

黄淮海地区夏玉米田一年生杂草的 生态经济防治阈期研究

由振国 姜德锋 李孙荣

王幼敏 蔡立强

(北京农业大学, 100094)

(唐山市农科所)

摘要 本文通过北京和唐山多年多点田间试验,研究了黄淮海地区夏玉米田苗后放任和免除自生一年生杂草生长的相对时间与夏玉米相对产量的函数关系,并据此导出了该区夏玉米田一年生杂草的生态经济防治阈期计算模型。结果发现,该区夏玉米田一年生杂草的生态经济防治阈期约处在夏玉米苗后总生育期的(天)第11.2—50.9%之间。该区夏玉米生长季节中只要此期田间保持无草,便可望以最小的代价和费用,最大限度地使杂草弃害扬利,从而获得较高的生态经济除草效益。

关键词 玉米; 杂草; 生态经济防治阈期

黄淮海地区是我国重要的玉米生产基地,全区夏玉米播种面积 1.3 亿亩以上,占全国玉米总播种面积的 46%。然而由于玉米多以大于 45cm 的行距播种,加之其生长季节正值高温多雨期,以禾本科为主的一年生杂草极为猖獗。在不了解其危害指标的情况下,为了消除其潜在危害,各地多习惯于在玉米播前或苗前不了解草情的情况下,盲目喷施一次除草剂,以致杂草出苗后常因所施除草剂的杀草谱窄、持效期短等局限性及杂草发生密度尚未稳定等原因,造成除草失误,而不得不再次施药,中耕除草则习惯于苗后即除,其结果不仅没使杂草的益处得到应有的利用、害处得到充分的压制,而且加剧了玉米种植地区水、肥、土的流失,浪费了大量人力、物力及除草剂,降低了玉米生产的生态经济效益,限制了玉米生产的持续发展。为了使杂草防治有的放矢,提高除草的生态经济效益,我们曾先后提出了杂草生态经济(危害密度)阈值、生态经济杀除阈值及生态经济杀除阈期等农田杂草生态经济防治指标,并对大豆、旱稻、花生田间杂草的上述指标进行了系统研究报道(由振国,1992;1993),之后国内这方面的研究报告如雨后春笋,从而为明确杂草究竟在多大的密度下、长到什么程度时除草最为经济,提供了指南。然而,国内迄今尚未见有关玉米田间杂草生态经济防治指标的研究报道。本文旨在报道黄淮海地区夏玉米田间杂草的生态经济防治阈期研究结果。

1 材料与方法

1.1 试验概况与设计

试验于 1992 和 1993 年在北京农大科学园和唐山市农科所进行。试验前在当地选自

一年生杂草发生量较大的地块作为试验田。采用当地常规(麦茬旋耕)种植措施播种玉米,播后立即灌水,以促进作物和杂草同时萌发出土。苗后选杂草发生种类和密度较一致的地块划区,小区面积为 9—12m²。全研究由以下 2 个试验组成。均为单因素随机区组排列,5 行区,重复 3 次。玉米出苗后第 5 天开始间苗,第 7 天定苗,并按“添加法”配置玉米一年生杂草群落,其它杂草人工除掉。玉米成熟后收中间 3 行计产。

试验 1: 苗后田间放任自生一年生杂草生长的时间与玉米籽粒产量的关系试验,共设 6 个处理。1992 和 1993 年,北京试验点皆任与玉米同时出苗的自生一年生杂草,苗后分别与玉米共生 0 (无草对照)、15、30、45、60 天及全生育期;唐山试验点任与玉米同时出苗的自生一年生杂草,苗后分别与玉米共同生长 0、10、20、30、40、60 天及全生育期,实施于 1992 年。上述各杂草、干扰生长期以后的玉米剩余生长季节中,田间均人工保持无草。

试验 2: 苗后田间免除自生一年生杂草生长的时间与玉米籽粒产量的关系试验,共设 6 个处理,北京试验点进行两年,1992 年玉米苗后分别使田间保持 0、15、30、45、60 天内及全生育期(无草对照)无自生一年生杂草生长,1993 年调整为分别使玉米苗后 0、10、25、40、55 天及全生育期无杂草生长;唐山试验点实施于 1992 年,处理为玉米苗后分别使田间保持 0、10、20、30、40、60 天及成熟期无自生一年生杂草生长。各年各地的无草期后,田间的一年生杂草自然出苗、生长。

1.2 杂草群落构成

两年中各地自生一年生杂草的群落均主要由马唐、反枝苋、牛筋草、马齿苋和稗草构成。北京点自生一年生杂草的总平均发生密度为 146 株/m²,其中单子叶杂草株数平均占 40.2%,双子叶杂草占 59.8%;单子叶杂草中,马唐平均占 46.7%,牛筋草 29.8%,稗草 11.1%,狗尾草 9.9%;双子叶杂草中,反枝苋平均占 49.5%,马齿苋 41.3%,铁苋菜 8.9%。唐山点自生一年生杂草的总平均发生密度为 339 株/m²,其中单子叶草占 81%,双子叶草占 19%,单子叶杂草中,马唐平均占 71.4%,牛筋草 28.0%;双子叶杂草中,反枝苋平均占 35.3%,马齿苋 63.2%。

1.3 杂草生态经济防治阈期的定义、模型的建立与计算

1) 定义: 作物生长期中,既能避免其前已经发生的早生杂草之危害,又能防止其后再出苗生长的晚生杂草之危害所需要保持田间无草生长的最短时期。以作物出苗期至确保早生和晚生杂草造成的作物产量损失率 ≤ 3% (作物产量占无草对照的 97%) 所需要保持田间无草生长的最短天数,以占作物苗后全生育期总天数的百分数表示(由振国, 1993)。

2) 模型的建立: 据各年各地的试验数据,利用 Plotit 软件通过模拟选优,分别建立起苗后放任或避免杂草生长的相对时间与作物相对产量的数量关系模型,建模过程中以差数平方和最小为原则。

3) 计算: 利用模型通过预测玉米相对产量为 97% 时(损失率为 3%)所对应的放任和免除杂草生长的相对时间,确定阈期的始期与终期和范围。

2 结果与分析

2.1 苗后放任自生一年生杂草干扰生长的时间与玉米相对产量的关系

表 1 一年生杂草苗后干扰生长时间与玉米产量的关系(杂草密度: 60株/m², 北京, 1992)Table 1 Corn yield in relation to interference duration of annual weeds after emergence (60 weeds/m², Beijing, 1992)

共同生长天数 Weedy days	杂草干重 Weed DM (g/m ²)	玉米产量 Corn yield (kg/0.067ha)	玉米相对产量 Relat. yield %	差异显著性 Significance	
				F _{0.05}	F _{0.01}
0(CK)	0.0	378.9	100.00	a	A
15	7.34	359.8	94.96	ab	A
30	42.95	340.8	89.94	b	A
45	156.73	290.0	76.54	c	B
60	424.53	225.4	59.49	d	C
87 (成熟期)	577.34	214.4	56.58	d	C

表 2 一年生杂草苗后干扰生长时间与玉米产量的关系(杂草密度: 232株/m², 北京, 1993)Table 2 Corn yield in relation to interference duration of annual weeds after emergence (232 weeds/m², Beijing, 1993)

共同生长天数 Weed days	杂草干重 Weed DM (g/m ²)	玉米产量 Corn yield (kg/0.067ha)	玉米相对产量 Relat. yield (%)	差异显著性 Significance	
				F _{0.05}	F _{0.01}
0(CK)	0.0	385.2	100.00	a	A
15	28.9	329.4	85.51	b	B
30	182.5	246.6	64.02	c	C
45	443.2	196.4	50.99	d	D
60	727.8	172.1	44.68	e	D
88 (成熟期)	936.3	152.6	39.62	f	D

表 3 一年生杂草苗后干扰生长时间与玉米产量的关系(杂草密度: 339株/m², 唐山, 1992)Table 3 Corn yield in relation to interference duration of annual weeds after emergence (339 weeds/m², Tangshan, 1992)

共同生长天数 Weedy days	杂草干重 Weed DM (g/m ²)	玉米产量 Corn yield (kg/0.067ha)	玉米相对产量 Relat. yield (%)	差异显著性 Significance	
				F _{0.05}	F _{0.01}
0(CK)	0.0	446.0	100.00	a	A
10	35.4	410.2	97.88	ab	AB
20	84.4	333.4	74.90	b	B
30	211.7	246.6	66.33	c	C
40	218.8	196.4	57.07	de	DE
60	250.1	172.1	57.07	ef	EF
87 (成熟期)	314.3	152.6	49.90	f	F

两年两地的试验结果汇总于表 1—3。可见, 与玉米同时出苗的自生一年生杂草, 苗后与玉米共同生长至玉米苗后生长季的第 10% 天时, 对玉米产量基本无显著影响, 曲线模

拟结果表明, 苗后自生一年生杂草相对干扰生长时间(Xu)与玉米相对产量(Yu)间为显著的鞍型 logistic 曲线关系, 遵循:

$$Yu = 102.269 / (1 + \exp(-4.8559 + 0.2043Xu - 0.002948Xu^2 + 0.1398Xu^3)), \quad (1)$$

相关系数 $R = 0.912$ 。

2.2 苗后免除自生一年生杂草生长的相对时间与玉米产量的关系

试验结果见表 4—6。可见, 田间保持无草的时间越短, 自生一年生杂草的相对出苗期越早, 其对玉米的危害也就越大, 推迟至玉米苗后 55 天后出苗的自生一年生杂草, 其共同生长基本不再对玉米构成显著危害。计算模拟结果表明, 苗后免除一年生杂草生长的相对时间或一年生杂草出苗的相对时间(Xd)与玉米相对产量(Yd)间为显著的 Compertz 曲线函数关系, 遵循:

$$Yd = 99.918 \exp(-0.7792 \exp(-0.06433Xd)), \quad (2)$$

相关系数 $R = 0.931$

2.3 生态经济防治阈期的建立与计算

设 T 为玉米苗后生育期总天数, 根据杂草生态经济防治阈期的定义及苗后放任和免

表 4 苗后田间保持无一年生杂草生长的时间与玉米产量的关系(1992, 北京)

Table 4 Corn yield in relation to interference free duration of annual weeds after emergence (Beijing, 1992)

无草天数 Weedfree days	杂草密度 Weed (pl./m ²)	杂草干重 Weed DM (g/m ²)	玉米平均产量 Corn yield (kg/0.067ha)	比对照增减产 Relat. yield (%)	差异显著性 Significance	
					$F_{1,05}$	$F_{1,01}$
0	87.0	567.15	225.0	-39.90	d	D
15	85.0	310.33	245.6	-34.40	d	D
30	71.5	219.69	308.9	-11.50	c	C
45	32.0	37.58	338.8	-9.51	b	B
60	11.1	4.40	378.1	0.98	a	A
87 (成熟期)	0.0	0.00	374.4	0.00	a	A

表 5 苗后田间保持无一年生杂草生长的时间与玉米产量的关系(北京, 1993)

Table 5 Corn yield in relation to interference free duration of annual weeds after emergence (Beijing, 1993)

无草天数 Weedfree days	杂草密度 Weed (pl./m ²)	杂草干重 Weed DM (g/m ²)	玉米平均产量 Corn yield (kg/0.067ha)	比对照增减产 Relat. yield (%)	差异显著性 Significance	
					$F_{1,05}$	$F_{1,01}$
0	228.4	578.4	152.6	-60.38	e	E
10	115.8	267.2	246.1	-36.11	d	D
25	87.1	74.2	281.5	-26.92	c	C
40	23.2	35.8	346.9	-09.94	b	B
55	7.3	7.2	370.7	-3.76	a	A
88 (成熟期)	0.0	0.0	385.2	0.00	a	A

表 6 苗后田间保持无一年生杂草生长的时间与玉米产量的关系(唐山, 1992)
Table 6 Corn yield in relation to interference free duration of annual weeds after emergence (Tangshan, 1992)

无草天数 Weedfree days	杂草密度 Weed (pl./m ²)	杂草干重 Weed DM (g/m ²)	玉米平均产量 Corn yield (kg/0.067ha)	比对照增产 Relat. yield (%)	差异显著性 Significance	
					F _{0.05}	F _{0.01}
0	172	133.9	222.3	50.15	d	D
10	152	125.3	292.9	34.33	c	C
20	54	36.6	426.8	4.30	b	B
30	38	21.5	422.3	5.31	b	B
40	24	4.1	441.8	0.94	a	A
60	17	5.7	427.9	4.06	ab	AB
87 (成熟期)	0	0.0	446.0	0.00	a	A

除一年生杂草生长的相对时间与玉米相对产量的函数关系表达式, 将 97% 代入 (1) 式中的 Y_u , 整理后得玉米田一年生杂草的生态经济防治阈期的始期计算模型为:

$$Xu = (11.2/100)T$$

同理将 97% 代入 (2) 式中的 Y_d 可得, 玉米田一年生杂草的生态经济防治阈期的终期计算模型为:

$$Xd = (50.9/100)T$$

也即, 黄淮海地区玉米田一年生杂草的生态经济防治阈期约处在玉米苗后总生育期的第 11.2—50.9% 天之间。

3 讨论

在计算各农田草被的“竞争关键期”时, 国外常简单地以其造成的作物产量损失率达到 5% 为标准(Heemst, 1985; Zimdahl, 1980)。我们经试验发现, 当杂草造成的作物产量损失率达到 3% 时, 其益处(如防止水、肥、土流失等)和害处基本抵消。此外, 研究表明, 杂草的生态经济危害阈期会随着其群体水平的减少而逐渐推迟乃至消失(由振国, 1993)。本研究中的杂草生态经济防治阈期模型, 是在自然条件下杂草大量发生的密度水平(151—339 株/m²)的基础上建成的, 故本文计算出的玉米田间杂草的生态经济防治阈期当是比较安全的。

Heemst(1985)比较了世界各地不同作物田间草被的“竞争关键期”, 发现世界玉米田间草被的“竞争关键期”, 平均处在玉米苗后全育期的第 13—49% 天之间。我国黄淮海地区玉米田一年生杂草的生态经济防治阈期处在玉米苗后生育期的第 11.2—50.9% 天之间, 与前者十分偶合。这说明虽然杂草的危害阈期受草被类型、作物和杂草的相对竞争力及生境等因素的影响, 但采用相对时间和相对产量, 可基本上排除这些因素的影响, 具有一定的普遍意义。据此可以推断, 我国春玉米区玉米田间杂草的生态经济防治阈期, 可能与黄淮海地区的差别不大。对此有待今后经田间试验进一步证实。

本文黄淮海地区夏玉米田间杂草群落的生态经济防治阈期处在玉米苗后生育期的第前 11.2—50.9% 天之间的结果暗示, 该地区欲避免一年生杂草对玉米构成危害, 只需在夏

玉米苗后生育期的第 11.2—50.9% 天内保持田间无草。这样做的好处在于: 1) 能充分发挥杂草在固土保肥、减少作物苗期光能的浪费及增加生态系统负熵、稳定生态系统等方面的作用; 2) 杂草群体发展到其生态经济防治阈期时, 杂草已基本出齐苗(由振国, 1993), 因此, 只要此期的除草效果有保证, 前后期发生的早生和晚生杂草都不会发展成灾, 故可以克服过早除草时对潜在的后期晚生草害控制不住的缺点; 3) 不用实地测算即能基本抓住杂草的关键危害和防治时期; 4) 对化学除草和除草剂的开发研制而言, 用于防治玉米田间杂草的除草剂之除草效果和持效期, 以从其施用日起维持至玉米苗后生育期总天数的第 60% 天为宜, 其中苗后叶施除草剂则以于玉米苗后生育期的第前 11% 天左右施用为宜, 这样既可以最小的代价和费用, 最大限度地使杂草弃害扬利, 又能避免因除草剂的残效期过长造成下茬作物蒙受药害, 从而获得较高的生态经济除草效益。

参 考 文 献

- 李孙荣、高柱平、由振国, 1990: 农田杂草的生态经济防治原理, 北京农业大学出版社。
 由振国, 1992: 稗草影响大豆根瘤固氮的机制研究之一——水分干扰机制, 中国农业科学, (5) 58—64。
 由振国, 1993: 大豆田单子叶杂草群落的生态经济防治阈期, 植物保护学报, 20(2) 180—183。
 由振国, 1993: 北京地区夏大豆田间杂草的生态经济杀除阈期研究。植物生态学与地植物学学报, 17: 317—323。
 由振国, 1993: 夏大豆田稗草的生态经济防治阈期研究, 生态学报, 13(4) 334—341。
 You Zhen Guo, Li Sun Rong, 1993: The eco-economic threshold period for controlling barnyard grass in summer soybeans, Proceedings 1 of 14th Asian-Pacific weed conference, 485—490。
 Heemst, H. D. J. van, 1985: The influence of weed competition on crop yield. *Agri. Sys. tems*, 18: 81—93。
 Zimdahl, R. L., 1980: Weed crop competition—A review. IPPC.

ECO-ECONOMIC THRESHOLD PERIOD FOR CONTROLLING WEEDS IN SUMMER MAIZE FIELD OF HUANG-HUAI-HAI REGION

You Zhen-guo Jiang De-feng Li Sun-rong

(Department of Agronomy, Beijing Agricultural University)

Wang You-min Cai Li-qiang

(Agricultural Research Institute of Tangshan, Hebei)

Abstract

Field experiments were conducted in 1992 and 1993 in Beijing and Tangshan regions, two representatives of the Haung-Huai-Hai region, to study the functional relationships between the relative weedy or weedfree days of naturally infecting weeds and the relative yield of summer maize. Models for calculating the eco-economic threshold period for controlling the weeds in maize feild were established. The results showed that the eco-economic threshold period for controlling the naturally infecting weeds in summer maize feild ranged from 11.2% to 50.9% of the total growth days of maize after crop emergence in this region. This is the critical period to remove all of the weed damage and to maximally utilize the role of the weed flora in reducing the loss of water, nutrients and soil during the growth season of maize in this region.

Key words Corn, Annual weeds, Eco-economic threshold period