

氨基寡糖素处理对玉米苗期生长的影响

庄礼珂 (海南正业中农高科股份有限公司, 海南海口 570206)

摘要 [目的]评价氨基寡糖素对玉米苗期生长的影响。[方法]以氨基寡糖素不同浓度及不同处理时间对玉米进行拌种处理,考察玉米壮苗各指标。[结果]氨基寡糖素处理效果与氨基寡糖素的浓度及处理时间关系密切,只有氨基寡糖素浓度和处理时间搭配适宜,才能达到预期的效果。[结论]有利于玉米壮苗的处理方式是氨基寡糖素浓度为5.0%拌种、放置12 h晾干。

关键词 氨基寡糖素;玉米;壮苗

中图分类号 S513 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2017)29-0023-03

Effect of Amino Oligosaccharin Disposal on the Growth of Maize in Seedling Stage

ZHUANG Li-ke (Hainan Zhengye Zhongnong High-tech Co., Ltd., Haikou, Hainan 570206)

Abstract [Objective] Effect of amino oligosaccharin on the growth of maize in seedling was studied. [Method] The seeds were treated with amino oligosaccharin in different concentrations and different processing time, then the index of strong seedling was investigated. [Result] The effect of amino oligosaccharin treatment was closely related to the concentration and processing time. Only the relationship between concentration of amino oligosaccharin and processing time was proper to achieve the desired effect. [Conclusion] The best approach to maize seedling is as follows: amino oligosaccharin concentration 5.0%, dressing for 12 hours to dry.

Key words Amino oligosaccharin; Maize; Strong seedling

玉米(*Zea mays* L.)学名玉蜀黍,属禾本科玉米属,主要分布于 $30^{\circ} \sim 50^{\circ} \text{N}$ ^[1]。随着我国人们生活水平的提高和畜牧业的迅速发展,玉米在饲料中的地位愈来愈重要,其生物学产量及其饲用营养品质研究倍受重视。目前,氨基寡糖素已被广泛应用于种子萌发研究^[2],而对氨基寡糖素浓度与处理时间结合起来的研究很少,特别是其对玉米苗期影响的研究鲜有报道。壮苗是作物高产、优质、高效的基础,农谚“壮苗五成收”说明培育壮苗在增产上的重要性^[3]。笔者主要研究不同氨基寡糖素浓度和处理时间对玉米苗期生长发育的影响,为玉米的高产优质栽培提供参考。

1 材料与方

1.1 供试地与材料 试验在海南正业中农高科股份有限公司实验室和生测基地进行,种子萌发试验在人工气候箱(温度调为 $27 \sim 30^{\circ}\text{C}$)中进行,盆栽试验在大棚中进行。供试品种为穗珍8号超甜玉米,氨基寡糖素由海南正业中农高科股份有限公司提供。

1.2 试验设计 采用双因子试验设计,分别为氨基寡糖素浓度和处理时间。氨基寡糖素浓度分别为0.5%、2.0%、5.0%、7.5%,记作 $I_1 \sim I_4$;4个不同的处理时间分别为6、8、12、24 h,记作 $II_1 \sim II_4$ 。按不同处理进行拌种催芽,将种子分别种于营养杯中,采用营养土(菜园土:牛粪=1:1)育苗法培育。每个处理10盆,每盆2株,随机排列。其他管理按常规方法进行,25 d后取样测定。

1.3 测定指标及方法

1.3.1 株高测定。从各处理中选择5~7株,用尺子从茎基部量至最上叶叶尖的高度。

1.3.2 茎粗测定。从各处理中选择5~7株,用游标卡尺测定玉米基部最宽处的宽度,重复5次。

1.3.3 叶面积测定。从各处理中选择5~7株,用尺子量取

完全展开的最上面1片叶的叶长和叶宽,计算其叶面积,叶面积= $0.73 \times \text{叶长} \times \text{叶宽}$ ^[4],其中叶长指叶枕到叶尖的距离,叶宽指叶片最宽处的宽度。

1.3.4 地上部、地下部干重及冠根比测定。从每处理中选择5株,将营养杯撕裂,放在桶中,小心冲洗去泥土,防止根系损伤,将其从茎基部剪下,用报纸分别将根、冠(地上部含叶和秆)包住,在 105°C 下杀青30 min,再在 83°C 烘24 h,取出放于干燥器中冷却,用千分之一电子天平称每株根、冠重量,再放入烘箱中烘30 min,取出称重,至两者重量相差不大即可。利用公式计算:冠根比=地上部重量/地下部重量。

1.3.5 叶绿素含量测定。用剪刀去除主脉,取0.2 g叶片装入具塞试管,再加入20 mL 80%丙酮浸泡,直到叶片完全变白为止,摇匀后用分光光度法测定吸光度,按照下式计算叶绿素含量^[5]: $Ca = 12.7 \times OD_{663} - 2.69 \times OD_{645}$; $Cb = 22.9 \times OD_{645} - 4.68 \times OD_{663}$; $Ca + b = Ca + Cb$ 。

2 结果与分析

2.1 不同氨基寡糖素浓度和处理时间对株高、茎粗和叶面积的影响 由表1、2可知,随着氨基寡糖素浓度升高或处理时间延长,玉米株高、茎粗和叶面积均呈下降趋势。但两者之间互作茎粗差异达极显著水平($F = 2.73, P = 0.0086 < 0.01$),株高差异不显著($F = 0.66, P = 0.7400 > 0.05$),叶面积差异不显著($F = 0.65, P = 0.7476 > 0.05$)。茎粗较大的处理分别是 $I_1 II_1$ 、 $I_2 II_4$ 、 $I_3 II_3$ 、 $I_4 II_2$,它们之间的差异均未达显著水平;株高较高的处理分别是 $I_1 II_1$ 、 $I_2 II_1$ 、 $I_3 II_2$ 、 $I_4 II_2$,且它们之间的差异均未达显著水平;叶面积较大的处理分别是 $I_1 II_3$ 、 $I_2 II_4$ 、 $I_3 II_1$ 、 $I_4 II_2$,其中 $I_1 II_3$ 与 $I_3 II_1$ 差异极显著,和 $I_2 II_4$ 差异不显著, $I_2 II_4$ 与 $I_1 II_2$ 差异不显著, $I_3 II_1$ 与 $I_1 II_3$ 差异显著, $I_4 II_2$ 与 $I_1 II_3$ 、 $I_2 II_4$ 差异不显著。

2.2 不同氨基寡糖素浓度和处理时间对地上部重量、地下部重量和冠根比的影响 植物根系是活跃的吸收器官和合成器官,根的生长情况和活力水平直接影响地上部的生长和

作者简介 庄礼珂(1984—),男,海南临高人,农艺师,硕士,从事农药应用技术推广研究。

收稿日期 2017-09-08

表1 氨基寡糖素浓度和处理时间两个单因子对茎粗、株高和叶面积的影响

Table 1 Effect of two single factors (amino oligosaccharide concentration and processing time) on the stem diameter, plant height and leaf area

氨基寡糖素浓度 Amino oligosaccharide concentration	茎粗 Stem diameter cm	株高 Plant height cm	叶面积 Leaf area cm ² /株	处理时间 Processing time	茎粗 Stem diameter cm	株高 Plant height cm	叶面积 Leaf area cm ² /株
I ₁	0.54 aA	72.65 aA	75.65 aA	II ₁	0.55 aA	72.18 aA	70.20 aA
I ₂	0.53 aA	70.55 aA	69.11 abA	II ₂	0.54 aA	71.34 aA	68.22 aA
I ₃	0.52 aA	68.98 aA	65.88 abA	II ₃	0.51 abA	70.18 aA	65.37 aA
I ₄	0.49 aA	68.89 aA	58.75 bA	II ₄	0.48 bA	67.58 aA	64.91 aA

注:同列数据后小写字母不同表示差异显著($P < 0.05$),同列数据后大写字母不同表示差异极显著($P < 0.01$)

Note: Different small letters within the same column mean significant differences ($P < 0.05$), different capital letters within the same column show extremely significant differences ($P < 0.01$)

表2 不同氨基寡糖素浓度和处理时间对茎粗、株高和叶面积的影响

Table 2 Effect of different amino oligosaccharide concentrations and processing time on the stem diameter, plant height and leaf area

氨基寡糖素浓度 Amino oligosaccharide concentration	处理时间 Processing time	茎粗 Stem diameter cm	株高 Plant height cm	叶面积 Leaf area cm ² /株
I ₁	II ₁	0.66 ± 0.05 aA	76.42 ± 3.79 aA	78.95 ± 11.69 abAB
	II ₂	0.46 ± 0.07 bAB	72.40 ± 6.95 abAB	69.89 ± 23.73 bcdeBC
	II ₃	0.57 ± 0.06 abAB	74.35 ± 10.04 aA	82.83 ± 34.10 aA
	II ₄	0.45 ± 0.11 bcAB	67.43 ± 11.85 cdBC	70.90 ± 25.79 abcABC
I ₂	II ₁	0.46 ± 0.08 bAB	72.60 ± 10.93 abAB	66.54 ± 25.92 bcdeBC
	II ₂	0.41 ± 0.12 cB	68.90 ± 9.51 bcdABC	59.68 ± 11.06 deBC
	II ₃	0.52 ± 0.08 abAB	68.93 ± 7.38 bcdABC	64.88 ± 15.03 cdeBC
	II ₄	0.58 ± 0.11 abAB	71.75 ± 5.66 abcdABC	72.44 ± 19.05 abcABC
I ₃	II ₁	0.52 ± 0.16 abAB	67.98 ± 8.37 cdBC	63.11 ± 21.54 cdeBC
	II ₂	0.53 ± 0.06 abAB	71.93 ± 2.20 abcdABC	54.04 ± 5.24 eC
	II ₃	0.55 ± 0.08 abAB	69.05 ± 9.07 bcdABC	61.30 ± 11.56 deBC
	II ₄	0.50 ± 0.14 abAB	66.97 ± 8.16 cdBC	56.53 ± 7.06 eC
I ₄	II ₁	0.56 ± 0.03 abAB	71.70 ± 10.74 abcdABC	64.29 ± 16.88 cdeBC
	II ₂	0.57 ± 0.10 abAB	72.50 ± 10.59 abAB	81.61 ± 18.59 aA
	II ₃	0.53 ± 0.12 abAB	66.57 ± 15.88 cdBC	73.34 ± 38.35 abcABC
	II ₄	0.49 ± 0.10 bAB	60.77 ± 6.53 dC	57.84 ± 7.20 eC

注:同列数据后小写字母不同表示差异显著($P < 0.05$),同列数据后大写字母不同表示差异极显著($P < 0.01$)

Note: Different small letters within the same column mean significant differences ($P < 0.05$), different capital letters within the same column show extremely significant differences ($P < 0.01$)

产量水平。冠根比和苗粗壮度是反映苗期株体质量好坏的综合量化指标,冠根比数值越小和苗粗壮度数值越大,说明苗越壮^[6]。由表3可知,随着氨基寡糖素浓度增加或处理时间延长,玉米地上部重量、地下部重量和冠根比均呈下降趋势。两者之间互作地上部重量差异达极显著水平($F = 6.28$, $P = 0.0001 < 0.01$),地下部重量差异达极显著水平($F =$

3.95 , $P = 0.0005 < 0.01$),叶面积差异达极显著水平($F = 3.03$, $P = 0.0046 < 0.01$)。由表4可知,地上部较重的处理分别是I₁II₃、I₂II₁、I₃II₄、I₄II₃,其中I₂II₁与I₃II₄差异极显著;地下部较重的处理分别是I₁II₁、I₂II₁、I₃II₄、I₄II₃,且它们之间的差异均未达到显著水平;冠根比较小的处理分别是I₁II₁、I₂II₃、I₃II₃、I₄II₃,且它们之间的差异均未达到显著水平。

表3 氨基寡糖素浓度和处理时间两个单因子对地上部重量、地下部重量和冠根比的影响

Table 3 Effect of two single factors (amino oligosaccharide concentration and processing time) on the aboveground part weight, underground part weight and shoot-root ratio

氨基寡糖素浓度 Amino oligosaccharide concentration	地上部重量 Aboveground part weight//g/株	地下部重量 Underground part weight//g/株	冠根比 Shoot-root ratio	处理时间 Processing time	地上部重量 Aboveground part weight//g/株	地下部重量 Underground part weight//g/株	冠根比 Shoot-root ratio
I ₁	2.99 aA	0.57 aA	5.34 aA	II ₁	3.22 aA	0.64 aA	5.15 aA
I ₂	2.78 abA	0.57 aA	5.14 aA	II ₂	2.83 abAB	0.59 abAB	5.10 aA
I ₃	2.68 abA	0.54 aA	5.10 aA	II ₃	2.55 bcBC	0.52 abAB	5.08 aA
I ₄	2.38 bA	0.53 aA	4.73 aA	II ₄	2.18 cC	0.45 bB	4.94 aA

注:同列数据后小写字母不同表示差异显著($P < 0.05$),同列数据后大写字母不同表示差异极显著($P < 0.01$)

Note: Different small letters within the same column mean significant differences ($P < 0.05$), different capital letters within the same column show extremely significant differences ($P < 0.01$)

表 4 不同氨基寡糖素浓度和时间处理对地上部重量、地下部重量和冠根比的影响

Table 4 Effect of different amino oligosaccharide concentrations and processing time on the aboveground part weight, underground part weight and shoot-root ratio

氨基寡糖素浓度 Amino oligosaccharide concentration	处理时间 Processing time	地上部重量 Aboveground part weight//g/株	地下部重量 Underground part weight//g/株	冠根比 Shoot-root ratio
I ₁	II ₁	3.50 ± 1.08 abcABC	0.76 ± 0.30 aA	4.65 ± 0.34 bcAB
	II ₂	3.46 ± 0.11 abcABC	0.65 ± 1.08 abAB	5.40 ± 0.55 abcAB
	II ₃	3.62 ± 0.30 abAB	0.58 ± 0.10 abcdAB	6.42 ± 1.15 aA
	II ₄	1.36 ± 0.65 eE	0.31 ± 0.20 dB	4.91 ± 1.23 abcAB
I ₂	II ₁	4.16 ± 0.49 aA	0.77 ± 0.04 aA	5.40 ± 0.68 abcAB
	II ₂	2.56 ± 0.89 cdBCDE	0.57 ± 0.25 abcdAB	4.79 ± 1.19 bcAB
	II ₃	2.51 ± 0.90 cdBCDE	0.59 ± 0.26 abcAB	4.71 ± 1.67 bcAB
	II ₄	1.90 ± 0.24 edDE	0.36 ± 0.07 cdAB	5.31 ± 0.81 abcAB
I ₃	II ₁	2.61 ± 0.32 bcdBCDE	0.62 ± 0.17 abcAB	4.37 ± 0.85 cAB
	II ₂	2.17 ± 0.60 deCDE	0.42 ± 0.17 bcdAB	5.66 ± 1.68 abcAB
	II ₃	1.91 ± 0.76 deDE	0.44 ± 0.14 bcdAB	4.34 ± 1.12 cB
	II ₄	2.81 ± 0.90 bcdBCD	0.63 ± 0.24 abcAB	4.57 ± 0.42 cAB
I ₄	II ₁	2.59 ± 1.06 bcdBCDE	0.42 ± 0.17 bcdAB	6.16 ± 0.71 abAB
	II ₂	2.01 ± 0.90 deDE	0.46 ± 0.22 bcdAB	4.56 ± 1.21 cAB
	II ₃	3.28 ± 0.27 abcABCD	0.77 ± 0.10 aA	4.30 ± 0.43 cB
	II ₄	2.93 ± 0.25 bcdABCD	0.51 ± 0.11 abcdAB	5.83 ± 0.83 abcAB

注:同列数据后小写字母不同表示差异显著($P < 0.05$),同列数据后大写字母不同表示差异极显著($P < 0.01$)

Note: Different small letters within the same column mean significant differences ($P < 0.05$), different capital letters within the same column show extremely significant differences ($P < 0.01$)

2.3 不同氨基寡糖素浓度和处理时间对叶绿素含量的影响 叶绿素含量是衡量植物体生长状况以及生活力的一个重要指标^[7]。叶绿素作为光合色素中重要的色素分子,参与光合作用中光能的吸收、传递和转化,在光合作用中占有重要地位^[8]。叶绿素含量变化可反映不同氨基寡糖素浓度和处理时间对光合作用的影响程度。由表 5 可知,随着氨基寡糖素浓度增加或处理时间延长,叶绿素含量均呈下降趋势。两者之间互作叶绿素含量差异达显著水平($F = 2.61, P = 0.022 < 0.05$)。由表 6 可知,叶绿素含量较大的处理分别是 I₂II₃、I₃II₄、I₄II₁、I₄II₂ 和 I₄II₄,且它们之间的差异均未达到显著水平。

表 5 氨基寡糖素浓度和处理时间两个单因子对叶绿素含量的影响

Table 5 Effect of two single factors (amino oligosaccharide concentration and processing time) on the chlorophyll content mg/g

氨基寡糖素浓度 Amino oligosaccharide concentration	叶绿素含量 Chlorophyll content	处理时间 Processing time	叶绿素含量 Chlorophyll content
I ₁	2.80 aA	II ₁	2.80 aA
I ₂	2.67 aA	II ₂	2.67 aA
I ₃	2.65 aA	II ₃	2.65 aA
I ₄	2.60 aA	II ₄	2.60 aA

注:同列数据后小写字母不同表示差异显著($P < 0.05$),同列数据后大写字母不同表示差异极显著($P < 0.01$)

Note: Different small letters within the same column mean significant differences ($P < 0.05$), different capital letters within the same column show extremely significant differences ($P < 0.01$)

表 6 不同氨基寡糖素浓度和处理时间对叶绿素含量的影响

Table 6 Effect of different amino oligosaccharide concentrations and processing time on the chlorophyll content mg/g

氨基寡糖素浓度 Amino oligosaccharide concentration	处理时间 Processing time	叶绿素含量 Chlorophyll content	氨基寡糖素浓度 Amino oligosaccharide concentration	处理时间 Processing time	叶绿素含量 Chlorophyll content
I ₁	II ₁	2.28 ± 0.17 gE	I ₃	II ₁	2.73 ± 0.15 cdefABCDE
	II ₂	2.49 ± 0.10 efgDCE		II ₂	1.83 ± 1.59 cdefABCDE
	II ₃	2.87 ± 0.12 abcdABCD		II ₃	2.81 ± 0.16 bcdeABCD
	II ₄	2.41 ± 0.12 fgDE		II ₄	3.01 ± 0.29 abcAB
I ₂	II ₁	2.78 ± 0.16 cdeABCD	I ₄	II ₁	2.90 ± 0.14 abcdABC
	II ₂	2.91 ± 0.16 abcdABC		II ₂	3.15 ± 0.15 abA
	II ₃	3.21 ± 0.27 aA		II ₃	1.72 ± 1.50 defgBCDE
	II ₄	2.59 ± 0.17 defgBCDE		II ₄	3.18 ± 0.28 aA

注:同列数据后小写字母不同表示差异显著($P < 0.05$),同列数据后大写字母不同表示差异极显著($P < 0.01$)

Note: Different small letters within the same column mean significant differences ($P < 0.05$), different capital letters within the same column show extremely significant differences ($P < 0.01$)

3 结论

生产上一般认为,壮苗的形态特征主要是茎粗壮,节间较短,苗高矮适中,叶片较大而厚,叶色较绿,根系发育良好,根系发达,根重,并以茎粗、全株干重、根干重、根数等作为衡

量壮苗的简单指标^[3]。该试验结果表明,氨基寡糖素处理效果与氨基寡糖素的浓度及处理时间关系密切,只有氨基寡糖素浓度和处理时间搭配适宜,才能达到预期的效果。该试验

(下转第 28 页)

表6 各处理经济性状

Table 6 Economic traits of different treatments

处理 Treatment	产量 Yield/kg/hm ²	均价 Average price//元/kg	产值 Output value//元/hm ²	上等烟率 First-class tobacco rate//%	上中等烟率 First-mid tobacco rate//%
CK	2 103	24.74	52 028.22	42.23	92.63
T ₁	2 262	26.59	60 146.58	45.63	95.28
T ₂	2 313	26.33	60 901.29	44.96	96.65

表7 各处理原烟外观质量评价

Table 7 Evaluation on original smoke appearance quality of different treatments

处理 Treatment	颜色 Color	成熟度 Maturity	叶片结构 Leaf structure	身份 Identity	油分 Oil	色度 Chroma
CK	柠檬黄-橘黄	成熟	疏松	适中	稍有	中
T ₁	橘黄	成熟	疏松	适中	有	强
T ₂	橘黄	成熟	疏松	适中	有	强

2.7 原烟感官质量评价 由表8可知,T₁、T₂处理原烟感官质量均优于CK组,其中以T₁处理感官质量最好,主要体现在

在香气质稍提升、杂气减轻、刺激性降低,余味有所改善,整体感官质量提升。

表8 各处理原烟感官质量评价

Table 8 Evaluation on original smoke sensory quality of different treatments

处理 Treatment	香气质 Aroma quality	香气量 Aroma quantity	浓度 Concentration	劲头 Momentum	杂气 Miscellaneous gas	刺激性 Irritation	余味 Aftertaste
CK	5.8	5.8	5.8	6.0	5.7	5.5	5.8
T ₁	6.0	6.0	5.8	6.0	6.0	5.8	6.0
T ₂	6.2	6.0	6.0	5.8	6.0	6.0	6.0

3 结论与讨论

3.1 土著菌扩繁对烟叶生长发育的影响 在移栽期,气候和各项栽培管理措施一致的前提下,土著菌田间扩繁剂能促进烟株前期早生快发,提前进入团棵期和旺长期,提高烟株抗性,叶片舒展,在平顶期烟株茎围粗壮,有效叶数较多,叶面积较大,组织结构好,田间整齐度较高,其中T₁处理株高120.3 cm,有效叶数20.4片,叶长62.7 cm,叶宽31.3 cm;T₂株高120.4 cm,有效叶数20.6片,叶长62.2 cm,叶宽31.8 cm。

3.2 土著菌扩繁对烟株抗病性的影响 土著菌田间扩繁剂处理较对照能降低病毒病和气候斑点病发病率及病情指数,分析原因:土著菌田间扩繁剂能促进烟株早生快发,提高自身抗病性,从而降低病毒病和气候斑点病发病率。

3.3 土著菌扩繁对烟叶经济性状和外观质量的影响 土著菌田间扩繁剂处理过的烟株经济性状比较高,烤后原烟外观质量好,原烟成熟度好,颜色橘黄,身份适中,油分有,色度较

强,原烟叶片组织结构疏松,感官评吸优于对照,各项指标比较协调一致。

综上,在降低化肥施用的前提下,采用土著菌田间扩繁技术,增加土壤中的土著菌,可促进烟株早生快发,增强烟株的抗病性,提高烟叶产量和烤后烟叶外观质量,从而提高烟叶产值。同时,烟叶感官质量得到改善。

参考文献

- [1] 韩小斌. 减量施肥对重庆烤烟生长及产量品质的影响[D]. 重庆:西南大学,2014.
- [2] 张翼. 不同施肥措施对植烟土壤生化活性及烤烟产量品质的影响[D]. 武汉:华中农业大学,2013.
- [3] 冯国胜. 活化有机肥对烟草根系生长和根际土壤微生物数量的影响[J]. 河南农业科学,2009(11):69-72.
- [4] 焦有宙,高赞,李刚,等. 不同土著菌及其复合菌对玉米秸秆降解的影响[J]. 农业工程学报,2015,31(23):201-207.
- [5] 林毅,梁晓捷,朱其清,等. 烟草专用肥对烤烟产质量的影响[J]. 福建农业科技,2001(3):14-15.
- [6] 李相国,李军,刘磊,等. “太阳岛”牌烟草专用肥不同施用量效果研究[J]. 现代农业科技,2014(5):37-38.
- [7] 廖林仙,邵孝侯,陈晓峰. 圆形与狭长形叶片叶面积计算方法[J/OL]. 中国科技论文在线(2007-02-13)[2017-08-05]. http://www.paper.edu.cn/downloadpaper.php?serial_number=200702-160&type=1.
- [8] 华南热带农业大学植物生理生化教研室. 植物生理生化讲义[Z]. 1998.
- [9] 葛晓光. 果菜壮苗指标研究的概况[J]. 中国蔬菜,1987(1):32-34.
- [10] 路明,史振声,吴玉群,等. 复合氨基酸浸种对糯玉米苗期生长及生理效应的影响[J]. 种子,2004,23(6):41-44.
- [11] 杨勤,刘永红. 干旱对甜、糯玉米幼苗生长和生理指标的影响研究[J]. 玉米科学,2005,13(1):72-76.

(上接第25页)

得出有利于玉米壮苗的处理方式是氨基寡糖浓度为5.0%拌种、放置12 h晾干。

参考文献

- [1] 杨文钰,屠乃美. 作物栽培学各论[M]. 北京:中国农业出版社,2003:107-109.
- [2] HEYDECKER W, HIGGINS J, GULLIVER R L. Accelerated germination by osmotic seed treatment[J]. Nature, 1973, 246:42-44.
- [3] 李青苗,杨文钰. 烯效唑浸种对玉米苗期形态的调控效应[J]. 中国农学通报,2003,19(6):84-86,93.