

网络出版时间:2014-05-28 11:34

DOI:10.13207/j.cnki.jnwafu.2014.06.031

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/doi/10.13207/j.cnki.jnwafu.2014.06.031.html>

外源维生素浸种对甜玉米种子萌发和 幼苗生长的影响

李振轮¹, 何 凯¹, 石纹豪¹, 朱运峰²

(1 西南大学 土壤多尺度界面过程与调控重庆市重点实验室, 资源环境学院, 重庆 400715;

2 武汉市蔬菜科学研究所, 湖北 武汉 430065)

【摘 要】 **【目的】**明确不同外源维生素对甜玉米种子萌发及幼苗生长的影响, 探讨提高甜玉米种子萌发率及培育壮苗的方法, 为生产中选用维生素浸种提供参考。 **【方法】**以储存 1 年以上的甜玉米品种“中甜 1 号”为试验材料, 用不同质量浓度(10, 50, 100, 200 mg/L)的 V_{B_1} 、 V_{B_2} 、 V_{B_6} 、 $V_{B_{12}}$ 、 V_{PP} 、 V_M 和 V_C 在 25 °C 条件下浸种 24 h 后播种, 研究甜玉米种子萌发期和幼苗期对 V_{B_1} 、 V_{B_2} 、 V_{B_6} 、 $V_{B_{12}}$ 、 V_{PP} 、 V_M 和 V_C 处理的生理响应。 **【结果】**除维生素 B_6 (V_{B_6}) 外, V_{B_1} 、 V_{B_2} 、 $V_{B_{12}}$ 、 V_{PP} 、 V_M 和 V_C 处理都有一个或者几个质量浓度浸种处理对甜玉米种子的萌发和幼苗生长表现出不同程度的促进作用, 其中以 50~100 mg/L V_C 、 V_{PP} 处理效果较好, 显著提高了甜玉米种子萌发率和幼苗苗高、根长、根冠比及根系活力, 幼苗质量高。 V_C 浸种可以显著提高甜玉米幼苗的超氧化物歧化酶(SOD)和过氧化物酶(POD)活性, 降低 MDA 的含量。 **【结论】**外源 V_C 和 V_{PP} 可以作为研制甜玉米种子处理剂的材料。

【关键词】 维生素; 甜玉米; 种子萌发; 幼苗生长

【中图分类号】 S513.041

【文献标志码】 A

【文章编号】 1671-9387(2014)06-0048-07

Effects of seed soaking with exogenous vitamin on seed germination and seedling growth of sweet corn

LI Zhen-lun¹, HE Kai¹, SHI Wen-hao¹, ZHU Yun-feng²

(1 Chongqing Key Laboratory of Soil Multi-scale Interfacial Processes, College of Resources and Environment,

Southwest University, Chongqing 400715, China; 2 Wuhan Institute of Vegetable Research, Wuhan, Hubei 430065, China)

Abstract: **【Objective】** This study determined the effects of exogenous vitamins on seed germination and seedling growth of sweet corn to search for method of improving seed germination rate and breeding strong seedling. **【Method】** ‘Zhongtian No. 1’ sweet corn that had been stored for more than one year was used as material to investigate the effects of seed soaking with exogenous vitamins (V_{B_1} , V_{B_2} , V_{B_6} , $V_{B_{12}}$, V_{PP} , V_M , and V_C) at different concentrations (10, 50, 100 and 200 mg/L) on seed germination and seedling growth. **【Result】** Seed germination and seedling growth of sweet corn were enhanced by all vitamins at one or more concentrations except V_{B_6} . The best treatments were V_C and V_{PP} with concentrations of 50—100 mg/L, which significantly increased the seed germination rate, seedling height, root length, root to shoot ratio and activity of root system. V_C treatment significantly increased the activities of superoxide dismutase (SOD) and peroxidase (POD), and decreased the content of malondialdehyde (MDA) in sweet corn seedling. **【Conclusion】** Exogenous vitamins could be used for production of agents to improve germination and growth of sweet corn.

【收稿日期】 2013-09-09

【基金项目】 国家公益性行业(农业)科研专项(201203013-5)

【作者简介】 李振轮(1968—), 男, 重庆长寿人, 副教授, 博士, 主要从事农业资源与环境研究。E-mail: lizhlun4740@sina.com.cn

Key words: vitamin; sweet corn; seed germination; seedling growth

甜玉米(*Zea mays* L. *saccharata* Sturt)是玉米淀粉合成酶基因突变致使胚乳中淀粉含量减少并积累较多数量和种类的水溶性多糖(WSP)而产生的一个亚种^[1-3],即甜质型玉米亚种。甜玉米的种植在我国已日益普遍,但种子活力低、破碎率较高,田间出苗率低(通常只有 50%~80%)^[4-5],且制种成本高,这成为限制甜玉米发展的主要障碍^[6-7]。因此研究壮苗培育方法对甜玉米优质高产栽培具有重要意义。

研究表明,通过使用不同方法和试剂来处理植物种子能够显著提高种子的发芽率^[8],其中维生素的作用较为显著。如张百俊等^[9]研究发现,外源维生素 C(V_C)可以增强黄瓜种子活力、促进幼苗根生长,增加根质量和茎叶质量,提高光合速率。唐瑞等^[10]研究表明,外源维生素可以显著提高小麦根系的总吸收面积和活跃吸收面积,从而提高根系活力,促进植物生长。王珂等^[11]在小麦生长前期,用 V_C 和 V_{B_6} 处理小麦根系,其发根作用明显,细根增多,根系还原力有所提高。虽然高等植物是维生素自养型,但是种子时期和幼苗生长初期并不能合成足够的维生素,如果种子在萌发过程中 V_C 氧化酶被激活,则 V_C 含量明显下降^[12]。前人的研究虽然证明了维生素浸种对种子萌发具有重要的调节作用,但有关外源维生素对幼苗生长发育影响方面的研究较少,并且涉及的外源维生素种类很少(常见 V_C)。本试验探讨了不同质量浓度 V_{B_1} 、 V_{B_2} 、 V_{B_6} 、 $V_{B_{12}}$ 、 V_{PP} 、 V_M 和 V_C 等维生素对甜玉米种子萌发和生理效应的影响,以期明确其对甜玉米萌发及生长的作用,筛选出最适浸种维生素种类及最佳浸种质量浓度,为研制甜玉米种子处理剂提供适宜的原料。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2012-04-06 在西南大学资源环境学院的室内温室中进行。供试甜玉米品种为中甜 1 号,生产日期是 2010-09。供试维生素(V_{B_1} 、 V_{B_2} 、 V_{B_6} 、 $V_{B_{12}}$ 、 V_{PP} 、 V_M 和 V_C)均为国产分析纯试剂。供试沙粒取自重庆嘉陵江边,直径为 1~2 mm,沙培容器为长方体木盒(30 cm×30 cm×50 cm)。

1.2 试验方法

挑选籽粒饱满、大小均匀的甜玉米种子,采用文献^[13-14]描述的方法对种子进行消毒,将消毒后的

种子每 50 粒分别用 50 mL 不同质量浓度(10, 50, 100, 200 mg/L)的 V_{B_1} 、 V_{B_2} 、 V_{B_6} 、 $V_{B_{12}}$ 、 V_{PP} 、 V_M 和 V_C 在 25 ℃ 条件下浸种 24 h,同时以蒸馏水浸种作为对照。每种维生素为一组,每组 5 个处理,每处理 3 次重复,每重复 50 粒种子。处理后将种子等距离播种于砂培容器中,于(25±2) ℃ 恒温培养箱中萌发,种子萌发结束时将砂盘转移至(25±1) ℃, 2 000 lx(12 h/d)日光培养箱中培养。以芽长超过种子的 1/2 为发芽标准^[15],当连续 2 d 种子的发芽数不再增加时视为萌发结束^[16]。发芽期间及时补水,并记载各处理种子萌发情况。萌发试验结束时各处理的每个重复随机取 10 粒已萌发的种子,测定其各指标。

1.3 测定项目及方法

1.3.1 萌发指标测定 萌发试验进行 7 d 时统计发芽率。

发芽率=第 7 天正常发芽的种子数/供试种子数×100%。

1.3.2 生态指标测定 砂培试验进行 14 d 后测量玉米幼苗的根长、苗高、地下部鲜质量、地上部鲜质量。

1.3.3 生理指标测定 根系活力采用氯化三苯基四氮唑(TTC)法测定,过氧化物酶(POD)活性采用愈创木酚法测定,超氧化物歧化酶(SOD)活性采用氮蓝四唑法测定,丙二醛(MDA)含量采用硫代巴比妥酸法测定^[17]。

1.4 数据处理

试验数据采用 Microsoft Excel 2007 软件进行处理,采用 SPASS17.0 软件进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 维生素浸种对甜玉米种子萌发的影响

由表 1 可以看出,与对照(CK)相比,甜玉米种子经维生素浸种处理后表现出不同的萌发效应。不同质量浓度 V_{B_6} 处理的甜玉米种子发芽率均低于对照组,且随处理质量浓度的增加种子发芽率呈下降趋势,当质量浓度≥100 mg/L 时, V_{B_6} 显著抑制甜玉米的萌发($P<0.05$)。 V_{B_1} 和 $V_{B_{12}}$ 处理在 10 mg/L 时显著抑制甜玉米种子萌发,50 和 100 mg/L 的 V_{B_1} 及 100 mg/L 的 $V_{B_{12}}$ 均显著促进种子萌发,2 种维生素在高质量浓度(200 mg/L)时作用不明显。 V_{B_2} 在低质量浓度时显著抑制甜玉米种子的萌发,中

质量浓度作用不明显,高质量浓度时显著促进玉米种子萌发。 V_{B_1} 、 V_{B_2} 和 $V_{B_{12}}$ 在低质量浓度时抑制萌发的原因还有待深入研究。 V_M 和 V_{PP} 处理对甜玉米种子萌发的影响表现为低质量浓度无明显作用;适宜质量浓度显著促进萌发;高质量浓度时, V_M 显著抑制种子萌发, V_{PP} 作用不显著。 V_C 在试验质量

浓度范围内均可显著促进甜玉米萌发($P<0.05$),并以 100 mg/L 处理促进作用最明显(萌芽率为 80.17%),较对照增加 20.17%。就同一质量浓度不同维生素处理而言, V_C 处理种子的萌发率都显著高于其他维生素处理, V_{PP} 次之(200 mg/L 处理除外)。

表 1 维生素浸种对甜玉米种子发芽率的影响

Table 1 Effect of different vitamins on germination rate of sweet corn							%
维生素质量浓度/ (mg · L ⁻¹) Vitamin concentration	V_{B_1}	V_{B_2}	V_{B_6}	$V_{B_{12}}$	V_M	V_{PP}	V_C
0(CK)	60.00 b	60.00 b	60.00 a	60.00 a	60.00 b	60.00 c	60.00 d
10	53.68 cC	53.00 cC	59.84 aB	52.98 bC	59.99 bB	60.07 cB	67.01 cA
50	67.02 aC	53.18 cE	59.46 aD	60.31 aD	60.01 bD	72.81 aB	79.98 aA
100	67.15 aB	60.34 bC	53.28 bD	64.64 aB	67.12 aB	67.08 bB	80.17 aA
200	60.28 bC	66.96 aB	53.07 bD	60.16 aC	53.05 cD	60.04 cC	73.04 bA

注:同列数据后标不同小写字母表示差异显著($\alpha=0.05$),同行数据后标不同大写字母表示差异显著($\alpha=0.05$)。下表同。
Note: Different lowercase letters in each colum mean significant difference between different treats at the 5% level; while different uppercase letters in each row mean significant difference between different treats at the 5% level. The same below.

2.2 维生素浸种对甜玉米幼苗生长的影响

试验结果(表 2~5)表明,不同种类和不同质量浓度的维生素处理对甜玉米幼苗生长的影响不同。不同质量浓度 V_{B_6} 处理对甜玉米的根长、苗高及地下部和地上部鲜质量大多有显著的抑制作用,表明 V_{B_6} 不适宜作为甜玉米种子的处理材料。 $V_{B_{12}}$ 和 V_M 虽然在一定质量浓度时对甜玉米的根长、苗高及地下部和地上部鲜质量都有一定的促进作用,但效果不突出,也不宜选作甜玉米种子的处理材料。 V_{B_1} 、 V_{B_2} 、 V_{PP} 和 V_C 在试验处理的质量浓度范围内都可

显著提高甜玉米根长、苗高及地下部和地上部鲜质量,均表现为 50~100 mg/L 质量浓度处理效果最好,说明这 4 种维生素都适宜作为甜玉米种子处理的材料,但适宜的组还需要进一步研究。同一质量浓度不同维生素各生态指标方差分析结果表明, V_C 浸种对甜玉米幼苗根长、苗高及地下部鲜质量促进作用显著高于其他维生素处理组, V_{PP} 作用次之;除 200 mg/L 外, V_{PP} 处理组对甜玉米幼苗地上部鲜质量的促进作用显著高于其他维生素处理组, V_{B_2} 次之。

表 2 维生素浸种对甜玉米幼苗根长的影响

Table 2 Effect of different vitamins on root length of sweet corn seedling							cm
维生素质量浓度/ (mg · L ⁻¹) Vitamin concentration	V_{B_1}	V_{B_2}	V_{B_6}	$V_{B_{12}}$	V_M	V_{PP}	V_C
0(CK)	6.30 e	6.30 e	6.30 a	6.30 c	6.30 c	6.30 c	6.30 e
10	7.20 dD	7.40 dC	5.47 bG	6.30 cF	6.40b E	7.80 bB	9.20 dA
50	8.91 bD	9.21 bC	5.20 cG	6.40 bF	6.49b E	10.06 aB	11.80 bA
100	9.20 aD	9.49 aC	4.69 dG	6.50 aF	6.60 aE	10.00 aB	12.10 aA
200	7.40 cD	7.60 cC	4.10 eG	6.30 cF	6.40 bE	7.90 bB	10.93 cA

表 3 维生素浸种对甜玉米幼苗苗高的影响

Table 3 Effect of different vitamins on height of sweet corn seedling							cm
维生素质量浓度/ (mg · L ⁻¹) Vitamin concentration	V_{B_1}	V_{B_2}	V_{B_6}	$V_{B_{12}}$	V_M	V_{PP}	V_C
0(CK)	8.40 d	8.40 d	8.40 a	8.40 c	8.40 c	8.40 e	8.40 e
10	9.20 cD	9.70 cC	8.10 bG	8.60 bE	8.50 bF	10.40 dB	11.07 dA
50	10.20 bD	10.90 bC	8.01 bG	8.80 aE	8.60 aF	12.41 aA	12.10 bB
100	10.40 aD	11.31 aC	7.50 cG	8.90 aE	8.70 aF	12.21 bB	12.50 aA
200	9.30 cD	9.80 cC	7.00 dF	8.60 bE	8.60 aE	10.70 cB	11.70 cA

2.3 维生素浸种对甜玉米幼苗根冠比的影响

植物能够通过调整各器官的相对大小和分布

(如地上部、根系、根冠比)来适应外界资源供给的变化,并且这种调整最终决定了植物的生长发育过

程^[18-20]。本试验通过根冠比来反映不同维生素处理对甜玉米植株地下和地上部生物量相互关系的影响。由表 6 可知,甜玉米幼苗根冠比对不同质量浓度各维生素处理表现不同的生理效应。 V_{B_6} 抑制幼苗根冠比的提高,并随处理质量浓度的增加根冠比呈显著下降趋势,说明 V_{B_6} 对幼苗地下部生物量积累的抑制作用强于地上部; $V_{B_{12}}$ 和 V_M 处理组幼苗根冠比高于对照组,但差异未达到显著水平,说明两者对幼苗地下和地上部生物量积累的作用相似; V_{B_1} 和 V_{B_2} 50 和 100 mg/L 处理的根冠比显著高于对

照, V_{PP} 和 V_C 所有质量浓度处理的根冠比都显著高于对照,说明 V_{PP} 和 V_C 在供试质量浓度范围内对甜玉米地下部生物量积累的促进作用较地上部强烈; V_{B_1} 、 V_{B_2} 、 V_{PP} 和 V_C 处理的根冠比几乎均在其质量浓度为 100 mg/L 时达到最大值,之后随着质量浓度的进一步增加根冠比呈现下降趋势。同一质量浓度不同维生素处理根冠比差异显著性分析发现, V_C 处理组根冠比显著高于其他处理组,说明 V_C 处理对甜玉米幼苗地下部生物量积累的促进作用显著高于其他维生素处理, V_{PP} 作用次之。

表 4 维生素浸种对甜玉米幼苗地下部鲜质量的影响

Table 4 Effect of different vitamins on root weight of sweet corn seedling							g/株
维生素质量浓度/ (mg · L ⁻¹) Vitamin concentration	V_{B_1}	V_{B_2}	V_{B_6}	$V_{B_{12}}$	V_M	V_{PP}	V_C
0(CK)	0.700 c	0.700 c	0.700 a	0.700 b	0.700 b	0.700 c	0.700 d
10	0.787 bD	0.845 bC	0.670 aF	0.710 bE	0.720 abE	0.940 bB	0.990 cA
50	0.947 aD	1.013 aC	0.620 bF	0.730 aE	0.720 abE	1.160 aB	1.250 aA
100	1.000 aC	1.026 aC	0.587 bE	0.740 aD	0.730 aD	1.150 aB	1.290 aA
200	0.827 bD	0.867 bC	0.530 cF	0.720 abE	0.713 abE	0.950 bB	1.177 bA

表 5 维生素浸种对甜玉米幼苗地上部鲜质量的影响

Table 5 Effect of different vitamins on aboveground weight of sweet corn seedling							g/株
维生素质量浓度/ (mg · L ⁻¹) Vitamin concentration	V_{B_1}	V_{B_2}	V_{B_6}	$V_{B_{12}}$	V_M	V_{PP}	V_C
0(CK)	1.347 c	1.347 c	1.347 a	1.347 b	1.347 a	1.347 c	1.347 d
10	1.503 bB	1.547 bB	1.310 aD	1.350 bC	1.360 aC	1.640 bA	1.514 cB
50	1.647 aC	1.750 aB	1.267 bF	1.353 bD	1.370 aD	1.910 aA	1.705 aB
100	1.690 aC	1.780 aB	1.270 bE	1.373 bD	1.380 aD	1.887 aA	1.713 aB
200	1.520 bB	1.590 bB	1.210 bD	1.347 bC	1.357 aC	1.650 bA	1.677 bA

表 6 维生素浸种对甜玉米幼苗根冠比的影响

Table 6 Effect of different vitamins on root to shoot ratio of sweet corn seedling							
维生素质量浓度/ (mg · L ⁻¹)	根冠比 Root shoot ratio						
Vitamin concentration	V _{B₁}	V _{B₂}	V _{B₆}	V _{B₁₂}	V _M	V _{PP}	V _C
0(CK)	0.520 b	0.520 b	0.520 a	0.520 a	0.520 a	0.520 c	0.520 e
10	0.523 bD	0.547 abC	0.511 abD	0.526 aD	0.529 aD	0.573 bB	0.654 dA
50	0.575 aC	0.579 aC	0.490 bE	0.542 aD	0.526 aD	0.607 aB	0.733 bA
100	0.592 aC	0.577 aD	0.462 cF	0.539 aE	0.529 aE	0.610 aB	0.753 aA
200	0.544 bC	0.545 abC	0.438 cD	0.535 aC	0.526 aC	0.576 bB	0.702 cA

2.4 维生素浸种对甜玉米根系活力的影响

植物根系是活跃的吸收器官和合成器官,根系的生长情况和活力水平直接影响地上部的营养状况及产量水平,甚至植物个体的生命活动,因此根系活力是衡量植物生长状况的重要生理指标之一^[17]。观察萌发效应和幼苗生态指标,尤其是根冠比结果发现,各维生素处理组测定指标均在处理质量浓度为 50~100 mg/L 时达到最大值,说明该质量浓度处理的植株长势优于其他处理,因此试验选取 100 mg/L 质量浓度处理的甜玉米幼苗测定其根系活

力,结果如表 7 所示。由表 7 可见,同一质量浓度不同种类维生素处理对甜玉米幼苗根系活力的影响与处理后幼苗其他生态指标的变化结果相似, V_{B_6} 处理组根系活力比对照降低了 46.2%,显著抑制了根系生长($P<0.05$);其他维生素处理组甜玉米幼苗根系活力均显著高于对照,并且各处理间差异显著, V_{B_1} 、 V_{B_2} 、 $V_{B_{12}}$ 、 V_M 、 V_{PP} 和 V_C 处理分别比对照提高了 69.2%,76.9%,25.6%,15.4%,146.2% 和 184.9%。

表 7 维生素(100 mg/L)浸种对甜玉米根系活力的影响

Table 7 Effect of different vitamins (100 mg/L) on root activity of sweet corn seedling

维生素 Vitamin	根系活力/($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$) Root activity	维生素 Vitamin	根系活力/($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$) Root activity
CK	19.5 g	$\text{V}_{\text{B}_{12}}$	24.5 e
V_{B_1}	33.0 d	V_{M}	22.5 f
V_{B_2}	34.5 c	V_{PP}	48.0 b
V_{B_6}	10.5 h	V_{C}	55.0 a

2.5 V_{C} 浸种对甜玉米幼苗生理指标的影响

综合比较表 7 试验结果发现,100 mg/L V_{C} 浸种对促进甜玉米幼苗生长的效果最佳,处理后的甜玉米幼苗生理指标分析结果如表 8 所示。由表 8 可以看出,甜玉米种子经 100 mg/L V_{C} 浸种处理后,玉米幼苗的 SOD 活性较对照显著提高 17.69%,

POD 活性较对照提高 18.52%,MDA 含量较对照降低 17.01%。该结果表明,100 mg/L V_{C} 浸种能显著提高甜玉米幼苗自由基防御系统中 SOD 和 POD 的活性,增强幼苗抗氧化能力,降低幼苗细胞膜过氧化程度,为甜玉米幼苗健康生长创造了有利条件。

表 8 V_{C} (100 mg/L)浸种对甜玉米幼苗生理指标的影响

Table 8 Effect of vitamin C (100 mg/L) on physiological indexes of sweet corn seedling

处理 Treatment	SOD 活性/($\text{U} \cdot \text{g}^{-1}$) SOD activity	POD 活性/($\text{U} \cdot \text{g}^{-1}$) POD activity	MDA 含量/($\text{nmol} \cdot \text{g}^{-1}$) MDA content
CK	115.32 b	856.27 b	18.46 b
V_{C}	135.73 a	1014.81 a	15.32 a

3 结果与讨论

甜玉米与普通玉米的本质区别在于其本身携带的隐性突变抑制了胚乳淀粉的合成,并不同程度地增加了可溶性糖含量^[1-3]。Douglass 等^[21]对 3 种甜玉米碳水化合物构成和出苗的研究认为,种子淀粉含量与种子出苗成正相关,而糖分含量与种子出苗成负相关。另外,甜玉米本身的遗传因素直接导致种子干燥失水后皱缩,种皮在收获、加工和贮运过程中易破损,这样就导致储存过程中种子活力容易下降,在萌发时种子吸胀过快,膜系统修复困难。而且,甜玉米种子在萌发吸水过程中渗漏量较大,极易受到环境低温和病菌的感染而影响出苗,特别是在早春低温情况下更为严重,从而造成种子出苗率低,关于甜玉米的很多试验也证实其田间萌发率在 50%~80%^[4-5]。本试验所用甜玉米种子虽然已经储存了 19 个月,但还是在商品种子的质保期(2 年)内,其萌发率已经降到了 60%,说明甜玉米种子在储存过程中活力会快速下降,如果将甜玉米种子的质保期缩短为 1 年,则制种成本会成倍增加,也不利于推广应用,因此探索一些提高甜玉米种子(尤其是制种 1~2 年的甜玉米种子)田间出苗率的方法具有重要的实际意义。

为改进甜玉米的田间出苗率,前人已有许多研究。对于提高种子活力的技术大致可归为 3 类:(1)通过遗传育种方法产生高活力种子;(2)改进采收、

清洗及贮藏技术;(3)对种子加以处理,提高其活力或田间表现^[7]。其中种子处理方法是一种有效、简便的提高甜玉米种子活力和出苗率的方法,特别是在低温等不利条件下效果更佳,已成为甜玉米生产中重要的农艺措施之一。

在自然界中,任何动植物的生长发育都离不开各种维生素。在畜禽养殖业中将维生素作为饲料添加剂已是例行措施。对植物体而言,由于维生素都可由植物体自身合成,所以外源维生素能否作为植物生长调节剂来刺激植物的生长发育,一直颇具争议。但前人研究表明,外源维生素对高等植物生长发育具有显著影响,主要表现在作物增产显著^[22-24]、刺激形态形成^[25-26]及保护作用^[27-28]。近年来,国内外对于维生素的研究依然活跃,但多集中于维生素缺乏症及其在临床医学中的应用方面^[29-31],在农作物生产方面的应用研究较少。

本试验结果表明,甜玉米种子经不同种类各质量浓度维生素浸种处理后表现出不同的萌发效应和幼苗生长效应。在 7 种外源维生素中,结合考虑甜玉米种子萌发及培育壮苗的要求,用适宜质量浓度的 V_{C} 和 V_{PP} 浸种处理储存时间在 1 年以上的甜玉米种子,可以大幅度地提高甜玉米的萌发率和幼苗质量。本试验只是单独用 1 种外源维生素进行甜玉米种子浸种处理,不同种类外源维生素的协同效应如何,还有待进一步研究。

[参考文献]

- [1] 刘 鹏,胡昌浩,董树亭,等.甜质型与普通型玉米籽粒发育过程中糖组分比较研究[J].中国农业科学,2003,36(7):764-769.
Liu P, Hu C H, Dong S T, et al. Comparison of sugar components in the developing grains of sweet corn and normal corn [J]. Sci Agric Sin, 2003, 36(7):764-769. (in Chinese)
- [2] 刘 鹏,胡昌浩,董树亭,等.甜质型与普通型玉米籽粒发育过程中糖代谢相关酶活性的比较[J].中国农业科学,2005,38(1):52-58.
Liu P, Hu C H, Dong S T, et al. Comparison of enzymes activity associated with sucrose metabolism in the developing grains between sweet corn and normal corn [J]. Sci Agric Sin, 2005, 38(1):52-58. (in Chinese)
- [3] Rahman A, Wong K S, Jane J L, et al. Characterization of SU1 isoamylase, a determinant of storage starch structure in maize [J]. Plant Physi, 1998, 117(2):425-435.
- [4] 宋 亮,俞祥群,洪狄俊,等.植物生长调节物质浸种对甜玉米种子萌发及幼苗生长的影响[J].玉米科学,2007,15(1):92-95,99.
Song L, Yu X Q, Hong D J, et al. Effect of seedling growth and seed germination of sweet corn of plant growth regulators [J]. J Maize Sci, 2007, 15(1):92-95, 99. (in Chinese)
- [5] 王 芳,庞自学,王汉宇,等.水杨酸浸种对甜玉米种子萌发及生理特性的影响[J].玉米科学,2012,20(4):74-77.
Wang F, Pang Z X, Wang H N, et al. Effects of salicylic acid pretreatment on the seeds germination and physiological characteristics of sweet corn [J]. J Maize Sci, 2012, 20(4):74-77. (in Chinese)
- [6] 刘纪麟.玉米育种学[M].北京:中国农业出版社,2000:86-94.
Liu J L. Maize breeding [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2000:86-94. (in Chinese)
- [7] 王青峰,宫庆友,沈凌云,等.超甜玉米种子活力研究[J].种子,2007,26(6):4-7.
Wang Q F, Gong Q Y, Shen L Y, et al. Study of combining ability of seed vigor in super sweet corn [J]. Seed, 2007, 26(6):4-7. (in Chinese)
- [8] Scott E S, Laura U G, Maria M L, et al. Vitamin E is essential for seed longevity and for preventing lipid peroxidation during germination [J]. Am Soc Plant Biologists, 2004, 16:1419-1432.
- [9] 张百俊,李贞霞,陈碧华,等.维生素 C 对黄瓜幼苗质量及光合特性的影响[J].安徽农业科学,2005,33(4):612-613,685.
Zhang B J, Li Z X, Chen B H, et al. Effect of vitamin C on the quality and photosynthetic property of cucumber seedling [J]. J Anhui Agri Sci, 2005, 33(4):612-613, 685. (in Chinese)
- [10] 唐 瑞,吴 瑜.维生素对小麦生长及生理功能的调节作用研究进展[J].应用与环境生物学报,2006,12(6):869-873.
Tang R, Wu Y. Regulating effect of vitamin on growth and physiological function of wheat [J]. Chinese J Appl Environ Bio, 2006, 12(6):869-873. (in Chinese)
- [11] 王 珂,杨玉爱,袁可能.维生素(B₆, C, PP)对小麦生理特性及生长的影响[J].科技通报,1995(5):301-305.
Wang K, Yang Y A, Yuan K N. Effect of vitamin (B₆, C, PP) on the physiological property and growth of wheat [J]. Sci Tech Bulletin, 1995(5):301-305. (in Chinese)
- [12] 柯德森,孙谷畴,王爱国,等.抗坏血酸与种子萌发的关系[J].应用与环境生物学报,2003,9(5):497-500.
Ke D S, Sun G C, Wang A G, et al. Relationship between ascorbic acid and germination of seeds [J]. Chinese J Appl Environ Bio, 2003, 9(5):497-500. (in Chinese)
- [13] Parker C, Hitchcock A M, Ramaiah K V. The germination of striga species by crop root exudates techniques for selecting resistant crop cultivars [C]//Jakarta. Inproceedings of the 6th asian-pacific weed science society conference. Indiana Indonesia: Asian-Pacific Weed Science Society, 1977:67.
- [14] 汤绍虎,周启贵,孙 敏,等.外源 NO 对渗透胁迫下黄瓜种子萌发、幼苗生长和生理特性的影响[J].中国农业科学,2007,40(2):419-425.
Tang S H, Zhou Q G, Sun M, et al. Effects of exogenous nitric oxide on seed germination, seedling growth and physiological characteristics of cucumber under osmotic pressure [J]. Sci Agric Sin, 2007, 40(2):419-425. (in Chinese)
- [15] 汤海军,周建斌,侯 晨.不同生长调节物质浸种对玉米种子萌发生长及水分利用效率的影响[J].玉米科学,2005,13(4):77-80,88.
Tang H J, Zhou J B, Hou C. Effects of soaking of seeds with growth regulator substances on the germination and seedling growth and water use efficiency of maize [J]. J Maize Sci, 2005, 13(4):77-80, 88. (in Chinese)
- [16] 陈圆圆,郭水良,娄玉霞,等.大金发藓和小蛇苔化学他感作用的生物测定[J].植物研究,2009,29(1):108-112.
Chen Y Y, Guo S L, Lou Y X, et al. Bioassay on allelopathic effect of *Polytrichum commune* and *Conocephalum japonicum* [J]. Bulletin of Botanical Research, 2009, 29(1):108-112. (in Chinese)
- [17] 张志良,翟 伟.植物生理学实验指导[M].北京:高等教育出版社,2004:67-70.
Zhang Z L, Zhai W. The experimental guide for plant physiology [M]. Beijing: Higher Education Press, 2004:67-70. (in Chinese)
- [18] Agren G I, Franklin O. Root: Shoot ratios, optimization and nitrogen productivity [J]. Ann Bot, 2003, 96(6):795-800.
- [19] Bloom A J, Chapin F S, Mooney H A. Resource limitation in plants-an economic analogy [J]. Ann Rev Ecol Syst, 1985, 16:363-392.
- [20] Gedroc J J, McConnaughay K D M, Coleman J S. Plasticity in root/shoot partitioning: optimal, ontogenetic, or both [J]. Funct Ecol, 1996, 10(1):44-50.
- [21] Douglass S K, Juvik J A, Splittstoesser W E. Sweet corn seedling emergence and variation in kernel carbohydrate reserves [J]. Seed Sci Tech, 1993, 21(2):433-445.
- [22] 王凤宝,董立峰,张忠缓.叶酸对玉米增产作用及抗早衰效应的研究[J].中国农业科学,1997,30(6):66-71.
Wang F B, Dong L F, Zhang Z Y. Study of effects of folic acid

- on yield increase and early-senescence resistance in maize [J]. Sci Agric Sin, 1997, 30(6): 66-71. (in Chinese)
- [23] Brar Z S, Singh M. Effect of plant regulators on biomass and productivity of cotton *Gossypium hirsutum* [J]. Indian J Ecol, 1983, 10: 254-259.
- [24] Sahu M P, Solanki N S, Dashora L N. Effects of thiourea, thiamine and ascorbic on growth and yield of maize (*Zea mays* L.) [J]. J Agron Crop Sci, 1993, 171(1): 65-69.
- [25] Buchala A J, Schmid A. Vitamin D and its analogues as a new class of plant growth substances affecting rihzogenesis [J]. Nature, 1979, 10(280): 230-231.
- [26] Fujioka S, Yamaguchi I, Murofushi N, et al. Isolation and identification of nicotinic acid as a flower-inducing factor in Lemna [J]. Plant Cell Physiol, 1986, 27(1): 103-108.
- [27] Hakimi A M A A, Hamada A M. Counteraction of salinity stress on wheat plants by grain soaking in ascorbic acid, thiamin or sodium salicylate [J]. Biologia Plantum, 2001, 44(2): 253-261.
- [28] Varshney A R K, Varshney C K. Effects of SO₂ on ascorbic acid in crop plant [J]. Environ Pollut Series A: Ecol Biol, 1984, 35(4): 285-290.
- [29] Hu J, Liu Y F, Wu C F, et al. Long-term efficacy and safety of *all-trans* retinoic acid/arsenic trioxide-based therapy in newly diagnosed acute promyelocytic leukemia [J]. Pnas, 2009, 106(9): 3342-3347.
- [30] Lonn E, Yusuf S, Arnold M J, et al. Homocysteine lowering with folic acid and B vitamins in vascular disease [J]. New Eng J Med, 2006, 354(15): 1567-1577.
- [31] Wien T N, Pike E, Wisløff T, et al. Cancer risk with folic acid supplements; A systematic review and meta-analysis [J]. BM J Open, 2012, 2(1): e000653.

(上接第 47 页)

- [17] Zhang A, Jiang M, Zhang J, et al. Nitric oxide induced by hydrogen peroxide mediates abscisic acid-induced activation of the mitogen-activated protein kinase cascade involved in antioxidant defense in maize leaves [J]. New Phytologist, 2007, 175: 36-50.
- [18] 高俊凤. 植物生理学实验指导 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- Gao J F. The experimental guidance of plant physiology [M]. Beijing: Higher Education Press, 2006. (in Chinese)
- [19] Zhao S J, Xu C C, Zou Q, et al. Improvements of method for measurement of malondialdehyde in plant tissues [J]. Plant Physiology Communication, 1994, 30: 207-209. (in Chinese)
- [20] Farooq M, Wahid A, Kobayashi N, et al. Plant drought stress: Effects, mechanisms and management [J]. Agronomy for Sustainable Development, 2009, 29: 185-212.
- [21] Arasimowicz-Jelonek M, Floryszak-Wieczorek J, Kubis J. Interaction between polyamine and nitric oxide signaling in adaptive responses to drought in cucumber [J]. Journal of Plant Growth Regulation, 2009, 28: 177-186.
- [22] Tan J, Zhao H, Hong J, et al. Effects of exogenous nitric oxide on photosynthesis, antioxidant capacity and proline accumulation in wheat seedlings subjected to osmotic stress [J]. World J Agricul Sci, 2008, 4: 307-313.
- [23] Hancock J T, Neill S J, Wilson I D. Nitric oxide and ABA in the control of plant function [J]. Plant Science, 2011, 181: 555-559.
- [24] Graziano M, Lamattina L. Nitric oxide and iron in plants: An emerging and converging story [J]. Trends Plant Sci, 2005, 10: 4-8.