

张军高,漆永红,岳德成,等. 玉米田封闭除草剂撒施效果比较[J]. 江苏农业科学,2015,43(9):154-157.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.09.047

# 玉米田封闭除草剂撒施效果比较

张军高<sup>1</sup>,漆永红<sup>2</sup>,岳德成<sup>1,3</sup>,胡冠芳<sup>2</sup>,杨发荣<sup>4</sup>,李敏权<sup>1,5</sup>

(1. 甘肃农业大学草业学院,甘肃兰州 730070; 2. 甘肃省农业科学院植物保护研究所,甘肃兰州 730070;

3. 甘肃省平凉市农业科学研究所,甘肃平凉 744000; 4. 甘肃省农业科学院畜草与绿色农业研究所,甘肃兰州 730070;

5. 甘肃省农业科学院,甘肃兰州 730070)

**摘要:**为了明确土壤封闭除草剂在全膜双垄沟播玉米田垄沟底和全地面的撒施效果,开展了玉米田除草剂撒施方式比较试验。田间试验结果表明,除草剂常规量全地面撒施,玉米株高、株高整齐度、成穗株率最高,分别达到 189.38 cm、33.34%、92.42%,主要农艺性状均高于其他药剂撒施处理,与其他处理差异显著。大剂量垄沟底撒施对杂草株防效、鲜质量防效最高,分别达到 97.37%、95.59%。常规量全垄面撒施和常规量全地面撒施对玉米增产效果最好,较对照分别增产 12.61%、9.92%。常规量全垄面撒施取得的经济效益最高,较对照增加 14.64%,同时对环境的污染轻。建议在生产中用全地面撒施进行全膜双垄沟播玉米田杂草防除。

**关键词:**全膜双垄沟;玉米田;杂草;防效

**中图分类号:**S451.22+2 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2015)09-0154-04

全膜双垄沟播技术是甘肃省广大农业科技人员在长期实践中研究出的一项抗旱新技术。该技术从根本上实现了对有限自然降水的高度富集与叠加利用<sup>[1]</sup>,现已成为甘肃省乃至全国旱作农业区重点推广的抗旱技术。近年来,甘肃省年推广全膜双垄沟播技术面积均在 66.7 万  $\text{hm}^2$  以上,玉米、马铃薯等主栽作物增产幅度均在 30% 左右,社会和经济效益显著。全膜双垄沟播技术突出的集水保墒效应在大幅度提高作物产量的同时,也诱致田间杂草严重发生,随着全膜双垄沟播技术推广面积的进一步增大,其危害性也越加凸显,已成为限制全膜双垄沟播技术高产稳产的瓶颈因素<sup>[2]</sup>。化学除草是控制农田杂草最有效的手段<sup>[3-5]</sup>,具有不可替代性,但由其造成的环境污染问题备受关注<sup>[6-7]</sup>,开展除草剂局部减量施用技术研究与推广是有效解决该问题的最有效途径。本试验于

2013 年度在土壤严重干旱条件下根据全膜双垄沟播玉米田杂草的分布特点,对土壤封闭性除草剂在全膜双垄沟播玉米田中局部减量施用方式进行了初步研究,旨在明确干旱胁迫条件下土壤封闭性除草剂在全膜双垄沟播玉米田局部施用最佳靶标区域及效果,为全膜双垄沟播玉米田杂草化学防除提供安全经济高效的施药方式。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验设在甘肃省平凉市农业科学研究所高平试验场,试验地地块平整,土层深厚,黑垆土质,无灌溉条件,排水良好,前茬为糜子,田内杂草分布均匀。所在地海拔 1 360 m,位于大陆性季风气候带,春季至初夏干旱多风,秋季多雨,冬季干燥,全年累计日照时数 2 424.8 h,年均气温 8.6  $^{\circ}\text{C}$ , $\geq 0^{\circ}\text{C}$  活动积温 3 511.6  $^{\circ}\text{C}$ ,年降水量 511.2 mm,年蒸发量 1 466.55 mm,7—9 月降水量占年降水量 60% 左右,无霜期 165 d。2013 年冬至春季,气候十分干旱,土壤墒情极差,严重偏离常年,覆膜至玉米播种期土壤含水量在 10% 以下,远低于坐水播种土壤临界含水率<sup>[8]</sup>,致使不能正常覆膜和播种;但玉米生长期雨水充沛,降水量明显超过常年。

268-270.

[3] 尚海丽,周雪平,吴建祥. 免疫斑点法和免疫捕获 RT-PCR 检测黄瓜绿斑驳花叶病毒[J]. 浙江大学学报:农业与生命科学版,2010,36(5):485-490.

[4] 邓从良,黄峰,吕玉峰,等. 实时荧光 RT-PCR 方法检测黄瓜绿斑驳花叶病毒[J]. 植物检疫,2009,23(4):29-31.

[5] 曹洁,杨翠云,潘卫,等. 番茄环斑病毒单克隆抗体的制备[J]. 微生物学杂志,2007(3):35-37.

[6] Frens G. Controlled nucleation for the regulation of the particle size in monodisperse gold suspensions[J]. Nature Physical Science,1973,241:20-22.

收稿日期:2014-08-29

基金项目:甘肃省科技支撑计划(编号:1011NKCA065);国家公益性行业专项(编号:201303022)。

作者简介:张军高(1987—),男,甘肃天水人,硕士研究生,主要从事农作物病虫害防治研究。E-mail:1102985032@qq.com。

通信作者:李敏权,博士,研究员,主要从事农作物病虫害防治研究。E-mail:lmq@gsau.edu.cn。

黄瓜绿斑驳花叶病毒荧光纳米颗粒检测试纸条的研制成功,为黄瓜绿斑驳花叶病毒的快速检测提供了一个极好的检测方法,便于野外检测的开展,为植物保护工作提供了一把利器,也为其他微生物、病毒等快速检测方法的建立打下了坚实的基础。

## 参考文献:

[1] Hollings M, Komuro Y, Tochihiro H. Cucumber green mottle mosaic virus[J]. Descriptions of Plant Virus,1975,154:4.

[2] 李红霞,白静,陈红运,等. 南瓜果实中黄瓜绿斑驳花叶病毒的 RT-PCR 检测及 cp 基因序列分析[J]. 植物检疫,2007,21(5):

1.2 材料

试验选用的除草剂为 7% 噻草酮粉剂,由本项目组配制;覆盖材料为白色地膜,宽 1 200 mm、厚 0.008 mm,由天水天宝塑业公司生产;玉米品种为富农一号,由甘肃富农高科技种业有限公司选育并生产。

1.3 试验设计

试验设计见表 1,共设 7 个试验处理,每处理 3 次重复,小区随机区组排列,小区面积 20 m<sup>2</sup>。

表 1 玉米田除草剂不同施用方法试验处理

处理	除草剂用量 (g/hm <sup>2</sup> )	细湿土用量 (kg/hm <sup>2</sup> )
1.大剂量全地面撒施	2 100	1 500
2.大剂量垄沟底撒施	2 100	1 050
3.常规量全垄面(垄梁+垄沟)撒施	787.5	1 500
4.减量垄沟底撒施	196.5	1 050
5.常规量全地面撒施	787.5	1 500
6.常规量垄沟底撒施	787.5	1 050
7.对照		

1.4 试验方法

于 3 月 21 日顶凌期,地整好,施尿素 300 kg/hm<sup>2</sup>、磷酸二铵 225 kg/hm<sup>2</sup>;耙地后起垄,施药及覆膜。其中处理 1 和处理 5 全地面均匀撒施药土并浅耙后,起垄和覆膜;其他处理均先起垄,后施药(撒施)和覆膜。事先将除草剂配成药土,每小区除草剂和细湿土用量按试验方案进行,撒施力求均匀一致,不重施也不漏施。

于 4 月 23 日采取坐水播种法<sup>[9]</sup>播种玉米,播种时用手点播器在垄沟内按 27.5 cm 孔距等距离破膜打孔,孔内浇水(0.15 kg/穴)后点播种子,播量 3 粒/穴。玉米 3 叶期间苗,4 叶期定苗,定苗时每穴留健壮苗 1 株。玉米大喇叭口期追施尿素 1 次,用手点播器将肥料点施于垄沟内相邻 2 株玉米之间的土壤内,追肥量 225 kg/hm<sup>2</sup>,其他管理同大田。

1.5 调查与测定

玉米出苗后 15 d 调查出苗情况,按小区统计玉米出苗总株数,计算出苗率;同时观察各处理区玉米幼苗生长情况,对有叶片变黄、叶片白化、茎叶畸形扭曲、生长点坏死、植株僵而不发或枯死等药害症状进行详细记载。玉米抽穗前(6 月 28 日)调查株高,每小区对角线 3 点取样,每点 10 株,逐株量取高度,计算株高标准差和株高整齐度<sup>[10-11]</sup>。玉米出苗后 30 d 调查药效,每小区对角线 3 点取样,样点面积 1 m<sup>2</sup>,统计样点内所有杂草株数,并称其地上部鲜质量,计算株防效和鲜质量防效。玉米收获前调查成穗情况,按小区统计实际成穗总株数,计算成穗株率;成熟后按小区单收单打统计产量并考种。

1.6 数据分析

采用 PDS 数据处理系统对试验数据进行方差分析。相关计算公式如下:

$$p_{株} = (d_0 - d_1) / d_0 \times 100\%; \tag{1}$$

$$p_{鲜质量} = (w_0 - w_1) / w_0 \times 100\%; \tag{2}$$

$$p_{成穗} = t_1 / t_0 \times 100\%; \tag{3}$$

$$CV = s / \bar{x}; \tag{4}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}; \tag{5}$$

$$U = \frac{1}{CV} = \frac{\bar{x}}{s}。 \tag{6}$$

式中: $p_{株}$  为株防效; $p_{鲜质量}$  为鲜质量防效; $p_{成穗}$  为玉米成穗株率; $d_0$  为对照区杂草株数; $d_1$  为处理区杂草株数; $w_0$  为对照区杂草鲜质量; $w_1$  为处理区杂草鲜质量; $t_1$  为小区内玉米成穗株数; $t_0$  为小区内玉米播种穴数; $s$  为样点内株高标准差; $n$  为样点内株数; $i$  为样点内株序号; $x_i$  为样点内第  $i$  株玉米高度; $\bar{x}$  为样点内株高平均数; $CV$  为株高变异系数; $U$  为株高整齐度。

2 结果与分析

2.1 除草剂撒施对玉米出苗的影响

从表 2 可以看出,噻草酮大剂量垄沟底撒施对玉米出苗有负面影响,出苗率较低,为 73.61%,较对照降低 9.66%,低于常规量全垄面(垄梁+垄沟)撒施,但与对照及其他处理间差异不显著;其他撒施方式对玉米出苗无明显影响,出苗率均在 80.56%~84.72% 之间。

表 2 除草剂不同撒施方式对全膜双垄沟播玉米出苗的影响

处理	出苗率(%)				较对照提高 (%)
	I	II	III	平均	
大剂量全地面撒施	83.33	87.50	77.78	82.87abA	1.71
大剂量垄沟底撒施	70.83	73.61	76.39	73.61bA	-9.66
常规量全垄面撒施	90.28	77.78	86.11	84.72aA	3.98
减量垄沟底撒施	86.11	72.22	83.33	80.56abA	-1.13
常规量全地面撒施	80.56	80.06	81.94	81.02abA	-0.56
常规量垄沟底撒施	81.94	84.72	79.17	81.94abA	0.56
对照	87.50	79.17	77.78	81.48abA	

注:表中数据为平均值,同列数据后小写、大写字母不同者分别表示差异显著( $P<0.05$ )、极显著( $P<0.01$ )。表 3、表 4、表 6 同。

2.2 除草剂撒施对玉米株高及其整齐度的影响

玉米抽穗前测量结果见表 3,噻草酮大剂量垄沟底撒施对玉米株高及其整齐度有影响,株高为 136.40 cm,较对照降低 33.29 cm,株高极显著低于对照及其他处理。株高整齐度为 8.62%,较对照低 30.68%,显著低于减量垄沟底和常规量全地面 2 处理及对照,但与其他处理差异不显著;大剂量全地面撒施后起垄覆膜处理次之,株高为 166.49cm,较对照略有降低,极显著低于常规量全地面撒施后起垄覆膜处理,与其他处理间差异不显著,整齐度较低,为 18.96%,除明显高于大剂量垄沟底撒施后覆膜处理和略低于常规量全垄面(垄梁+垄沟)撒施后覆膜处理外,均明显低于其他处理,但与不同处理尚未达到显著差异;其他处理株高均高于对照,但株高整齐度均较对照有不同程度的降低。

2.3 除草剂撒施对玉米成穗的影响

收获前调查小区内玉米成穗株数,计算成穗株率,结果见表 4。不同除草剂处理对全膜双垄沟播玉米成穗均有不同程度的负面影响,其中以大剂量垄沟底撒施后覆膜处理影响最大,成穗株率仅为 32.58%,较对照降低 64.85%,极显著低于对照及其他处理;大剂量全地面撒施后起垄覆膜处理影响较大,成穗株率为 80.81%,较对照降低 12.81%,极显著高于大剂量垄沟底撒施后覆膜处理,显著低于常规量全地面撒施后起垄覆膜处理及对照,较其他处理亦有一定幅度的降低,但均

表 3 除草剂不同撒施方式对全膜双垄沟播玉米株高和株高整齐度的影响

处理	株高 (cm)				株高整齐度			
	I	II	III	平均	I	II	III	平均
大剂量全地面撒施	184.27	154.73	160.74	166.49bB	30.38	9.64	16.88	18.96abA
大剂量垄沟底撒施	159.53	128.53	121.13	136.40cC	14.11	5.89	5.87	8.62bA
常规量全垄面撒施	179.60	172.40	178.93	176.98bAB	24.12	17.23	15.81	19.05abA
减量垄沟底撒施	181.53	181.93	169.87	177.78bAB	41.28	69.15	15.71	42.05aA
常规量全地面撒施	193.27	191.73	183.13	189.38aA	29.71	48.41	21.91	33.34aA
常规量垄沟底撒施	187.13	178.33	163.07	176.18bAB	27.61	35.83	14.61	26.02abA
对照	187.53	167.40	154.13	169.69bB	52.94	31.98	32.98	39.30aA

未达到显著差异;常规量全地面撒施后起垄覆膜处理负面影响最小,成穗株率略低于对照,但高于其他处理,其中与大剂量垄沟底撒施后覆膜处理间达到极显著差异,与大剂量全地面撒施后起垄覆膜处理间达到显著差异,与其他处理间均未达到显著差异;其他 3 处理对玉米成穗的负面影响较小,较对照降低的幅度在 4.64% ~8.72% 间,处理间无显著差异性。

表 4 除草剂不同撒施方式对全膜双垄沟播玉米成穗的影响

处理	成穗株率 (%)				较对照降低 (%)
	I	II	III	平均	
大剂量全地面撒施	93.94	69.70	78.79	80.81bA	12.81
大剂量垄沟底撒施	33.33	28.79	35.61	32.58cB	64.85
常规量全垄面撒施	87.88	87.88	87.12	87.63abA	5.45
减量垄沟底撒施	94.70	88.64	81.82	88.38abA	4.64
常规量全地面撒施	92.42	91.67	93.18	92.42aA	0.28
常规量垄沟底撒施	84.85	84.85	84.09	84.60abA	8.72
对照	93.94	90.91	93.18	92.68aA	

2.4 除草剂撒施对田间杂草株防效和鲜质量防效

从表 5 可以看出,垄沟底部集中撒施除草剂(局部施用)后覆膜方式中以大剂量处理除草效果最好,株防效、鲜质量防效分别达到 97.37%、95.59%,常量处理较好,株防效和鲜质量防效分别为 65.79%、51.94%,减量(常量的 25%)处理效果较差,株防效和鲜质量防效分别为 29.61%、18.46%;全地面撒施除草剂后起垄覆膜方式中亦以大剂量处理除草效果较理想,株防效和鲜质量防效分别达到 80.92%、83.86%,常量处理除草效果不理想,株防效和鲜质量防效分别为 32.89%、27.64%;全垄面(垄梁+垄沟)撒施后覆膜方式中常量处理除草效果较理想,株防效和鲜质量防效分别达到84.87%、

表 5 除草剂撒施对全膜双垄沟播玉米田杂草的株防效和鲜质量防效

处理	杂草株数 (株/m <sup>2</sup> )	株防效 (%)	鲜质量 (g/m <sup>2</sup> )	鲜质量防效 (%)
大剂量全地面撒施	9.67	80.92	19.79	83.86
大剂量垄沟底撒施	1.33	97.37	5.40	95.59
常规量全垄面撒施	7.67	84.87	16.73	86.36
减量垄沟底撒施	35.67	29.61	99.98	18.46
常规量全地面撒施	34.00	32.89	88.72	27.64
常规量垄沟底撒施	17.33	65.79	58.94	51.94
对照	50.67		122.62	

86.36%。

2.5 除草剂撒施对玉米的增产作用

从表 6 可以看出,以常规量全垄面(垄梁+垄沟)撒施后覆膜处理的产量水平最高,均高于其他各处理,产量为 14 420 kg/hm<sup>2</sup>,较对照增产 12.61%,但除极显著高于大剂量垄沟底撒施后覆膜处理外,与其他处理间均无显著性差异;常规量全地面撒施后起垄覆膜处理产量次之,也高于其他各处理,产量为 14 075 kg/hm<sup>2</sup>,较对照增产 9.92%,除极显著高于大剂量垄沟底撒施后覆膜处理外,与其他各处理间亦无显著性差异;以大剂量垄沟底撒施后覆膜处理产量水平最低,产量仅为 6 370kg/hm<sup>2</sup>,较对照减产 50.25%,极显著低于对照及其他处理;大剂量全地面撒施后起垄覆膜处理产量水平也较低,除极显著高于大剂量垄沟底撒施后覆膜处理外,明显低于其他各处理,但处理间无显著性差异;其他 2 处理较对照均有较小幅度的增产,增产幅度在 5.82% ~7.89%,处理间无显著差异。

表 6 除草剂不同撒施方式对全膜双垄沟播玉米产量的影响

处理	小区产量 (kg/20 m <sup>2</sup> )				折合产量 (kg/hm <sup>2</sup> )	较对照增产 (%)
	I	II	III	平均		
大剂量全地面撒施	28.52	20.15	25.74	24.80	12 400aA	-3.16
大剂量垄沟底撒施	11.84	10.98	15.39	12.74	6 370bB	-50.25
常规量全垄面撒施	28.30	30.16	28.06	28.84	14 420aA	12.61
减量垄沟底撒施	27.63	28.08	27.17	27.63	13 815aA	7.89
常规量全地面撒施	28.98	29.04	26.45	28.15	14 075aA	9.92
常规量垄沟底撒施	26.77	27.33	27.20	27.10	13 550aA	5.82
对照	26.85	27.95	22.02	25.61	12 805aA	

2.6 不同施药方式的经济效益和生态效益比较

从表 7 可以看出,减量垄沟底撒施除草剂后覆膜处理的生态效益良好,除草剂施用量仅为常规量的 25%,实现了施用量的最小化,最大程度地保护了生态环境,并取得显著的经

济效益,玉米纯收益可达 12 542.25 元/hm<sup>2</sup>,较对照增加 14.49%;常规量全垄面(垄梁+垄沟)撒施除草剂后覆膜处理生态效益较为良好,经济效益显著,除草剂常量撒施,环境污染较轻,玉米纯收益可达 12 557.85 元/hm<sup>2</sup>,较对照增加

14.64% ; 常规量全地面撒施除草剂后起垄覆膜和常规量垄沟底撒施除草剂后覆膜 2 处理生态效益较好,经济效益较显著,除草剂均按常量撒施,环境污染较轻,玉米纯收入依次为 11 902.05 元/hm<sup>2</sup>和 11 954.25 元/hm<sup>2</sup>,较对照分别增加 8.65% 和 9.13% ; 大剂量垄沟底撒施除草剂后覆膜处理经

济、生态效益最差,除草剂撒施量是常量的 2.67 倍,环境污染严重,玉米纯收入亏损 1 882.20 元/hm<sup>2</sup>,较对照降低 117.18% ; 大剂量全地面撒施除草剂后起垄覆膜处理较差,除草剂撒施量也为常量的 2.67 倍,环境污染严重,玉米纯收入为 8 530.50 元/hm<sup>2</sup>,较对照降低 22.13% 。

表 7 不同施药方式的经济效益和生态效益比较

处理	经济效益(元/hm <sup>2</sup> )			较对照增加 (%)	生态效益
	投入量	产值	纯收益		
大剂量全地面撒施	15 041.25	23 571.75	8 530.50	-22.13	除草剂施入量为常规量的 2.67 倍,环境污染严重
大剂量垄沟底撒施	13 991.25	12 109.05	-1 882.20	-117.18	除草剂施入量为常规量的 2.67 倍,环境污染严重
常规量全垄面撒施	14 853.75	27 411.60	12 557.85	14.64	除草剂施入量为常规量,环境污染一般
减量垄沟底撒施	13 719.30	26 261.55	12 542.25	14.49	除草剂施入量为常规量的 25%,环境污染轻微
常规量全地面撒施	14 853.75	26 755.80	11 902.05	8.65	除草剂施入量为常规量,环境污染一般
常规量垄沟底撒施	13 805.75	25 758.00	11 954.25	9.13	除草剂施入量为常规量,环境污染一般
对照	13 376.25	24 330.75	10 954.50		不施除草剂,无环境污染。

注:投入量及单价,玉米种子用量 37.5 kg/hm<sup>2</sup>,16.00 元/kg;7% 噻草酮粉剂 10.00 元/kg;尿素 2.25 元/kg;磷酸二铵 2.80 元/kg;地膜用量 90 kg/hm<sup>2</sup>,13.00 元/kg;人工全地面(或垄面)撒施诸处理用工 135 个/hm<sup>2</sup>,70.00 元/工;垄沟撒施诸处理用工 120 个/hm<sup>2</sup>,70.00 元/工;对照处理用工 115.5 个/hm<sup>2</sup>,70.00 元/工;玉米 1.90 元/kg,其产值指玉米籽粒。

3 讨论

全膜双垄沟播技术对自然降水的高度富集叠加作用使土壤水分呈条带状分布格局,降水主要汇集于沟部土壤内,受其影响田间杂草主要滋生于垄沟内,呈典型的条带状分布。本试验首次提出了土壤封闭除草剂在垄沟底和全垄沟局部减量撒施靶标部位,为垄沟杂草防治提供了技术依据。

玉米株高、株高整齐度及成穗株率是玉米的主要性状,与玉米产量水平密切相关<sup>[12-14]</sup>。本试验结果,除草剂常规量全地面撒施,玉米株高、株高整齐度和成穗株率最高,分别达到 189.38cm、33.34%、92.42%,主要农艺性状均高于其他处理,与其他处理间差异显著。常规量全垄面(垄梁+垄沟)撒施和常规量全地面撒施对玉米的增产效果最好,较对照分别增产 12.61%、9.92%。

土壤干旱不利于除草剂药效充分发挥。本试验在土壤严重干旱条件下,大剂量垄沟底撒施对杂草株防效和鲜质量防效最高,分别达到 97.37%、95.59%。常规量全垄面(垄梁+垄沟)撒施取得的经济效益最高,较对照增加 14.64%,同时对环境污染轻。而减量垄沟底撒施方式除草效果较差,这与覆膜至播种期土壤过于干旱,除草剂药效不能及时和充分发挥,导致田间杂草拥有量较大有直接关系,但其对玉米主要经济性状无明显影响,且生态效益良好,生产上可通过适当增加除草剂用量的方法提高除草效果。全垄沟施药能起到和全地面施药方式同等的除草效果,可以大面积推广应用,而垄沟底施药方式在土壤墒情较好的年份、地区或田块具有推广应用价值。

参考文献:

[1]岳德成,曹亚芬,丁志远,等. 全膜双垄沟播栽培对自然降水再分

配规律研究[J]. 灌溉排水学报,2011,30(4):48-52.  
[2]秦一统,李敏权,胡冠芳,等. 庆阳市全膜双垄沟播玉米田杂草种类及优势种群[J]. 杂草科学,2013,31(2):34-38.  
[3]补彬,杨继芝,龚国淑,等. 地膜覆盖和除草剂对夏玉米田杂草及玉米生长发育的影响[J]. 杂草科学,2013,31(3):40-43.  
[4]熊战之,袁树忠,钱兰娟,等. 硝磺草酮、苯唑草酮对夏玉米田杂草的防除效果[J]. 江苏农业科学,2013,41(12):134-136.  
[5]胡景平,李敏权,杨发荣,等. 11 种除草剂对全膜双垄沟播玉米田杂草的防治效果[J]. 杂草科学,2013,31(3):26-31.  
[6]滕春红,苏少泉. 除草剂在土壤中的微生物降解及污染土壤的生物修复[J]. 农药,2006,45(8):505-507.  
[7]张朝贤,钱益新,胡祥恩. 农田化学除草与可持续发展农业[J]. 农药,1998,37(4):10-14.  
[8]郭维东,夏桂敏,王晓刚,等. 坐水播种时土壤临界含水率的确定[J]. 灌溉排水学报,2003,22(4):12-13,21.  
[9]冯良山,孙占祥,曹敏建,等. 半干旱区坐水播种条件下玉米高产栽培措施研究[J]. 干旱地区农业研究,2009,27(1):73-77.  
[10]张焕裕. 作物农艺性状整齐度的研究进展[J]. 湖南农业科学,2005(4):33-36.  
[11]曹修才,侯廷荣,张桂阁,等. 玉米株高整齐度与穗部性状关系的研究[J]. 玉米科学,1996,4(2):62-64.  
[12]黄开健,黄艳花. 玉米株高整齐度对产量及其构成因素的影响[J]. 广西农业科学,1997(2):10-12.  
[13]景立权,袁建华,赵福成,等. 玉米超高产精确栽培研究进展[J]. 江苏农业学报,2013,29(2):429-434.  
[14]黄瑞冬,李广权. 玉米株高整齐度及其测定方法的比较[J]. 玉米科学,1995(2):61-63.