

文章编号: 1003-8701(2015)01-0086-05

黄顶菊种子的萌芽试验

乔永旭, 张永平

(唐山师范学院, 河北 唐山 063000)

摘要:以黄顶菊种子为试材,研究了光照、光质、温度、重金属、pH值、NaCl、干旱等因子对其发芽率的影响。结果表明:光照、光质对黄顶菊种子发芽率影响不大;随着浸种温度的升高,种子发芽率逐渐降低;pH小于6或大于8时黄顶菊种子均不萌发,pH为6时发芽率最高;随着NaCl浓度的升高,黄顶菊种子的发芽率逐渐降低,当NaCl浓度达到0.20 mol/L时发芽率为43.77%; Fe^{2+} 和 Mn^{2+} 降低种子的发芽率, Cu^{2+} 和 Zn^{2+} 对发芽率影响不明显但对胚根的生长有着很强的抑制作用;黄顶菊种子的发芽率随水分渗透势的降低而降低;冷冻处理明显降低种子发芽率;不同除草剂对黄顶菊种子萌发抑制作用不同,效果依次为:百草枯>乙草胺>乙莠水>苯黄隆。总之,温度、重金属、pH值、NaCl、干旱、冷冻、除草剂均能不同程度的抑制黄顶菊种子的萌发。

关键词:黄顶菊;外来植物;种子萌发

中图分类号:S451

文献标识码:A

DOI:10.16423/j.cnki.1003-8701.2015.01.020

Experiment on the Seed Germination of *Flaveria bidentis*

QIAO Yong-xu, ZHANG Yong-ping

(Tangshan Normal University, Tangshan 063000, China)

Abstract: Effect of light intensity, light quality, seed soaking temperature, pH, salinity, metals and drought on *Flaveria bidentis* seeds germination rate were examined. The results showed that the germination rate was affected little by light intensity and light quality. The germination percentage reduced as the soaking temperature rose. No seed emerged when the pH value was lower than 6 or higher than 8. The germination rate decreased gradually with the increasing of NaCl concentration, which was 43.77% when NaCl concentration was 0.20 mol/L. Fe^{2+} and Mn^{2+} reduced the germination rate significantly, while Cu^{2+} and Zn^{2+} had strong inhabitation effect on the root growth of *F. bidentis* seedlings but did not change the germination percentage. The germination percentage reduced as the water osmosis potential decreased. Cold treatment reduced the seed germination significantly. The inhabitation effect of herbicides on seed germination of *F. bidentis* was in such order: paraquat > acetochlor > atrazine · acetochlor > tribenuron methyl. In general, the germination of *F. bidentis* seeds could be affected by temperature, heavy metals, pH value, NaCl, drought, cold and herbicides to some extent.

Keywords: *Flaveria bidentis*; Exotic plant; Seed germination

黄顶菊(*Flaveria bidentis*)原产于南美洲,2001年在河北衡水市首次发现,其扩散速度极快,目前已经入侵河北全省47个县、市、区,农田发生面积约2万 hm^2 。主要分布在衡水、邢台、邯郸3个市^[1-2]。由于黄顶菊根系可以分泌化感物质,抑制周围植物生长,降低小麦、大豆的发芽率,故黄顶菊对农田及入侵地生态系统的危害性较大。黄顶菊能够迅速扩散并成为潜在入侵种有很多方面的

原因,对生境的适应能力强,耐盐碱和干旱,生长速度快,繁殖能力强,种子产量巨大且易于扩散等^[3-4]。因此,研究黄顶菊种子的萌发特性,对黄顶菊的防治具有重要的意义^[5]。目前对黄顶菊种子萌发特性的研究多集中于对其发生特点的探索^[6],本试验从多重因素着手,力求找出能够抑制黄顶菊种子萌发的因素,从而为黄顶菊的防治提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

黄顶菊种子采自河北省邢台市平乡县丰州镇

收稿日期:2014-07-29

基金项目:国家科技部科技基础性工作专项(2007FY110500-9)

作者简介:乔永旭(1978-),男,博士,副教授,从事植物细胞工程和逆境生理研究。

小麦田内,高度约1.5 m,长势茂盛。

1.2 试验方法

1.2.1 光照处理黄顶菊种子的方法

25℃下,设全光照,光照:黑暗=12 h:12 h,以及全黑暗3个处理,每处理重复3次。

1.2.2 浸种处理黄顶菊种子的方法

在25℃,光照:黑暗=12 h:12 h条件下,以不浸种直接播种为对照,用常温凉水和40℃,60℃,80℃的热水分别浸种24 h后播种。每处理重复3次。

1.2.3 有色膜覆盖处理黄顶菊种子的方法

在25℃,光照:黑暗=12 h:12 h条件下,以不盖薄膜的试验组为对照,分别用深天蓝、艳绿、原色红、中黄色有色膜覆盖。每处理重复3次。

1.2.4 不同pH处理黄顶菊种子的方法

将种子分别浸于盛pH值3~11(3,4,5,6,7,8,9,10,11)浓度为0.05 mol/L的磷酸盐缓冲溶液的培养皿中,浸泡10 h后倒去多余的缓冲液,置25℃光照培养箱中萌发。每天加少量缓冲溶液。以清水处理为对照。每处理重复3次。

1.2.5 盐胁迫处理黄顶菊种子的方法

将NaCl配成浓度为0.01 mol/L,0.05 mol/L,0.1 mol/L,0.15 mol/L,0.2 mol/L,0.25 mol/L,0.3 mol/L,0.4 mol/L溶液,将种子放在铺有双层滤纸的培养皿内,每个培养皿内分别加入10 mL上述溶液,对照中加10 mL蒸馏水,盖上培养皿盖防止溶液蒸发,放入25℃光照培养箱中培养。每个处理重复3次。

1.2.6 重金属处理黄顶菊种子的方法

挑选籽粒均匀饱满的种子,每组50粒,分别加入5 mmol/L和1 mmol/L的FeSO₄、MnSO₄、CuSO₄和ZnSO₄溶液,浸种48 h,以清水处理为对照。共9个处理,每处理重复3次。

1.2.7 干旱胁迫处理黄顶菊种子的方法

将聚乙二醇(PEG6000)配制成浓度分别为10%、15%、20%、25%、30%的溶液,与之对应的水势分别为-0.2 Mpa、-0.4 Mpa、-0.6 Mpa、-0.86 Mpa、-1.20 Mpa^[7],将种子放进铺有双层滤纸的培养皿中,每个培养皿中分别加入上述溶液,对照中加入10 mL蒸馏水,盖上培养皿盖防止溶液蒸发,放入25℃光照培养箱中培养。每处理重复3次。

1.2.8 低温冷冻处理黄顶菊种子的方法

-18℃分别冷冻5 h、10 h、15 h、20 h,以不做处理的种子为对照。共5个处理,每处理重复3

次。

1.2.9 除草剂处理黄顶菊种子的方法

将乙草胺、乙莠水、百草枯、苯黄隆按300倍稀释成溶液,倒入培养皿中,以湿润滤纸为宜,以清水处理为对照。25℃光照条件下进行试验。每处理重复3次。

以上所有处理采用培养皿滤纸法进行。种子先用蒸馏水洗涤2次,选取50粒置于直径为10 cm垫有2层滤纸的培养皿中,于LRH-150-G型光照培养箱中培养。上述设置中每个重复50粒黄顶菊种子。每天统计发芽数,并及时补充水分,第8天测定发芽率。

1.3 数据处理

采用Excel 2003和SPSS 13.0对数据进行处理,分析结果以平均值(Mean)±标准误差(SE)表示。发芽率GR(%)=(N₀/N)×100%,式中,N₀为发芽终期全部发芽的种子数,N为供试种子数。

2 结果与分析

2.1 光照对黄顶菊种子萌芽的影响

如表1所示,黑暗处理和全光照处理对发芽率影响不明显,但光照:黑暗=12 h:12 h时,发芽率为80.67%,大于全光照和全黑暗条件下种子的发芽率。全光照条件下种子的发芽率为63.33%,略低于全黑暗条件下种子发芽率。可见全光照处理能明显降低黄顶菊的萌芽率。

表1 光照对黄顶菊种子萌芽的影响

光照时间(h)	发芽率(%)
0	64.67 ± 4.67aA
12	80.67 ± 3.33bB
24	63.33 ± 8.19aA

注:不同小写字母表示在P<0.05水平上有显著差异;不同大写字母表示在P<0.01水平上有显著差异,下同

2.2 光质对黄顶菊种子萌芽的影响

如表2所示,4种处理黄顶菊种子发芽率均达到50%以上,但与对照相比发芽率均明显下降。深天蓝薄膜处理种子发芽率下降最少为20.67%,原色红薄膜处理的种子发芽率最低为58.00%,与对照相比发芽率降低了22.67%。艳绿薄膜和中黄色薄膜处理发芽率分别下降22.00%和21.33%。

2.3 浸种对黄顶菊种子萌芽的影响

如表3所示,热水浸种后,种子的发芽率呈下降趋势。用40℃的水浸种,种子发芽率与对照有

极显著差异;60℃的水浸种,种子发芽率与对照有显著差异,但无极显著差异;当用80℃的水浸种后,种子发芽率与对照有极显著差异,且与40℃和60℃浸种后种子的发芽率均有极显著差异。温水浸种种子的发芽率下降,可能是由于水温过高破坏了种子内部结构。

表2 光质对黄顶菊种子萌芽的影响

薄膜颜色	发芽率(%)
CK	80.67±3.33aA
深天蓝	60.00±5.29bB
艳绿	58.67±0.67bA
原色红	58.00±9.45bA
中黄色	59.33±2.91bA

表3 浸种对黄顶菊种子萌芽的影响

浸种温度(℃)	发芽率(%)
CK	80.67±3.33aA
40	66.67±2.91bB
60	68.00±3.06bAB
80	43.33±0.67cC

2.4 不同pH值对黄顶菊种子萌芽的影响

pH过高或过低都不利于种子萌发,从表4中可以看出当pH值为3、4、5时黄顶菊种子不萌发,而当pH值为9、10、11时黄顶菊种子也不萌发,因此过酸过碱不利于黄顶菊种子萌发。当pH值为6、7、8时种子发芽,且pH值为6时种子发芽率最高为22.67%,与其他pH值处理差异均显著;pH值为7时居中为11.33%,与pH为8时的处理差异不显著,与其他处理差异显著;pH值为8时最低为8.67%,除与pH为6时的处理差异显著外,与其他处理差异均不显著。由此判断黄顶菊种子最适萌发pH值为6左右,也就是说黄顶菊在酸性土壤中蔓延的可能性更大。

2.5 NaCl胁迫对黄顶菊种子萌芽的影响

NaCl胁迫对黄顶菊种子的萌发有很大影响(表5)。由表5可以得出,随着NaCl浓度升高,种子发芽率逐渐降低。在0.01 mol/L和0.05 mol/L NaCl胁迫下,黄顶菊种子发芽率均达到90%以上,二者之间无显著差异,但与对照均有显著差异;当NaCl浓度由0.20 mol/L增至0.25 mol/L时,发芽率从47.33%急剧下降到5.33%;0.30 mol/L和0.40 mol/L NaCl胁迫下种子不萌发。

表4 不同pH值对黄顶菊种子萌芽的影响

pH值	发芽率(%)
3	0±0cB
4	0±0cB
5	0±0cB
6	22.67±8.51aA
7	11.33±5.21bAB
8	8.67±3.53bcAB
9	0±0cB
10	0±0cB
11	0±0cB

表5 不同浓度NaCl对黄顶菊种子萌芽的影响

浓度(mol/L)	发芽率(%)
0	100.00±0.00aA
0.01	96.00±1.15bA
0.05	94.67±1.76bA
0.10	74.67±2.40cB
0.15	64.00±1.15dC
0.20	47.33±1.76eD
0.25	5.33±0.67fE
0.30	0±0gE
0.40	0±0gE

2.6 重金属对黄顶菊种子萌芽的影响

从表6可知,Cu²⁺和Zn²⁺对黄顶菊种子发芽率的影响与对照相比差异不显著,尤其是Cu²⁺,其对种子发芽率基本抑制不明显,两种浓度处理发芽率均达到100%,Zn²⁺对黄顶菊种子发芽率的影响也不明显,处理后种子的发芽率依然可以达到98%以上;Mn²⁺对黄顶菊种子发芽率的影响比较明显,低浓度Mn²⁺对种子萌芽的抑制效果大于高浓度的Mn²⁺,且与对照相比差异也达到显著程度;4种金属中Fe²⁺对黄顶菊种子发芽率的影响最为明显,不论是低浓度处理还是高浓度处理均与对照相比差异显著,不过低浓度的Fe²⁺对种子萌芽的抑制效果要好于高浓度的Fe²⁺。

2.7 冷冻处理对黄顶菊种子萌芽的影响

由表7可以看出,冷冻处理对黄顶菊种子萌芽的影响显著;当冷冻时间为5 h、10 h和15 h时黄顶菊种子发芽率与对照相比差异显著,但3种处理之间差异不显著;当冷冻时间为20 h时,与

其他处理差异显著。因此,冷冻处理对黄顶菊种子的萌芽有明显的抑制作用。因此黄顶菊种子不耐寒,其传播范围会集中于华北南部,若不变种不会大规模向温度过低的地区传播。

表6 重金属处理对黄顶菊种子萌发的影响

处理	发芽率(%)
FeSO ₄ CK	100.00 ± 0.00aA
1 mmol/L	32.67 ± 5.21dC
5 mmol/L	84.67 ± 0.67bAB
MnSO ₄ CK	100.00 ± 0.00aA
1 mmol/L	68.67 ± 12.24cB
5 mmol/L	93.33 ± 0.67abA
CuSO ₄ CK	100.00 ± 0.00aA
1 mmol/L	100.00 ± 0.00aA
5 mmol/L	100.00 ± 0.00aA
ZnSO ₄ CK	100.00 ± 0.00aA
1 mmol/L	98.00 ± 1.15aA
5 mmol/L	98.67 ± 2.31aA

表7 冷冻处理对黄顶菊种子萌发的影响

处理时间(h)	发芽率(%)
0	100.00±0aA
5	93.00±2.24bAB
10	92.67±0.67bAB
15	90.83±0.85bAB
20	85.33±3.53cB

2.8 干旱胁迫对黄顶菊种子萌发的影响

如表8所示,随着PEG浓度逐渐升高,黄顶菊种子的发芽率呈下降趋势,且与对照相比差异显著。当PEG浓度在15%以下时,黄顶菊种子发芽率大于50%;当PEG浓度超过15%时,种子发芽率大幅下降;PEG浓度为25%时种子不发芽。这就表明,黄顶菊能忍受一定的渗透胁迫,因此推测黄顶菊有可能向较干旱地区扩散。

2.9 除草剂处理对黄顶菊种子萌发的影响

与对照相比4种除草剂对黄顶菊种子萌芽的抑制作用均有显著差异,其中,百草枯的抑制作用最为明显,黄顶菊种子不萌发;其次为乙草胺和乙莠水发芽率分别为6.67%和20.00%,苯黄隆对黄顶菊种子萌发也有抑制作用但较上述3种药物效果较差,处理后黄顶菊种子发芽率依然可以

达到90.00%。

表8 不同浓度PEG处理对黄顶菊种子萌发的影响

PEG浓度(%)	发芽率(%)
0	100.00 ± 0aA
10	87.33 ± 1.33bA
15	63.33 ± 1.33cB
20	22.67 ± 7.69dC
25	0 ± 0eD
30	0 ± 0eD

表9 不同除草剂对黄顶菊种子萌发的影响

除草剂	发芽率(%)
CK	100.00 ± 0aA
乙草胺	6.67 ± 0.67dD
百草枯	0 ± 0eD
乙莠水	20.00 ± 3.06cC
苯黄隆	90.00 ± 1.15bB

3 讨论

无论需光、需暗还是光中性种子,其萌发或休眠取决于种子内所建立起来的Pfr含量和Pfr/(Pr+Pfr)值^[8-9]。光中性种子在种子成熟时已存在适合萌发的Pfr水平;需光种子在不同程度地接受白光和红光照射后方可达到适宜的Pfr水平;需暗种子萌发要求的Pfr水平较低,萌发需要较长时间的黑暗。光照一般对光中性种子不起作用,光照可以促进需光种子的萌发,而抑制需暗种子的萌发^[10-11]。本研究表明光照和黑暗条件下黄顶菊种子的发芽率无显著差异,该结果与任艳萍等人的研究基本一致,由此可以推测,黄顶菊种子属于非光敏感型种子。另外光质对种子的影响差异也不太明显,4种处理黄顶菊种子的发芽率均较对照有所下降。推断可能是由于有色膜覆盖改变了光强造成的结果。

浸种的水温对催芽效果有影响。不同的种子要求浸种的温差较大,一般种皮厚而坚硬的种子所需浸种温度要高一些,而种皮较薄的种子所需浸种温度会低一些^[12]。采用浸种的办法来判断黄顶菊种子的萌发特性发现,浸种温度越高种子的发芽率越低,但即使80℃的水浸种,黄顶菊种子发芽率依然可以达到43.33%,这就说明,黄顶菊种子不仅非常容易萌发,而且种子的耐高温性也相

当强。由此可以判断,如果不尽快加以防治,黄顶菊有很大可能会迅速蔓延。

pH 值过高或过低都会抑制种子内含物转化,降低呼吸作用、酶活性和可溶性糖含量,从而抑制种子萌发^[10]。本研究发现过酸或过碱都会抑制黄顶菊种子的萌发。只有 pH 值为 6、7、8 时黄顶菊种子才萌发,且 pH 值为 6 时种子发芽率最高,pH 值为 7 时居中,pH 值为 8 时相对较低,由此可以推断黄顶菊喜好在偏酸的环境中生长^[13],这与张凤娟等人的研究结果是一致的。李清芳等人的研究表示小麦种子最适萌发 pH 值为 6.5^[14],与黄顶菊最适萌发 pH 值相近,这就解释了黄顶菊会在小麦田中大量蔓延的原因。

盐分对种子萌发的影响一般为渗透效应和离子效应^[15]。渗透效应引起溶液渗透势降低,而使种子吸水受阻,从而影响种子萌发,离子效应一方面造成直接毒害而抑制种子萌发;另一方面渗入种子,降低种子渗透势,加速吸水而促进萌发^[16]。对大多数种子来说,盐分对种子萌发起抑制作用,并且发芽率与盐浓度呈显著负相关^[1]。对本次试验所得数据进行分析可以看出,黄顶菊种子的发芽率随着盐浓度的上升而降低,与前人研究结果相符。研究表明黄顶菊耐盐碱,对生境的耐受性很高^[2-3,5,17],在 NaCl 单盐胁迫下,当 NaCl 浓度达到 0.09 mol/L 时,柽柳种子就不能再萌发;而黄顶菊种子在 NaCl 浓度升至 0.20 mol/L 时萌发率仍可达到 43.77%;灰绿藜种子在 0.40 mol/L NaCl 胁迫下萌发率为 2.50%,黄顶菊种子在 0.40 mol/L NaCl 胁迫时不发芽,因此,黄顶菊种子的耐盐性要高于柽柳种子,但低于盐生植物灰绿藜^[18]。黄顶菊对高盐分土壤耐受性的特点与其目前多在河北和天津境内富含矿物质及盐分的荒地生境出现是相适应的。

过量的重金属离子对细胞内的酶产生毒害作用,影响植物体内正常的生理生化过程,从而影响种子的萌发。 Cu^{2+} 和 Zn^{2+} 对植物萌发过程中胚根和芽的伸长均有明显抑制,而对胚根伸长的抑制效应大于芽。本试验结果与前人所得结论一致,而且高浓度的 Cu^{2+} 和 Zn^{2+} 对胚根伸长的抑制更为明显。 Fe^{2+} 和 Mn^{2+} 对种子的萌发抑制明显,其中低浓度的 Fe^{2+} 和 Mn^{2+} 对种子的发芽率影响更加显著。方旭燕及周化斌等人的研究表明,低浓度的 Fe^{2+} 和 Mn^{2+} 对大豆种子的萌发有促进作用,而高浓度 Fe^{2+} 和 Mn^{2+} 溶液浸种抑制大豆种子萌发^[19-20],这与本试验结果不同,可能是因为不同物种对铁的

需求量不同,出现高浓度的 Fe^{2+} 和 Mn^{2+} 浸种黄顶菊种子的发芽率反而升高,推测可能是黄顶菊对 Fe^{2+} 和 Mn^{2+} 的耐受性较强。

黄顶菊种子能否经受低温冷冻是判断其能否继续向更加寒冷地区传播的一个主要条件。本试验表明经过冷冻后的种子发芽率较对照有所降低,说明低温冷冻对黄顶菊种子的萌发有一定的抑制作用,其向高寒地区的扩散不会特别迅速。但耐受的最低温度是多少尚待研究。

水分是种子萌发的首要条件,其过多或不足都不利于萌发。水分供应不足,难以满足物质代谢需求,即造成干旱胁迫。干旱首先使种子吸水速率减慢,最大吸水量减小,使种子萌发受到抑制或发芽延迟^[10]。表 8 中的研究数据表明,黄顶菊种子的发芽率随水分渗透势的降低而降低。有报道表明,黄顶菊耐干旱,即使在无浇水条件的公路旁边也能大量生长,这与本试验研究结果相符。

4 种除草剂对黄顶菊种子萌芽的抑制效果依次为百草枯>乙草胺>乙莠水>苯黄隆。百草枯为速效灭生性触杀型除草剂,对单、双子叶植物均有很强的破坏作用,不能传导,只能使受药部位受害,药剂与土壤接触即被吸附钝化失效,施药后很短时间即可播种。由于种子未发芽前均散落在地上,故不适宜出芽前喷洒。乙草胺是我国目前产量最大的一种除草剂。对杂草的作用部位是芽鞘和幼根。因此这种除草剂在杂草出苗前使用效果较理想。通常在单子叶植物播种后出苗前使用。乙莠水为双子叶植物除草剂。苯黄隆在土壤中的残留期较长,对小麦安全,是比较理想的小麦田除双子叶杂草的除草剂,但是对种子发芽抑制不明显不知对苗抑制怎么样,需要进一步研究。

参考文献:

- [1] 任艳萍,古松,江莎.外来植物黄顶菊营养器官解剖特征及其生态适应性[J].生态学杂志,2009,28(7):1239-1244.
- [2] 王贵启,苏立军,王建平.黄顶菊种子萌发特性研究[J].河北农业科学,2008,12(4):39-40.
- [3] 李香菊,王贵启,张朝贤,等.外来植物黄顶菊的分布、特征特性及化学防治[J].杂草科学,2006(4):58-61.
- [4] 芦站根,周文杰.温度、土壤水分和 NaCl 对黄顶菊种子萌发的影响[J].植物生理学通讯,2008,44(5):939-942.
- [5] 任艳萍,古松,江莎,等.温度、光照和盐分对外来植物黄顶菊种子萌发的影响[J].云南植物研究,2008(4):477-484.
- [6] 任艳萍,江莎,古松,等.外来植物黄顶菊的研究进展[J].热带亚热带植物学报,2008,16(4):390-396.

(下转第 94 页)

酸,使细胞壁结构解体,果实开始软化^[20]。由图4中可见,在室温贮藏条件下,软枣猕猴桃果实的果胶酶活性呈上升状态,在9月5号达到最高峰,之后逐渐下降;在低温贮藏条件下,软枣猕猴桃果实的果胶酶活性在9月7号达到最高峰。与常温贮藏相比较,在低温贮藏条件下,果胶酶活性普遍低于常温贮藏,但低温贮藏的峰值出现时间比常温贮藏出现的时间要晚一些,可见低温贮藏可以降低软枣猕猴桃果实的果胶酶活性。

3 结 论

3.1 软枣猕猴桃果实在8月末已经达到可采收成熟度,9月5日前后已经达到生理成熟度。最佳采收期宜选在8月末至9月初,采收成熟度宜选择在果实果胶酶含量1010.72 $\mu\text{g}/\text{h}\cdot\text{g}$ 左右。

3.2 低温可以增加软枣猕猴桃的贮藏时间,降低果胶酶的活力,从而延缓原果胶含量的下降及可溶性果胶含量的上升,保持果实的硬度。

参考文献:

- [1] 朴一龙,赵兰花.软枣猕猴桃研究进展[J].北方园艺,2008(3):76-78.
- [2] 马月申,袁福贵,赵淑兰.软枣猕猴桃果实营养成分的测定[J].特产研究,1992(1):44-45.
- [3] 吴彬彬.几个猕猴桃主栽品种适宜采收期研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2008.
- [4] 吴彩娥,王文生,寇晓虹.果实成熟软化机理研究进展[J].果树学报,2001,18(6):365-369.
- [5] Ronald P, Vries D, Jaap V, et al. Aspergillus enzymes involved in degradation of plant cell wall polysaccharides[J]. Microbiol Mol Biol R, 2001, 65(4): 497-522.
- [6] 杨德兴,戴京晶,庞向宇,等.猕猴桃衰老过程中PG、果胶和细胞壁超微结构的变化[J].园艺学报,1993,20(4):341-345.
- [7] 吴明江,张忠恒,于萍.苹果成熟软化过程中质壁互作的生理和结构研究[J].园艺学报,1995,22(2):181-182.
- [8] 陆定志,傅家瑞.植物衰老及其调控[M].北京:中国农业出版社,1997.
- [9] Xue YB, Kubo Yznaba A. Effects of humidity on ripening and texture in banana fruit [J]. Japan Soc Hort Sei, 1995, 64(3): 657-664.
- [10] Ben-Arie R, Kister N, Frenkel C. Degradation and solubilization of pectin by β -galactosidases purified from avocadoscarp[J]. Plant Physiol, 1993(87): 279-285.
- [11] 王小敏,吴文龙,闫连飞,等.分光光度计测定果胶酶活力的方法研究[J].食品工业科技,2007,28(5):227-229.
- [12] Huber D J. The role of cell wall hydrolases in fruit softening[J]. Hort Rev, 1983(5): 169-219.
- [13] EAnnHagerman, JPaulAustin. Continuous spectrophotometric assay for plant pectin methyl esterase[J]. Food Chem., 1986(34): 440-444.
- [14] 曹建康,姜微波,赵玉梅.果蔬采后生理生化实验指导[M].北京:中国轻工业出版社,2007:30-34.
- [15] 王文岭,黄雪松. DNS法测定木糖含量时最佳测定波长的选择[J].食品科学,2006,27(4):196-198.
- [16] 齐香君,苟金霞. 3,5-二硝基水杨酸比色法测定溶液中还原糖的研究[J].纤维素科学与技术,2004,12(3):17-19.
- [17] 王琳,刘国生,王林嵩,等. DNS法测定纤维素酶活力最适条件研究[J].河南师范大学学报(自然科学版),1998,26(3):66-69.
- [18] 武汉大学.分析化学[M].北京:高等教育出版社,2002:232.
- [19] 屈慧鸽,孙宪忠,赵淑兰,等.软枣猕猴桃贮藏过程中软化因素研究[J].特产研究,1999(3):25-28.
- [20] Crooks PR, Grierson D. Ultrastructure of tomato fruit ripen and the role of polygalacturonase isoenzymes in cell wall degradation [J]. Plant Physiol, 1983(72): 1088-1093.
- (上接第90页)
- [7] 刘藜,喻理飞.水分胁迫对银合欢种子萌芽的影响[J].贵州农业科学,2007,35(2):49-50.
- [8] 赵笃乐.光对种子休眠与萌发的影响(上)[J].生物学通报,1995,30(7):24-25.
- [9] 杨期和,宋松泉,叶万辉,等.种子感光的机理及影响种子感光性的因素[J].植物学通讯,2003,20(2):238-247.
- [10] 鱼小军,师尚礼,龙瑞军,等.生态条件对种子萌发影响研究进展[J].草业科学,2006,23(10):44-49.
- [11] Karin M Kettinger, Gary Gardner, Susan M Galatowitsch. Effect of Light on Seed Germination of Eight Wetland *Carex Species* [J]. Annals of Botany, 2006(98): 869-874.
- [12] 叶要妹,李新平.不同浸种温度和浸种时间对小冠花种子发芽的影响[J].种子,1997(4):53-55.
- [13] 张风娟,李继泉,徐兴友,等.环境因子对黄顶菊种子萌发的影响[J].生态学报,2009,29(4):1947-1953.
- [14] 李清芳,辛天蓉,马成仓,等. pH值对小麦种子萌发和幼苗生长代谢的影响[J].安徽农业科学,2003,31(2):185-187.
- [15] 张秀玲.盐分对夏至草种子萌发以及盐胁迫解除后种子萌发能力恢复的影响[J].植物生理学通讯,2008,44(3):436-440.
- [16] 阎顺国,沈禹颖,任继周,等.盐分对碱茅种子发芽影响的机制[J].草地学报,1994,2(2):12-19.
- [17] 芦站根,崔兴国,蒋文静.衡水湖黄顶菊的入侵情况的初步调查研究[J].衡水学院学报,2006,8(1):69-71.
- [18] 段德玉,刘小京,李存桢.不同盐分与水胁迫对灰绿藜种子萌发效应研究[J].中国生态农业学报,2005,13(2):79-81.
- [19] 方旭燕,俞慧娜,赵超.不同 Fe^{2+} 浓度对大豆种子萌发的影响[J].种子,2004,23(11):34-36.
- [20] 周化斌,姜丹,金卫挺,等.锰对大豆种子萌发的影响[J].种子,2003(4):22-23.