

不同化控调节剂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, 郑险峰
(西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西 杨凌 712100)

[摘 要] 通过室内培养试验和土培试验, 研究了不同化控调节剂(赤霉素(GA), ZnSO₄, 矮壮素(CCC))浸种对玉米种子发芽、幼苗生长及水分利用效率的影响。结果表明, 化控调节剂浸种可不同程度提高农大 108 和陕单 902 两个玉米品种的发芽率、发芽势和幼苗的干物重, 其中不同品种的反应存在明显差异。室内培养试验中, 农大 108 和陕单 902 幼苗干物重的提高幅度分别为 5.02 % ~ 40.83 % 和 0.15 % ~ 33.14 %; 不同化控调节剂的作用效果不同, 其中 GA 有利于玉米幼苗高度的增加, 而硫酸锌和 CCC 有利于玉米幼苗茎粗的增长。土培试验中, 农大 108 地上部分生物量增加幅度为 3.99 % ~ 19.66 %。与对照相比, 农大 108 水分利用效率的提高幅度为 3.68 % ~ 19.47 %, 陕单 902 水分利用效率的提高幅度为 0.17.12 %。

[关键词] 化控调节剂; 浸种; 玉米发芽; 干物质积累; 水分利用效率

[中图分类号] S351.1; S513 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-9387(2004)12-0008-05

促进作物早发, 协调作物各器官的生长发育关系, 是实现作物高产优质、提高作物对养分和水分利用效率的主要手段^[1]。利用化控调节剂处理种子, 可以促进或抑制植物的生长发育, 使生长发育发生质的变化^[2]。20 世纪 80 年代以来, 化控调节技术的研究和其在农业生产中的应用有了长足的发展, 现已成为我国高产高效农业的主要技术之一。

玉米是使用化控调节剂较多的作物品种之一。一些研究^[3~6]发现, 采用化学调控物质如赤霉素(GA)、6-苄基氨基嘌呤(6-BA)处理种子, 可以打破种子休眠, 促进发育、发根, 培育壮苗, 提高幼苗的抗逆性。但在实际生产中也发现, 采用化控调节剂处理玉米, 有时并未表现出明显效果^[7~10], 这反映出了化控调节物质作用效果的复杂性。另外, 玉米是对锌比较敏感的作物, 采用硫酸锌处理种子被认为

是促进玉米生长发育的有效措施之一^[11]。迄今已有的研究主要集中在化学调控物质及养分对玉米幼苗生长的影响方面, 有关其与玉米对水分利用的关系如何, 不同品种间的反应有何不同等问题的研究, 尚少见报道。因此, 有必要进一步比较有关化学调控物质及其与营养元素配合对玉米出苗、幼苗生长、水分利用率的影响及其与作物品种间的关系, 以期适当使用化学调控物质促进玉米生长发育提供依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试玉米品种为农大 108 和陕单 902, 供试土壤采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, 其基本理化性状见表 1。

表 1 供试土壤的基本理化性质

Table 1 The physical-chemical properties of soil samples

项目 Item	pH	有机质/ (g · kg ⁻¹) O. M.	全 N/ (g · kg ⁻¹) Total N	NH ₄ ⁺ -N/ (g · kg ⁻¹)	NO ₃ ⁻ -N/ (g · kg ⁻¹)	有效磷/ (g · kg ⁻¹) Avail P	速效钾/ (g · kg ⁻¹) Avail K
测定值 Determined value	7.84	11.5	0.95	27.33	62.18	52.5	223.1

1.2 试验方法

本研究采用室内培养试验和土培试验。

1.2.1 室内培养试验 试验设 CK, GA (T1: 赤霉素 0.05 g/kg)、CCC (T2: CCC 2.5 g/kg)、ZnSO₄

^{*} [收稿日期] 2003-11-05
[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, 在读硕士, 主要从事植物营养调控研究。

(T3:ZnSO₄ 1.0 g/ kg)、GA + CCC(T4:GA 0.1 g/ kg + CCC 5.0 g/ kg)、GA + ZnSO₄(T5:GA 0.1 g/ kg + ZnSO₄ 2.0 g/ kg)、CCC + ZnSO₄(T6:CCC 5.0 g/ kg + ZnSO₄ 2.0 g/ kg)、GA + CCC + ZnSO₄(T7:GA 0.15 g/ kg + CCC 7.5 g/ kg + ZnSO₄ 3.0 g/ kg) 共 8 个处理(括号内为代号及其浓度)。各品种用 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^[12~15],挑选籽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 3 次,每皿 10 粒,于 25 培养箱内进行萌发,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 天开始记录发芽数(以芽长超过种子 1 半为发芽标准)。培养 10 d 后测定各项目。

1.2.2 土培试验 试验设计同室内培养试验。试验在西北林科技大学节水灌溉试验站进行,盆钵为小型米氏盆,每盆装鲜土 1.5 kg(含水量为 87 g/ kg),以氮肥(含尿素 0.43 g/ kg)、磷肥(过磷酸钙 0.94 g/ kg)作基肥,播种时 1 次施入。种子用 100 mL/L 的次氯酸钠消毒 10 min,再分别用处理溶液浸种 12 h^[12~15]后点播,每盆播 7 粒,播后第 3 天开始记录发芽数(以出土为发芽标准),播后第 11 天定苗为 5 株。播种时按 270 g/ kg 的土壤含水量标准灌水 252 mL,以后每隔一段时间浇水 200 mL,共灌水 1 852 mL。于 2003-05-20 播种,06-07 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^[16]

计算发芽率、发芽指数,即

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 为培养 t 日后的发芽数; D_t 为相应的发芽天数; T 为种子总数。

幼苗的高度及直径分别用直尺和游标卡尺测定,幼苗生物量用烘干法测定。土培试验中,用 SPAD-502 型叶绿素仪测定叶片叶绿素含量,用烘干法测定地下部分生物量。

2 结果与分析

2.1 不同化控调节剂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 2)表明,用不同化控调节剂浸种,可不同程度提高农大 108 的发芽率,室内培养试验提高幅度为 8.00 % ~ 20.00 %,土培试验的发芽率低于室内培养试验,最高为 10.52 %。陕单 902 发芽率的表现并不稳定,室内培养试验中各处理的发芽率均有一定程度提高,土培试验中除 CCC, ZnSO₄, GA + CCC 和 CCC + ZnSO₄ 处理与对照持平外,其余处理均有所降低。对两种品种的 GI 而言,陕单 902 均高于对照,且陕单 902 高于农大 108。可见,玉米发芽程度对化控调节剂浸种的敏感性在不同品种间存在明显差异。

表 2 不同化控调节剂浸种对玉米发芽(出苗)的影响

Table 2 Effects of soaking of seeds with different chemical regulators on the germination of maize

处理 Treat- ment	室内培养试验 Cultured experiment						土培试验 Pot experiment					
	农大 108 Nongda 108		陕单 902 Shaandan 902		总计 Total		农大 108 Nongda 108		陕单 902 Shaandan 902		总计 Total	
	GR	GI	GR	GI	ΣGR	ΣGI	GR	GI	GR	GI	ΣGR	ΣGI
CK	83.33	2.78	90.00	3.53	173.33	6.31	90.48	1.71	100.00	1.82	190.48	3.53
T1	100.00	3.67	93.33	3.89	193.33	7.56	100.00	1.88	95.24	2.01	195.24	3.89
T2	100.00	3.42	100.00	3.73	200.00	7.15	95.24	1.67	100.00	1.90	195.24	3.57
T3	90.00	3.17	100.00	3.28	190.00	6.45	100.00	1.65	100.00	2.03	200.00	3.68
T4	96.67	3.61	96.67	4.31	193.34	7.92	95.24	1.96	100.00	2.11	195.24	4.07
T5	100.00	3.50	96.67	3.72	196.67	7.22	100.00	2.04	95.24	2.15	195.24	4.19
T6	93.33	3.28	100.00	3.50	193.33	6.78	95.24	1.86	100.00	2.03	195.24	3.89
T7	96.67	3.33	93.33	3.36	190.00	6.69	90.48	1.73	95.24	1.89	185.72	3.62

注:表中数据为 3 次重复的平均值(下同)。

Note :Data in the table were average of 3 replications (It's the same for the following tables).

比较 ΣGR , ΣGI 可以发现,除土培试验中 GA + CCC + $ZnSO_4$ 处理的 ΣGR 较对照有所降低外,其余处理均有不同程度的提高。室内培养试验中, ΣGR , ΣGI 提高幅度分别为 9.62 % ~ 15.39 %和 2.22 % ~ 25.52 %,而土培试验中,二者的提高幅度分别为 2.50 % ~ 5.00 %和 1.13 % ~ 18.70 %。不同化控调节剂浸种能提高玉米的发芽率,不仅可以在发芽数量上表现出来,同样也可在发芽的速度上有所体现。

2.2 不同化控调节剂浸种对玉米幼苗形态的影响

从表 3 可以看出,室内培养试验中,用 GA 浸种或用加有 GA 的混和液浸种,可显著提高农大 108 的株高,而对陕单 902 的所有处理均能使其株高增加,其中 GA 和 GA + $ZnSO_4$ 处理后差异达显著水平,但玉米的直径较对照有所降低,这与 GA 类物质

能显著促进植株细胞的伸长作用有关^[17]。用 $ZnSO_4$ 浸种后,两个玉米品种幼苗的直径均最大,说明硫酸锌能促使玉米幼苗健壮生长。用 CCC, $ZnSO_4$ 及其混合浸种,农大 108 品种的株高较对照有所降低,而陕单 902 效果不明显。

土培试验中,用化控调节剂浸种均能使两玉米品种的株高较对照有所增加,其中农大 108 增加幅度为 4.94 % ~ 9.40 %,陕单 902 增加幅度为 0.56 % ~ 9.96 %。值得注意的是,采用 CCC 浸种非但未降低两玉米品种的株高,反而有增加株高的趋势。用 GA 浸种使两玉米品种直径较对照低外,其他含有 GA 的调节剂浸种均可使植株直径变化与室内培养试验有所不同;另外,玉米株高增加的幅度明显低于室内培养试验,这可能与土培试验和室内培养试验条件的差异有关。

表 3 不同化控调节剂浸种对玉米幼苗直径、株高的影响

Table 3 Effects of soaking of seeds with different chemical regulators on the diameter and height of maize

处理 Treatment	室内培养试验 Cultured experiment				土培试验 Pot experiment			
	农大 108 Nongda 108		陕单 902 Shaandan 902		农大 108 Nongda 108		陕单 902 Shaandan 902	
	直径/mm Diameter	株高/cm Height	直径/mm Diameter	株高/cm Height	直径/mm Diameter	株高/cm Height	直径/mm Diameter	株高/cm Height
CK	2.57	4.25 b	2.60	3.89 cd	6.13	44.13 a	6.59	46.39 b
T1	2.38	7.59 a	2.54	6.49 a	6.07	46.31 a	6.56	49.97 ab
T2	2.84	4.07 b	2.76	4.32 cd	6.24	47.50 a	6.99	51.01 a
T3	2.97	3.79 b	2.89	4.56 cd	6.17	46.93 a	7.05	50.31 ab
T4	2.54	8.76 a	2.44	3.97 cd	6.22	47.15 a	6.45	47.55 ab
T5	2.56	7.06 a	2.60	5.51 b	6.25	48.28 a	6.83	48.63 ab
T6	2.93	4.18 b	2.79	3.69 d	6.45	47.35 a	6.30	46.65 ab
T7	2.55	7.44 a	2.52	4.78 bc	6.08	46.45 a	6.71	47.58 ab

注:表中植株直径和株高的数据为每个培养器皿所有植株测定结果的平均值;数值后相同字母者表示处理间差异未达到 0.05 的显著水平(下表同)。

Note :Data of diameter and height of plant in the table were the average of all plant in each incubation dish ;Same letter in each column indicates no significant difference at 0.05 level(It 's the same for the following tables).

另外,值得注意的问题是,室内培养试验和土培试验中不同品种的株高和茎粗的反应不同。室内培养试验中,农大 108 的反应明显高于陕单 902,土培试验中陕单 902 的表现好于农大 108,这一方面反应了不同玉米品种对化控调节剂的敏感性不同,另外也反应了培养介质对化控调节剂作用效果的影响。

2.3 浸种对玉米幼苗叶绿素含量的影响

叶绿素是植物吸收太阳光能并进行光合作用的重要物质,主要包括叶绿素 a、叶绿素 b 等,叶绿素含量的多少直接影响光合作用的强弱,进而影响干物质的累积。从叶绿素测定结果可以看出(图 1),

品种之间叶绿素含量差异比较明显,陕单 902 的叶绿素含量明显高于农大 108。与对照相比,各处理均不同程度地提高了玉米叶绿素含量,农大 108 提高幅度为 0.62 % ~ 7.54 %,陕单 902 为 0.49 % ~ 4.35 %。从单独溶液浸种看,两品种叶绿素含量的变化趋势都是 $ZnSO_4 > CCC > GA > CK$,两品种均是 GA + CCC 浸种处理后的叶绿素含量最低。混合液处理后,两品种的叶绿素含量变化趋势不一致,其深层原因还有待于进一步研究。

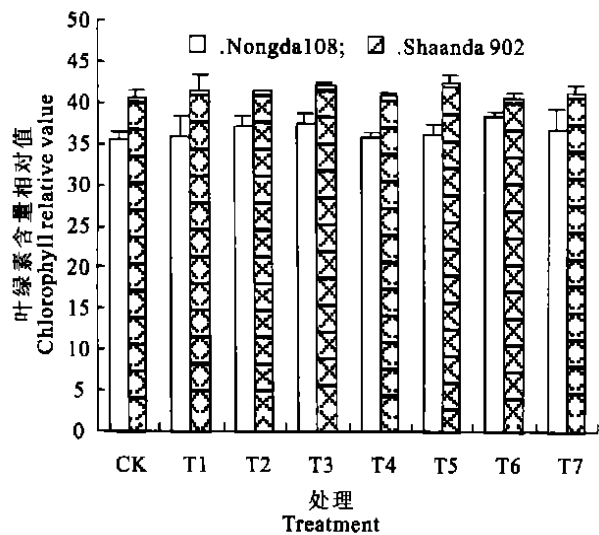


图 1 苗期不同处理叶绿素含量的相对值 (SPAD 值)

Fig. 1 The relative value of chlorophyll (SPAD) in different treatments of maize seedling

2.4 浸种对玉米幼苗干物质的影响

作物生物学产量是各种因素综合作用的结果,在其他条件一致的情况下,生物学产量的高低可以

反映出处理的效应。从室内培养试验结果(表 4)看,不同化控调节剂处理均可不同程度地提高玉米幼苗的干重,农大 108 幼苗干重的增加幅度为 5.02 % ~ 40.83 %,其中 GA, ZnSO₄, GA + CCC 和 GA + CCC + ZnSO₄ 处理后,农大 108 品种幼苗干重较对照增加的幅度达显著水平,GA + CCC + ZnSO₄ 处理与对照的差异达极显著水平;陕单 902 幼苗干重的增加幅度为 0.15 % ~ 33.14 %,GA, CCC 和 GA + ZnSO₄ 处理后,陕单 902 幼苗的干重与对照的增加幅度相较亦达显著水平,GA 和 GA + ZnSO₄ 处理与对照的差异达极显著。

土培试验结果(表 4)与室内培养试验有所不同,不同化控调节剂处理虽可使农大 108 品种的地上部分生物量较对照有所增加(幅度为 3.99 % ~ 19.66 %),但差异均未达显著水平;GA + ZnSO₄ 处理后,陕单 902 的干重与对照持平,而 GA 和 CCC 处理使陕单 902 的干重较对照显著增加。总而言之,用化控调节剂浸种能不同程度地增加两玉米品种幼苗或地上部分的生物量。

表 4 不同化控调节剂浸种对玉米幼苗干物质及水分利用效率的影响

Table 4 Effects of soaking of seeds with different chemical regulators on the dry matter and water use efficiency of maize

处理 Treatment	室内培养试验 Cultured experiment					土培试验 Pot experiment				
	农大 108 幼苗干重/ (mg 株 ⁻¹) Shoot dry weight of Nongda 108	陕单 902 幼苗干重/ (mg 株 ⁻¹) Shoot dry weight of Shaandan 902	农大 108 Nongda 108			陕单 902 Shaandan 902				
			地上部干重/ (g 盆 ⁻¹) Shoot dry weight	根干重/ (g 盆 ⁻¹) Root dry weight	根冠比 Ratio of root/ shoot	WUE/ (mg · mL ⁻¹)	地上部干重/ (g 盆 ⁻¹) Shoot dry weight	根干重/ (g 盆 ⁻¹) Root dry weight	根冠比 Ratio of root/ shoot	WUE/ (mg · mL ⁻¹)
CK	17.93 d	19.43 b	3.51 a	2.57 a	0.73	1.90	4.12 b	2.38 ab	0.58	2.22
T1	22.62 abc	25.22 a	3.71 a	2.13 a	0.57	2.00	4.38 ab	2.06 cd	0.47	2.37
T2	18.83 cd	22.83 ab	4.08 a	2.45 a	0.60	2.20	4.82 a	2.29 bc	0.48	2.60
T3	19.33 bcd	23.97 a	3.84 a	2.42 a	0.63	2.07	4.61 ab	2.28 bcd	0.49	2.49
T4	22.15 abc	19.46 b	3.86 a	2.39 a	0.62	2.08	4.25 b	1.98 d	0.47	2.29
T5	23.30 ab	25.87 a	4.20 a	2.46 a	0.59	2.27	4.46 ab	2.51 ab	0.56	2.41
T6	21.26 abcd	20.09 b	4.17 a	2.30 a	0.55	2.25	4.12 b	2.47 ab	0.60	2.22
T7	25.25 a	22.43 ab	3.65 a	2.44 a	0.67	1.97	4.24 b	2.60 a	0.61	2.29

根系干物质重量是衡量根系发达程度的主要指标。从试验结果(表 4)看,农大 108 各处理的根系干重差异不显著,GA + CCC + ZnSO₄ 处理有增加陕单 902 根系干重的趋势,而 GA 和 GA + CCC 处理却使陕单 902 根系干重降低。根冠比反映了同化物分配到根的比例,其既受遗传决定,又有明显的种间及品种间差异,还受环境条件的影响^[18]。从表 4 可以看出,用化控调节剂浸种影响了同化物向根系的分配,除 CCC + ZnSO₄, GA + CCC + ZnSO₄ 处理的陕单 902 根冠比大于对照外,其余处理的根冠比均

较对照小,这可能与浸种促进了地上部分干物质累积有关。

2.5 浸种对玉米水分利用效率的影响

水分利用效率(WUE)指以某一生育阶段内,干物质净增加量(ΔDW)与同期耗水量(ΔET)之比^[19]。本次试验结果(表 4)表明,利用化控调节剂浸种提高了两玉米品种的水分利用效率,且陕单 902 的水分利用效率高于农大 108。相对于对照而言,各处理中农大 108 的水分利用效率提高幅度为 3.68 % ~ 19.47 %,陕单 902 的提高幅度为 0 ~ 17.12 %。

3 讨 论

不同化学调控物质的作用不同,本研究中采用的 GA 属植物生长促进类激素,而 CCC 为抑制生长的调节物质。本次室内培养试验结果表明,采用 GA 处理种子,具有明显增加幼苗株高的效果;而 CCC 浸种对玉米的苗高未表现出明显的抑制作用;GA 与 CCC 或硫酸锌配合,玉米幼苗的株高也高于对照,显示出了 GA 对玉米幼苗株高增长的主导作用。CCC 浸种对玉米的苗高未表现出明显的抑制作用,其原因尚待研究。试验中还观察到,虽然 GA 显著地增加了玉米株高,但玉米幼苗直径降低,说明单纯用 GA 处理,不利培育壮苗。硫酸锌浸种明显增加了幼苗的直径,但玉米株高与对照相比并无明显变化;GA 与硫酸锌配合,对玉米幼苗株高和茎粗生长未显示出应有的加和作用,但却明显增加了幼苗的生物学产量,无疑利于玉米壮苗的培育,这时玉米对水分的利用率也相对较高。显而易见,不同化学调控物质对玉米种子发芽和生长的影响不同,选择适宜的化学调控物质及其浓度,并进行合理的搭配,以培育玉米壮苗,是应该进一步研究的问题。从更广的范围看,作物生长发育是一个连续的过程,不同阶段生长中心不同,如何在不同阶段选用不同类

型的生长调控物质,针对性地调控作物生长,从而达到高产优质高效的生产目的,是作物化控研究的核心问题。

值得关注的另一问题是,不同玉米品种对使用的化学调控物质的反应不同。这可能与这些品种的生长发育特性有关,更重要的可能与其体内内源激素的含量水平差异有关。同一作物不同品种对同一化控调节剂的不同反应,可在一定程度上解释生产中同一作物应用化学调控物质后效果不稳定性现象。因此,外源化学调控物质与植物内源激素间的作用关系,是化控技术有效利用研究的基础理论问题;而如何针对具体的作物品种,采取有效的调控措施,则是生产实践中应该研究的应用问题。

水分胁迫是农业生产中经常面临的问题,采取不同措施提高作物的抗旱性,是旱地作物生理学研究的方向之一。本研究通过短期培养试验,评价了不同化学调控物质浸种对玉米水分利用率的影响,结果发现,使用的化学调控物质及其配比均可提高玉米对水分的利用效率,但以单独使用 CCC 的效果最为明显。其他一些研究者^[2,20,21]也发现,采用 CCC,ABA 等抑制生长类调节物质,可以提高幼苗的抗旱性,但对玉米产量和其最终对水分利用效率的影响,尚有待于进一步研究。

[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] 杨文钰, 樊高琼, 李 玲, 等. 植物生长调节剂在粮食作物上的应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002.
- [3] 柴永山. 植物生长调节剂对玉米生长及产量影响[J]. 玉米科学, 1994, (2): 43 - 44.
- [4] 汪浩才. 玉米不同生育阶段化学调节技术研究[J]. 江苏农业科学, 1998, (1): 32 - 35.
- [5] 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.
- [6] 王翼川. 植物生长调节剂对小麦种子萌发和幼苗生长的影响研究[J]. 甘肃农业科技, 2000, (8): 30 - 32.
- [7] 王庆祥, 戴俊英, 张铂锋. 不同生长调节剂对玉米抗旱增产的作用[J]. 沈阳农业大学学报, 1997, 28(1): 7 - 11.
- [8] Parker L W. Proceedings of the plant growth regulator society of America annual meeting[J]. Planta, 1989, 16: 156 - 161.
- [9] 张培英, 张志双, 焦光纯, 等. 植物生长调节剂对玉米生理指标及产量的影响[J]. 玉米科学, 1996, 4(3): 70 - 73.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] 北京农业大学. 农业化学(总论)[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [13] 华天懋, 李辉桃. 农业化学[M]. 西安: 世界图书出版公司, 1995.
- [14] 韩德元. 植物生长调节剂——原理与应用[M]. 北京: 科学技术出版社, 1997.
- [15] 郭礼坤. 钙与赤霉素合剂(Ca + GA)处理种子的抗旱增产效果及原理[J]. 水土保持研究, 1998, 5(1): 79 - 87.
- [16] 陶嘉龄. 种子活力[M]. 北京: 北京科学出版社, 1991.
- [17] 张继澍. 植物生理学[M]. 西安: 世界图书出版公司, 1999.
- [18] Sheng Q, Hunt L A. Shoot and root dry weight and soil water in wheat Triticale and Rye[J]. Can J Plant Sci, 1991, 71: 41 - 49.
- [19] 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.
- [20] 董永华, 史吉平, 李广敏, 等. 外施 G-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.
- [21] 山 仑. 旱地农业技术发展趋势[J]. 中国农业科学, 2002, 35(7): 848 - 855.

(下转第 22 页)

white rats fed with the forage containing transgenic plants. The results showed that the gene didn't drift to

Smalla K, Gebhard F, Elsas J D. Bacterial communities influenced by transgenic plants[M]. Monterey, California, USA, Proceedings of the 3rd international symposium, 1994, 11: 157 - 167.

soil with secretory product of root system. The P_{SA-GI2} -IPT gene was not found in peripheral wheat Zheng 9023, barley and oat in the distance of 3 and 6 m from T_2 transgenic wheat except 2 plants of wheat Xinong 1376. There were no obvious differences between the small white rats that had eaten the mixed forage containing transgenic plants and those that had not eaten. The preliminary results indicated that transgenic wheat with P_{SA-GI2} -IPT was relatively safe.

Key words :wheat ; P_{SA-GI2} -IPT gene ;genetic transformation ;safety

(上接第 12 页)

Effects of soaking of seeds with different chemical regulators on the germination and seedling growth and water use efficiency of maize

TANG Hai-jun, ZHOU Jian-bin, ZHENG Xian-feng

(College of Resource and Environment, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract :Cultured experiment and pot experiment were used to evaluate the effects of soaking of seeds with chemical regulators (GA, $ZnSO_4$, CCC) on the germination, seedling growth and water use efficiency of maize. The result showed that germination ratio (GR), germination index (GI), and dry matter of the maize cultivars of Nongda 108 and Shaandan 902 were enhanced by chemical regulators used; but the response of two cultivars to chemical regulators was different. In cultured experiment, dry matter of Nongda 108 was increased by the rate of 5.02 % - 40.83 %, Shaandan 902 was in the range of 0.15 % - 33.14 %. At the same time, there have different effects of different chemical regulators on the growth of seedling, GA enhanced the height of seedling, $ZnSO_4$ and CCC enhanced the diameter of maize seedling. In pot experiment, the increase rate of dry matter was in the range of 3.99 % - 19.66 %. Compared to the control, water use efficiency of maize seedling was also increased, Nongda 108 was in the range of 3.68 % - 19.47 %, and the highest increase rate of water use efficiency was 17.12 % for Shaandan 902.

Key words :chemical regulators; soaking of seeds; germination of maize; accumulation of dry matter; water use efficiency