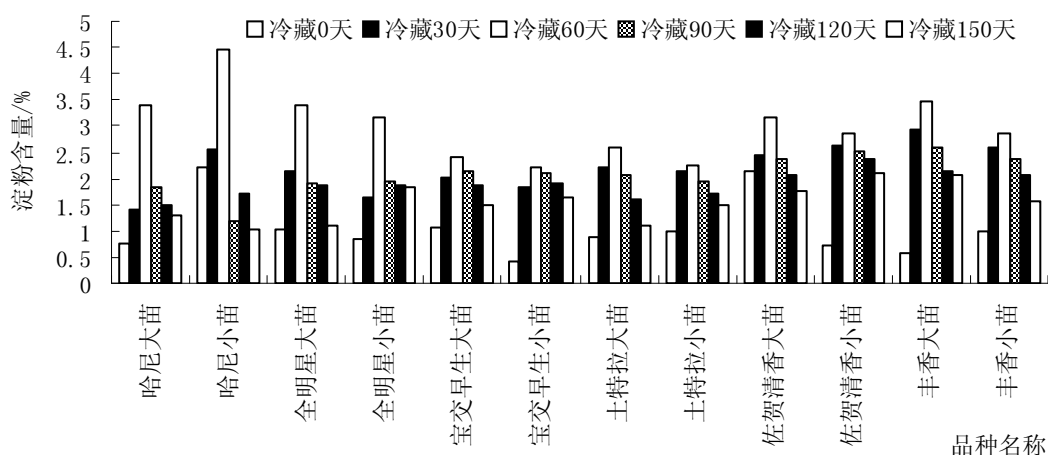


图2 草莓苗冷藏期间的淀粉含量的变化

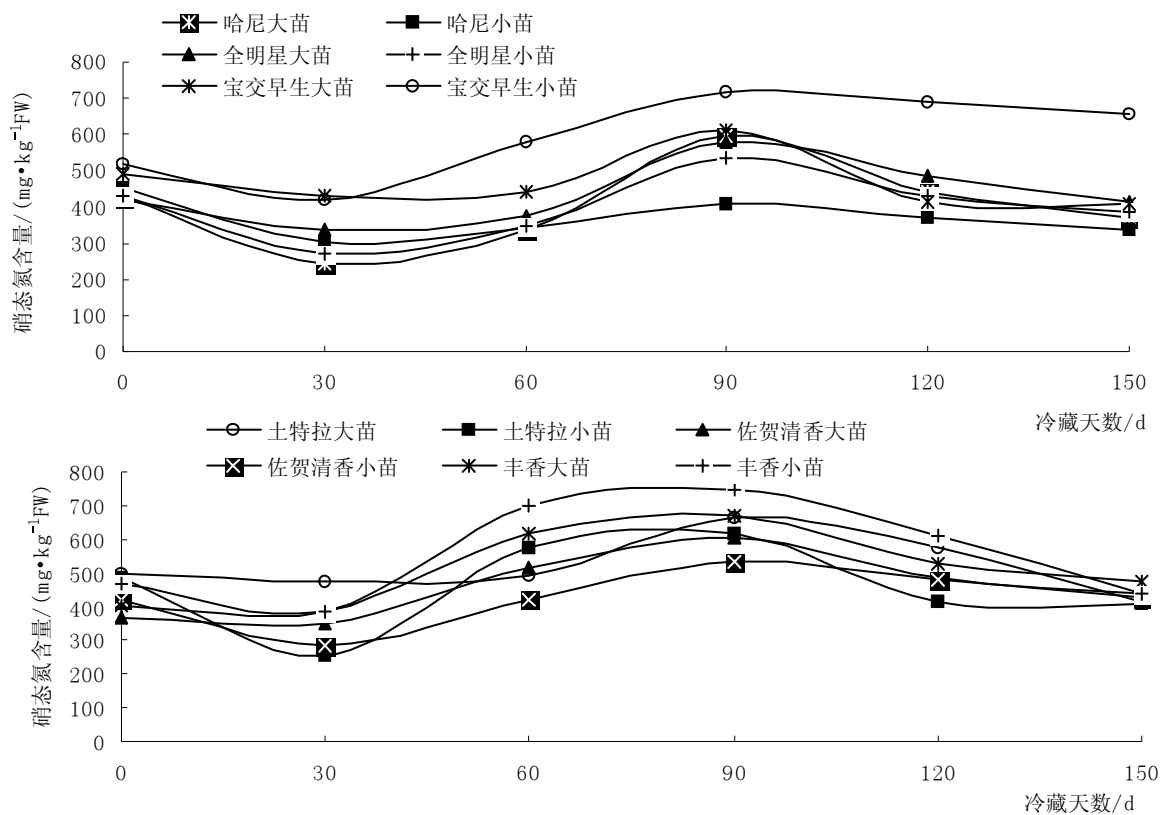


图3 草莓苗冷藏期间的硝态氮含量的变化

2.4 草莓苗冷藏期间硝态氮含量的变化

冷藏过程中12种草莓苗硝态氮含量的变化趋势大体均为先上升再下降(如图3)。从开始到冷藏的90d期间,所有草莓苗的硝态氮含量大体呈上升趋势,

最后一直到冷藏的150d,呈下降趋势。在冷藏的90d期间,上升最大的是丰香大苗、佐贺清香大苗、丰香小苗,分别上升了66.57%、65.48%、58.88%。上升较少的是宝交早生大苗、全明星小苗,上升了24.34%和

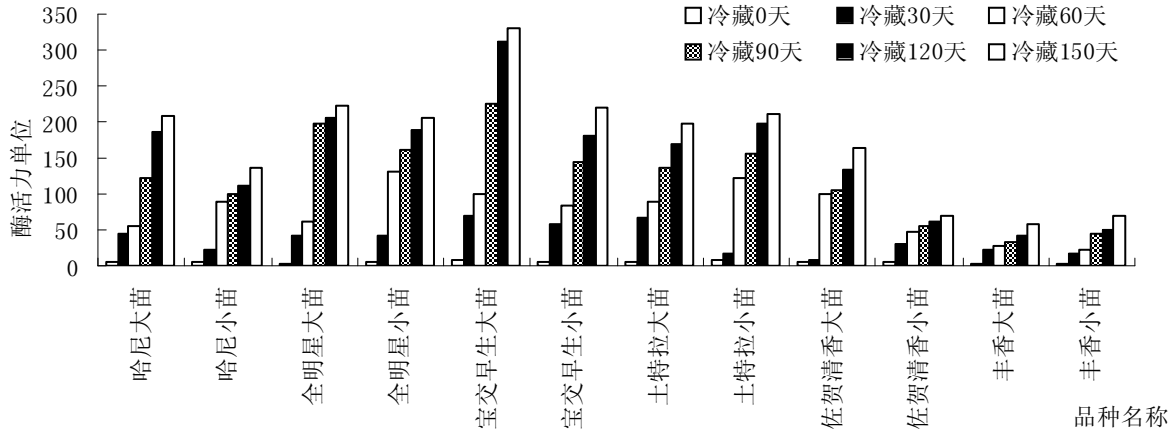


图4 草莓苗冷藏期间的过氧化物酶(POD)活性的变化

23.93%。研究表明宝交早生大苗、全明星小苗有较强的低温适应性。

2.5 草莓苗冷藏期间过氧化物酶(POD)活性的变化

抗氧化系统酶的活性反映了植物氧化代谢水平的高低,其酶活性高有利于保持植物细胞结构的完整性,可以提高细胞对不良环境抗性的作用。冷藏过程中12种草莓苗 POD 活性的变化趋势是一直增强的(图4)。在整个冷藏过程中 POD 活性上升最快的是全明星大苗和宝交早生大苗,分别上升了58.60倍和45.63倍,佐贺清香小苗的变化最小,仅上升了13.32倍。冷藏期间的60d,90d变化幅度最大。到后期以全明星大苗和宝交早生大苗的酶活性最高,总体情况每个品种的大

苗比小苗的酶活性高。

2.6 草莓苗冷藏期间过氧化氢酶(CAT)活性的变化

CAT活性的变化趋势是先增强后减弱(图5)。在冷藏的60d期间,所有草莓苗的CAT活性呈上升趋势,此后一直到冷藏的150d,都呈下降趋势。在冷藏60d期间,佐贺清香小苗、丰香大苗、宝交早生小苗上升最快,分别上升了2623.29倍、1745.10倍和1273.78倍。而宝交早生大苗、全明星大苗、全明星小苗变化最小,仅上升了215.52倍、176.69倍和130.32倍。CAT能分解H₂O₂,CAT含量少就说明植物体内活性氧含量少。由此表明宝交早生大苗、全明星大苗、全明星小苗表现好。总体情况每个品种的大苗比小苗的变化小。

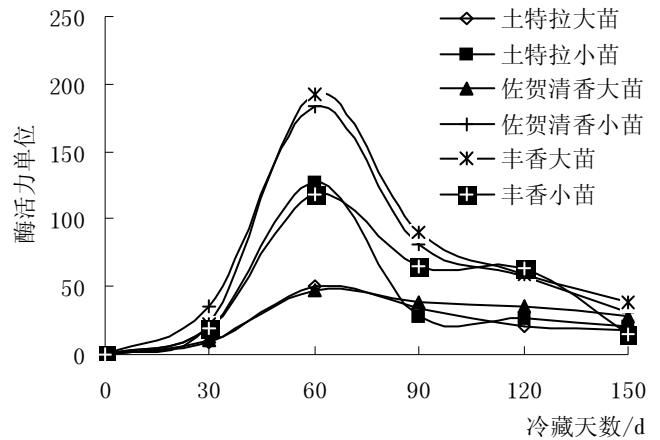
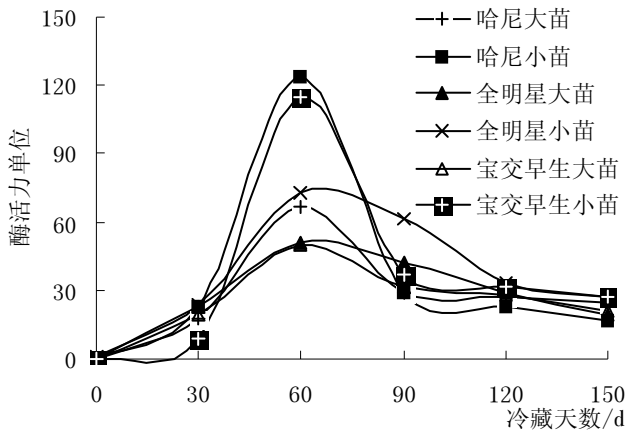


图5 草莓苗冷藏期间的过氧化氢酶(CAT)活性的变化

3 讨论与结论

3.1 草莓苗冷藏期间所处的状态

实验结果表明,草莓苗在冷藏期间是处于休眠状态的。尽管在冷藏期间其生理指标一直在发生变化,但总体而言在冷藏0d和冷藏150d时,草莓苗的碳水化合物含量无明显变化,其硝态氮含量、CAT活性也无明显变化。这与草莓苗在冷藏期间处于休眠状态进而维持较低生理活动密切相关。冷藏60d时是各项生理

指标出现转折的时期,这可能与草莓休眠的某种机制有关系,有可能是草莓从主动休眠到被迫休眠的转折点,具体机理尚不清楚,有待研究。

3.2 草莓苗冷藏期间养分的变化

干物质含量的变化可以反映植物的营养状况。实验中草莓苗干物质含量从开始到冷藏的30d期间呈迅速下降,其后下降速度趋于缓慢。这说明冷藏期间草莓苗消耗了一定量自身贮藏的营养,特别是刚进入冷

藏这个低温环境中,消耗很大,到后期适应了低温环境,消耗逐渐变平缓。长期冷藏后,整株草莓苗的干物质含量已经有一定量的减少了,所以应该选用养分好的壮苗进行冷藏。

植物体内糖类含量的变化是低温条件下植物代谢较为敏感的生理指标之一^[7,8],淀粉在维持碳水化合物供需平衡中起着重要作用^[9]。实验结果表明草莓苗在长期低温冷藏过程中,可溶性糖和淀粉含量都呈先上升后下降的趋势。可溶性糖含量的变化和不同贮藏温度下兰州百合种球淀粉代谢与萌发关系初探^[10]中的报道相似。可溶性糖含量的高低,反映了植株体内可利用形态的物质和能量的供应基础^[11]。冷藏初期可溶性糖含量增加,这与低温诱导糖分增加来抵抗低温环境有关,但到后期随着冷藏时间的延长,植物还是需要消耗自身贮藏的养分来维持一些较低的生理代谢如呼吸作用。很明显淀粉下降是因为冷藏期间植物为了维持正常的生理代谢活动,必须不断地消耗贮藏的养分。但在低温冷藏初期,草莓苗中的淀粉含量有升高现象,这在马铃薯的低温贮藏中也有类似的报道^[12],认为可能与淀粉向还原糖转化受阻有关。

硝态氮是植物最重要的氮源,植物的硝态氮含量可以反映植物的氮素营养状况,也与植物的幼苗质量及花芽分化有关^[13]。在冷藏前期草莓苗硝态氮含量呈上升趋势,这有可能是由植物根系供应氮素营养,叶片液泡得以贮存故随之上升。到后期根系氮素营养得以消耗完,叶片又必须消耗自身贮存的硝态氮来维持生命活动,又呈下降趋势。硝态氮含量过高会抑制草莓花芽分化,在冷藏过程中,硝态氮含量先升高,有可能与抑制草莓花芽分化有关,到后期其含量下降,有可能是为出库做好准备,以使草莓苗出库后就能及时进行花芽分化,具体机理尚不清楚。

3.3 草莓苗冷藏期间酶活性的变化

过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)为抗氧化系统酶,其活性反映了植物氧化代谢水平的高低,活性高有利于保持植物细胞结构的完整性,可以提高细胞对

不良环境抗性的作用^[13]。在冷藏过程中12种草莓苗POD活性的变化趋势是一直增强的,CAT活性的变化趋势是先增强后减弱。其活性增强是由于低温诱导,植物通过其活性增强来抵御低温逆境,同时其活性增强也说明了植物在冷藏期间一直有很好的生活力。到后期CAT活性出现下降趋势,这可能与植物呼吸受到抑制有关。

3.4 适宜冷藏的草莓苗品种及大小

就适宜冷藏的草莓苗品种、大小而言,笔者试验表明宝交早生大苗最适宜冷藏,受低温影响最小。其次佐贺清香大苗、丰香大苗也较适宜冷藏。每个品种都是大苗比小苗更适宜冷藏。

参考文献

- [1] 王忠和.草莓普通大棚抑制栽培.落叶果树,1999,(2):37.
- [2] 崔彦玲.冷藏草莓苗的延后抑制栽培技术.北京农业科学,1997,15(1):38-39.
- [3] 尹明安,崔鸿文,郭立.草莓苗冷藏过程中内源激素水平变化及相关分析.西北植物学报,1996,16(2):149-158.
- [4] 尹明安,崔鸿文,郭立.草莓苗长期冷藏的生理基础研究.宁夏农学院学报,1996,17(4):47-51.
- [5] 邹琦.植物生理学实验指导.北京:中国农业出版社,2000:11-114.
- [6] 曹健康,姜微波,赵玉梅.果蔬采后生理生化试验指导.北京:中国轻工业出版社,2007:101-122.
- [7] Miller O,Kiplinger DC.Interaction of temperature and time of on northwest easter lilies.J Amer Soc Hort Sci,1966,88:635-645.
- [8] Imanishi H. Sleeper occurrence after chilling in relation to depth of dormancy and bulb storage in easter lily bulbs.J Japan Soc Hort Sci, 1997,66(1):157-162.
- [9] 夏宜平,黄春辉.东方百合鳞茎冷藏解除休眠的养分代谢和酶活性变化.园艺学报,2006,33(3):571-576.
- [10] 孙红梅,李天来,李云飞.不同贮藏温度下兰州百合种球淀粉代谢与萌发关系初探.园艺学报,2004,31(3):337-342.
- [11] 涂淑萍,穆鼎,刘春.百合鳞茎低温解除休眠过程中的生理生化变化研究.江西农业大学学报,2005,27(3):404-407.
- [12] 陈芳,胡小松.马铃薯块茎贮藏温度对其碳水化合物含量及炸片色泽的影响.园艺学报,2000,27(3):218-219.
- [13] 王忠.植物生理学.北京:中国农业出版社,2000:107-110,432-441.