

文章编号: 1005-0906(2005)04-0077-04

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

汤海军, 周建斌, 侯 晨

(西北农林科技大学资源环境学院, 陕西 杨陵 712100)

摘 要: 通过室内培养试验、砂培试验和土培试验研究了不同生长调节物质浸种对玉米种子发芽、幼苗生长及水分利用效率的影响。室内培养试验和砂培试验表明, 低浓度矮壮素(2.5 g/kg 和 5.0 g/kg)和 6-BA(0.010 g/kg)处理提高了农大 108 的发芽率、发芽势和幼苗及根系干重, 高浓度处理则表现出明显的抑制作用。土培试验表明, 使用 CCC、6-BA 及其配合均不同程度提高了农大 108 和陕单 902 玉米叶片叶绿素 SPAD 值和光合作用速率, 促进了根系生长和干物质的累积。用生长调节物质浸种对玉米水分利用效率的影响与玉米品种及水分供应水平有关。且水分胁迫下的水分利用效率增幅明显高于正常水分下, 正常水分和水分胁迫下农大 108 的水分利用效率提高为 1.83% ~ 4.57% 和 2.31% ~ 7.51%, 陕单 902 分别为 2.84% ~ 12.80% 和 11.05% ~ 15.26%。

关键词: 生长调节物质; 玉米发芽; 幼苗生长; 干物质积累; 水分利用效率

中图分类号: S513.01; S482.8

文献标识码: A

Effects of Soaking of Seeds with Growth Regulator Substances on the Germination and Seedling Growth and Water Use Efficiency of Maize

TANG Hai-jun, ZHOU Jian-bin, HOU Chen

(Faculty of Resource & Environment Sciences, Northwest Sci-tech University of Agriculture and Forestry, Yangling 712100, China)

Abstract: Cultured experiment, sand cultured experiment and pot experiment were used to evaluate the effects of soaking of seeds with different growth regulator substances on the germination, seedling growth and water use efficiency of corn. The result showed that the germination ratio(GR), germination index(GI), dry matter weights of shoot and root of Nongda 108 were increased by soaking of seeds with low concentration of Chlormequat(CCC, 2.5 g/kg and 5.0 g/kg) and 6-BA (0.010 g/kg) in cultured experiment and sand cultured experiment; These parameters were obviously decreased when the concentration of CCC and 6-BA were high. In pot experiment, seeds treated with CCC, 6-BA, and 6-BA+CCC increased the SPAD value of chlorophyll in leaves and photosynthetic rate of maize cultivars of Nongda 108 and Shaandan 902; It also improved the growth of shoot and root. Water use efficiency of seeds soaking with different growth regulator substances was relative with maize cultivars and soil water content. The increase rate of water use efficiency in water stress was more obvious than its in normal water. In normal water and water stress, the increase rate of water use efficiency were 1.83% - 4.57% and 2.31% - 7.51%, Shaandan 902 were 2.84% - 12.80% and 11.05% - 15.26%.

Key words: Growth regulator substances; Germination of corn; Seedling growth; Accumulation of dry matter; Water use efficiency

收稿日期: 2004-11-30

基金项目: 国家自然科学基金项目(30230230)、国家 863 农业节水项目(2002AA6Z3031)

作者简介: 汤海军(1979-), 男, 湖南邵东人, 硕士研究生, 主要从事植物营养调控研究。 Tel: 0871-6995365

E-mail: thjxb7915@sohu.com

苗全苗壮是作物优质高产的基础, 而水分胁迫是干旱半干旱地区作物生产中经常面临的问题, 从而威胁着作物种子的萌发及幼苗的生长, 进而影响着作物的产量。一些研究表明, 利用生长调节物质浸(拌)种能促进苗早发、控旺促弱, 达到苗全苗壮的目的。同时利用生长调节物质对植物生长发育进行促进或

抑制,调控作物的生理生化过程,以达到高产、优质、高效的目的,也是提高作物抗旱性的有效途径。但目前对旱地栽培下作物化控技术的研究和应用尚难以满足生产的需要。迄今已有的研究主要集中在这些生长调控物质及养分对玉米幼苗生长的影响方面,其与玉米对水分利用的关系如何,不同品种间的反应有何等不同问题的研究尚少见报道。因此,有必要进一步比较有关生长调控物质及其配合对玉米出苗、幼苗生长、水分利用率的影响,及其与作物品种间的关系。为此,本研究进行了几种生长调节物质对玉米种子发芽及幼苗生长影响的试验,旨在为研制有效的玉米种子处理剂提供依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

室内培养试验和砂培试验供试玉米品种为农大 108,土培试验为农大 108 和陕单 902。供试土壤来自西北农林科技大学西农校区农作一站 0~20 cm 耕层的红油土,其基本理化性状为:pH 7.82,有机质含量 14.92 g/kg,全氮含量 0.77 g/kg,有效磷 12.06 mg/kg,速效钾 195.53 mg/kg, NH_4^+-N 4.45 mg/kg, NO_3^--N 35.53 mg/kg。

1.2 试验方法

1.2.1 室内培养试验

主要研究不同矮壮素 T_1 (CCC, 25 g/kg)和 6-苄基嘌呤(6-BA)浓度对玉米种子萌发及生长的影响。试验设 CK(清水对照)、 T_1 (CCC, 2.5 g/kg)、 T_2 (CCC, 5.0 g/kg)、 T_3 (CCC, 7.5 g/kg)、 T_4 (CCC, 10.0 g/kg)、 T_5 (6-BA, 0.010 g/kg)、 T_6 (6-BA, 0.020 g/kg)、 T_7 (6-BA, 0.050 g/kg)共 8 个处理。用 100 mL/L 的次氯酸钠消毒 10 min,再用各自的处理溶液浸种 12 h,挑选子粒大小相当的种子播于铺有 1 层滤纸的培养皿内(直径 9 cm),分别加入不同的处理液 2 mL,每个处理重复 5 次,每皿 10 粒,于 25℃培养箱内进行培养,发芽后在室温下进行培养,每天补充适量的蒸馏水,培养后第 2 d 开始记录发芽数(以芽长超过种子一半为发芽标准)。培养 10 d 后测定有关项目。

1.2.2 砂培试验

试验设计同室内培养试验。种子处理后,挑选子粒大小相当的种子等距离播于盛有已用蒸馏水清洗干净的河沙白瓷盘中。每个处理重复 5 次,每个重复播 8 粒,室温下进行培养,培养后第 2 d 开始记录发芽数(以出头为发芽标准),与室内培养同时进行培养及有关测定。

1.2.3 土培试验

(1)试验设计。研究因素包括生长调节物质、土壤水分和玉米品种。采用 3 因素完全方案设计:①生长调节物质为清水对照(CK)、A(6-BA, 0.015 g/kg)、B(CCC, 5.0 g/kg)、C(6-BA+CCC, 0.030 g/kg+10.0 g/kg),括号内为调节剂及其浓度。②土壤水分有正常供水,(即保持土壤质量含水量在 24%左右,用 N 表示)、中度干旱(保持土壤含水量在 18%左右,用 L 表示)。③玉米品种为农大 108 和陕单 902。共 16 个处理,每个处理重复 5 次。均以氮肥(尿素, N 0.20 g/kg 土)、磷肥(过磷酸钙, P_2O_5 0.15 g/kg 土)为底肥。

(2)培养方法。用小型米氏瓶进行盆栽试验,每盆装鲜土 1.5 kg(含水量 7.95%)。种子用各自的处理溶液浸种 12 h,每盆播 7 粒,播后第 4 d 开始记录发芽数(以出土为发芽标准)。播前全部浇水至土重的 24%,播后第 12 d 定苗为 5 株。出苗后(4 月 26 日)用称重法控制土壤水分,在监测土壤水分的变化时以 2 d 为间隔,低于理论值补水。试验在西北农林科技大学节水灌溉试验站温室进行,玉米生长期控制无自然降水。2004 年 4 月 18 日播种,6 月 1 日收获,测定植物地上部分和根系的鲜重、干重和株高等。

1.3 测定项目及方法

记录发芽数及天数,参照陶嘉龄介绍的方法计算发芽率和发芽指数。

发芽率(Germination ratio, GR) = $\sum G_t / T \times 100\%$

发芽指数(Germination index, GI) = $\sum (G_t / D_t)$

式中 G_t 为 t 日的发芽数, D_t 为相应的发芽天数, T 为种子总数。

幼苗的高度用直尺测定,幼苗生物量用烘干法测定。土培试验测定项目还有叶绿素采用 SPAD-502 测定,光合速率用 Li-6400 便携式光合仪测定。

2 结果与分析

2.1 生长调节物质浸种对玉米发芽的影响

发芽率(GR)和发芽势(GI)能够从不同侧面反映种子的发芽状况,其中 GR 是反映发芽数量的指标;GI 不仅反映发芽的数量,而且反映发芽的速度。试验结果(表 1)表明,室内培养试验和砂培试验中,使用矮壮素(2.5 g/kg 和 5.0 g/kg)和 6-BA(0.010 g/kg 和 0.020 g/kg)浸种均不同程度提高农大 108 的发芽率和发芽势,但高浓度的矮壮素和 6-BA 处理种子对种子萌发具有一定的抑制作用。土培试验中,使用生长调节物质浸种均不同程度提高两品种的发芽率和发芽势,农大 108 的发芽率和发芽势提高幅度分别为 1.44%~1.49%和 4.02%~6.76%,陕单 902 分

别为 2.04% ~ 5.34%和 5.31% ~ 15.22%。不同品种相比,品种间发芽率和发芽势存在明显差异,均是农大 108 明显高于陕单 902。

表 1 生长调节物质浸种对玉米发芽(出土)的影响

处 理	室内培养试验		砂培试验		处 理	土培试验			
	农大 108		农大 108			农大 108		陕单 902	
	GR	GI	GR	GI		GR	GI	GR	GI
CK	90.00	2.50	88.75	1.17	CK	95.72	5.47	90.86	4.14
T ₁	92.00	2.65	90.00	1.36	A	97.15	5.84	92.71	4.36
T ₂	94.00	2.69	88.75	1.25	B	97.10	5.69	95.71	4.77
T ₃	88.00	2.40	83.75	1.07	C	97.14	5.73	92.72	4.69
T ₄	82.00	2.07	82.50	0.95					
T ₅	92.00	2.67	90.00	1.41					
T ₆	94.00	2.70	88.75	1.36					
T ₇	88.00	2.36	82.50	1.10					

2.2 不同生长调节物质浸种对玉米幼苗株高的影响

由表 2 可以看出,不论室内培养试验还是砂培试验,矮壮素浸种对玉米表现出了明显的矮化作用,且浓度越高,抑制作用越明显。试验中发现,6-BA 处理后,室内培养试验进行到第 7 d 时出现轻度萎蔫现象,而砂培试验并未发现这种现象,可见培养介质会影响到 6-BA 的效果,因此室内培养试验中 6-BA 株高的结论有待于进一步证实。

土培试验(表 2)表明,水分供应状况是影响玉米

株高的关键因素,两品种的株高均是正常水分高于水分胁迫。正常水分或水分胁迫下,各个处理的幼苗株高均较对照有所降低。其中,正常水分条件下农大 108 的株高降低顺序为 6-BA+CCC<CCC<6-BA<CK,水分胁迫下为 CCC<6-BA+CCC<6-BA<CK;正常水分下陕单 902 株高降低顺序为 CCC<6-BA+CCC<6-BA<CK,水分胁迫下为 6-BA+CCC<CCC<6-BA<CK。由此可见,CCC 表现出了明显的抑制植株生长的现象,有利于培育壮苗。

表 2 生长调节物质浸种对玉米幼苗株高的影响

处 理	室内培养试验		处 理	土培试验	
	农大 108	农大 108		农大 108	陕单 902
CK	10.20	13.50	NCK	56.70	62.03
T ₁	9.70	13.23	NA	54.53	60.94
T ₂	8.78	13.08	NB	52.54	59.16
T ₃	8.73	12.78	NC	50.25	60.39
T ₄	8.30	12.68	LCK	44.89	50.00
T ₅	6.03	13.16	LA	44.38	45.28
T ₆	5.58	13.71	LB	43.82	42.89
T ₇	5.16	8.97	LC	44.00	40.91

2.3 生长调节物质浸种对玉米叶片叶绿素 SPAD 及光合作用的影响

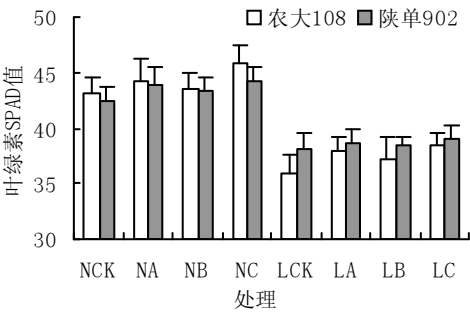


图 1 玉米幼苗不同处理叶绿素含量相对值(SPAD 值)

从图 1 可以看出,水分胁迫明显降低了玉米幼苗叶绿素 SPAD 值。但无论水分供应水平如何,使用生长调节物质浸种均提高了两品种玉米幼苗叶片叶绿素 SPAD 值,在水分胁迫条件下效果更为明显。正常水分或水分胁迫下,两品种叶绿素 SPAD 值变化

趋势均是 C(6-BA+CCC)>A(6-BA)>B(CCC)>CK。不同品种相比,正常水分条件下农大 108 叶片叶绿素 SPAD 值高于陕单 902,而水分胁迫下则反之,可能是品种对水分的敏感性不同。

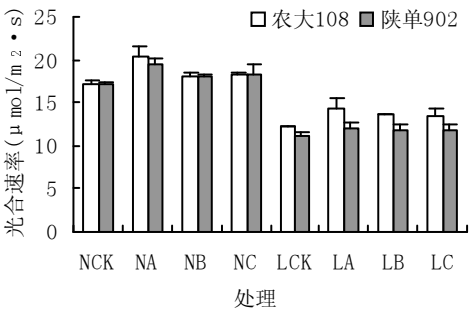


图 2 不同处理对光合作用的影响

从图 2 可以看出,采用植物生长调节物质浸种增加了两玉米品种的光合速率,在正常水分或水分胁迫下,两品种均是 6-BA 处理后其叶片光合速率

最高。不同品种相比,不论在正常水分还是水分胁迫条件下,均是农大 108 高于陕单 902。叶绿素和叶绿体结构是最易受到胁迫伤害的器官,植物生长物质浸种后表现出对干旱伤害的减缓作用,可能是通过保护叶绿体膜系统的正常结构和功能,从而使植株在水分胁迫下保持了较高的光合强度,因此有利于干物质的累积。

2.4 生长调节物质浸种对玉米根系生长的影响

从室内培养试验和砂培试验结果(表 3)可以看出,低浓度矮壮素和 6-BA 浸种能促进根系生长,且均是矮壮素为 5.0 g/kg 时根系干重最重,较对照差异达显著水平;但 6-BA 在两试验结论不一致,室内培养试验中 6-BA 浓度为 0.010 g/kg 时根系干重最重,而砂培试验中则是 0.020 g/kg 时最重,较对照差异均达显著水平。从矮壮素和 6-BA 比较来看,用矮壮素(5.0 g/kg)浸种根系干重明显高于 6-BA(0.010 和 0.020 g/kg)的干重,且砂培试验中二者的差异达

显著水平。虽然二者在低浓度均能促进玉米根系的生长,但本研究表明矮壮素促进根系生长作用较 6-BA 更为明显。

一般认为,水分状况对植物的生长,特别是对根系的生长有很大的影响。土培试验结果表明,水分胁迫下两品种根系干重明显小于正常水分下其干重。不论正常水分还是水分胁迫条件下,不同生长调节物质浸种均可促进根系生长,其干重明显增加。方差分析表明,各处理根系干重的增幅较各自的对照差异达显著水平(除陕单 902 正常水分下用 6-BA 处理根系干重增幅未达显著水平外)。两品种比较来看,不论正常水分还是水分胁迫条件下,农大 108 用矮壮素浸种根系干重最重,而陕单 902 则是 CCC+6-BA 处理根系干重最重。表明生长调节物质与品种对根系生长的影响存在交互作用。

2.5 生长调节物质浸种对玉米幼苗干物质累积的影响

表 3 不同生长调节物质浸种对玉米根系的影响 mg/株

处 理	室内培养试验				砂培试验			
	冠干重		根干重		冠干重		根干重	
CK	24.67	d	35.20	d	38.00	f	72.86	f
T ₁	28.82	a	41.29	bc	39.68	e	77.14	d
T ₂	26.25	c	44.44	a	44.38	b	94.83	a
T ₃	25.95	c	40.35	c	40.71	d	88.13	b
T ₄	24.30	d	36.25	d	34.00	g	58.75	g
T ₅	26.07	c	41.69	b	42.62	c	81.07	c
T ₆	27.28	b	36.08	d	47.86	a	75.24	e
T ₇	22.85	e	30.78	e	38.33	f	51.39	h

处 理	土培试验							
	农大 108				陕单 902			
	冠干重(g/盆)	根干重(g/盆)	耗水量(mL)	WUE(mg/g)	冠干重(g/盆)	根干重(g/盆)	耗水量(mL)	WUE(mg/g)
NCK	5.32 b	2.75 c	2 430.8	2.19 b	4.93 d	2.46 b	2 332.6	2.11 b
NA	5.43 a	2.89 b	2 370.8	2.29 a	5.08 c	2.52 ab	2 337.7	2.17 b
NB	5.38 ab	3.06 a	2 403.0	2.24 ab	5.51 b	2.55 a	2 394.6	2.30 a
NC	5.36 ab	2.94 b	2 404.2	2.23 ab	5.67 a	2.58 a	2 381.4	2.38 a
LCK	3.24 C	2.65 C	1 876.6	1.73 B	3.36 B	2.26 C	1 767.0	1.90 B
LA	3.59 A	2.83 B	1 932.2	1.86 A	3.58 A	2.36 B	1 669.0	2.14 A
LB	3.38 B	2.99 A	1 913.0	1.77 B	3.49 A	2.44 B	1 653.0	2.11 A
LC	3.39 B	2.80 B	1 886.2	1.80 AB	3.55 A	2.55 A	1 622.6	2.19 A

注:相同的字母代表处理间差异没有达到 0.05 的显著水平。

从表 3 可以看出,室内培养试验和砂培试验中,低浓度矮壮素和 6-BA 均使玉米幼苗干重有所提高,提高幅度较对照差异均达显著水平,而高浓度明显抑制玉米幼苗的生长。土培试验表明,不同土壤水分条件下,使用生长调剂物质浸种均使两品种地上部分干重增加。正常水分下,农大 108 干重增幅为 0.75%~2.07%,仅 6-BA 处理的干重增幅与对照差异达显著水平,陕单 902 增幅为 3.04%~15.01%,增幅与对照差异均达显著水平;水分胁迫下,农大 108 和陕单 902 增幅分别为 4.32%~10.80%和 3.87%~6.55%,与对照差异均达显著水平。但生长调节物质

对两品种幼苗干重影响不一致,水分胁迫下两品种均是 6-BA 处理幼苗干重最重,而正常水分条件下,农大 108 以 6-BA 处理的干物质最重,陕单 902 以 6-BA+CCC 处理的干物质累积最多。

2.6 生长调节物质浸种对玉米水分利用效率的影响

从试验结果看(表 3),正常水分条件下,农大 108 使用生长调节物质浸种降低了玉米培养期间的耗水量,水分胁迫下,生长调节物质浸种较对照则不同程度增加了玉米的耗水量;而陕单 902 则相反,可能是两品种对水分的敏感性不一致。

水分利用效率(WUE)指以某一生育(下转第 88 页)

(上接第 80 页)阶段内,干物质净增加量(ΔDW)与同期耗水量(ΔET)之比,即 $WUE = \Delta DW / \Delta ET$ 。正常水分或水分胁迫下,使用生长调节物质均不同程度提高了两品种的水分利用效率,且水分胁迫条件下提高幅度明显高于正常水分的效果。正常水分下农大 108 经 6-BA、CCC、6-BA+CCC 处理后水分利用效率较对照提高幅度分别为 4.57%、2.28%和 1.83%, 陕单 902 分别为 2.84%、9.00%和 12.80%;而水分胁迫下农大 108 提高幅度分别为 7.51%、2.31%和 4.05%, 陕单 902 分别为 12.63%、11.05%和 15.26%,且两品种在此水分条件下水分利用效率增幅与各自对照差异均达显著水平。同样,品种间也存在差异,不论正常水分还是水分胁迫条件下,农大 108 均是 6-BA 处理后水分利用效率最高,而陕单 902 则是 6-BA+CCC 处理后水分利用效率最高。

3 结 论

(1)利用低浓度矮壮素和 6-BA 可提高玉米种子的发芽率和发芽势,而高浓度则抑制种子的萌发。但玉米种子对矮壮素和 6-BA 浓度范围的敏感性不一致,对矮壮素浓度范围较广(≤ 5.0 g/kg),而对 6-BA 敏感范围较窄(≤ 0.020 g/kg)。

(2)不同土壤水分条件下,使用生长调节物质 CCC、6-BA 及其配合均不同程度提高了玉米叶片叶绿素 SPAD 值和光合作用速率,以及促进根系和地上部分的生长,水分胁迫下增幅更为明显。生长调节

物质浸种对玉米水分利用效率的影响与玉米品种及水分供应水平有关。水分胁迫下水分利用效率增幅明显高于正常水分下,正常水分和水分胁迫下农大 108 的水分利用效率提高为 1.83% ~ 4.57% 和 2.31% ~ 7.51%,陕单 902 分别为 2.84% ~ 12.80%和 11.05% ~ 15.26%。

参考文献:

- [1] 邓西平. 提高植物在干旱条件下成苗途径的研究进展[J]. 干旱地区农业研究, 1990, 26(1): 90-98.
- [2] Klein J D, Mufradi I, Cohen S, et al. Establishment of wheat seedling after early sowing and germination in an arid Mediterranean environment[J]. Agronomy Journal, 2002, 94: 585-593.
- [3] 郭 强,赵久然,陈国平,等. 植物生长调节剂对玉米出苗和生长发育的影响[J]. 北京农业科学, 1999, 17(3): 18-21.
- [4] 刘党校,董彦卿. 化控调节剂浸种对春玉米增抗效应的研究[J]. 玉米科学, 1996, 4(1): 66-70.
- [5] 张美善,徐克章. S3307 浸种对玉米幼苗生长及抗逆性的影响[J]. 玉米科学, 2003, 11(4): 72-73.
- [6] 赵伯善,李昌纬,华天懋,等. MET 玉米浸种剂的增产效果研究[J]. 西北农业大学学报, 1988, 16(2): 55-59.
- [7] Parker L W. Proceedings of the plant growth regulator society of America annual meeting[J]. Planta, 1989, 16: 156-161.
- [8] 董永华,史吉平,李广敏,等. 外施 6-BA 和 ABA 提高玉米幼苗抗旱能力的作用及效果[J]. 西北植物学报, 1998, 18(2): 202-206.
- [9] Basra A S. Plant growth regulators in agriculture and horticulture[M]. Food Products Press, New York, 2000.
- [10] Blum A. Crop response to drought and the interpretation of adaption [J]. Plant Growth Regul, 1996, 20: 135-148.
- [11] 陶嘉龄. 种子活力[M]. 北京: 北京科学出版社, 1991.
- [12] 李凤英,黄占斌,山 仑. 夏玉米水分利用效率的时空变化规律研究[J]. 西北植物学报, 2000, 20(6): 1010-1015.