



# 豫北露地直播棉田杂草的发生及其与棉花的竞争作用

马小艳, 马艳\*, 奚建平, 姜伟丽, 马亚杰, 李希凤

(中国农业科学院棉花研究所 / 农业部棉花遗传改良重点实验室, 河南 安阳 455000)

**摘要:** 为了明确棉田自然混生杂草对棉花的危害程度及其关键防除时期, 通过田间杂草共生期试验, 研究了豫北露地直播棉田杂草的发生及其与棉花的竞争临界期。结果表明, 豫北地区露地直播棉田的优势杂草为牛筋草、马齿苋、藜和鳢肠, 杂草出土高峰期集中在棉花苗期和花蕾期, 且存在 3 个出土高峰, 分别在 5 月中旬、6 月上中旬和 7 月中下旬。当杂草与棉花竞争持续时间少于 4 周时, 由于杂草与棉花植株均较小, 且土壤中养分相对充足, 因此杂草对棉花生长和产量的影响不大; 当杂草与棉花竞争期达 8 周以上时, 杂草对棉花的竞争作用明显增强, 棉花的株数减少, 茎秆变细, 形成瘦高植株, 且单株结铃数、铃重等产量指标明显降低。因此, 豫北棉田自然混生杂草群落与棉花的竞争临界期为棉花出苗后 4~8 周, 在此期间应采取相应措施, 保证田间无草害。

**关键词:** 棉花; 豫北; 混生杂草; 优势种; 竞争作用; 产量构成因素

**中图分类号:** S451.22 **文献标志码:** A

**文章编号:** 1002-7807(2012)01-0091-06

## Mixed Weeds and Competition with Directly Seeded Cotton, North Henan Province, China

MA Xiao-yan, MA Yan\*, XI Jian-ping, JIANG Wei-li, MA Ya-jie, LI Xi-feng

(Cotton Research Institute, CAAS / Key Laboratory of Cotton Genetics Improvement, Ministry of Agriculture, Anyang, Henan 455000, China)

**Abstract:** In order to understand the degree of damage caused by mixed weeds, and the critical control period, a field experiment was conducted to investigate weed occurrence and the critical period of competition in a directly seeded cotton field in North Henan Province. *Eleusine indica* (L.) Gaerth, *Portulaca oleracea* L., *Chenopodium aldim* L., and *Eclipta prostrata* L. were dominant weed species in the cotton field over the whole growing season. Weeds germinated mainly between the seedling stage and the budding stage of the cotton, with three peaks in weed seedling emergence in mid-May, early to mid-June, and mid to late July. Duration of weed competition less than four weeks did not significantly affect cotton growth and yield because soil nutrients were sufficient for both weed and cotton seedlings. However, the number of cotton plants, stem diameter, and yield component factors including boll number per plant and boll weight, were reduced when weed competition lasted up to 8 weeks. Therefore, the critical period for weed control in cotton was between 4 and 8 weeks after cotton emergence, and effective weed control measures should be implemented to minimize cotton losses

**Key words:** cotton; North of Henan Province; mixed weeds; dominant species; competition; yield component

我国棉田遭受杂草危害十分严重, 每年危害面积约占棉花种植总面积的 67%, 杂草的危害主要表现在与作物的营养和生长竞争上, 争地、争水、争肥、争空间, 影响作物的正常生长<sup>[1]</sup>。据统计, 我国棉田杂草种类繁多、分布甚广, 常年造成

严重危害的共有 25 科 60 种之多, 常造成棉铃脱落、棉花减产、品质下降, 每年因杂草危害导致皮棉减产约 25.5 万 t, 平均减产 14.8%, 严重地块可达 50%<sup>[2]</sup>。因此, 棉田杂草的综合治理是保障我国棉花高效生产的关键技术之一。

收稿日期: 2011-04-15

作者简介: 马小艳(1981-), 女, 博士, 助理研究员, [harmani@126.com](mailto:harmani@126.com); \* 通讯作者, [mayan@cricaas.com.cn](mailto:mayan@cricaas.com.cn)

基金项目: 国家棉花产业技术体系功能科学家经费 (nycytx-06); 中央级公益性科研院所基本科研业务专项基金 (SJB1103)

为了准确反映杂草与作物的共生期长短对作物产量和品质的影响,引入了一个重要的概念——杂草竞争临界期<sup>[3]</sup>,主要通过田间和室内模型设计,分析判断杂草密度、发生期和共生期长短对作物的竞争作用,据此确定杂草防除的最佳时期<sup>[4]</sup>。杂草与作物的共生期的长短严重影响着作物的生长<sup>[5-6]</sup>,而棉花又是一种对杂草的竞争十分敏感的作物<sup>[7]</sup>,因此,明确杂草与棉花的竞争临界期对于棉田杂草的有效防除具有重要的意义。目前,国内外杂草学家已研究明确了棉田多种杂草与棉花的竞争临界期。棉花移栽后30~60 d是麦套移栽棉田防除田间恶性杂草马唐的关键时期<sup>[8]</sup>;棉花出苗后4~8周是防除田间苍耳和狗牙根的最佳时期<sup>[9-10]</sup>;假高粱与棉花的竞争临界期为棉花出苗后6~9周<sup>[11]</sup>;若保持棉花出苗后6周内无龙葵和长芒苋生长,则棉田土壤中两者的种子量将大大减少<sup>[12]</sup>;当田菁与棉花的共生期超过60 d,将严重影响棉花的生长及产量<sup>[13]</sup>。但是,有关棉田自然混生杂草群落与棉花的竞争临界期的研究报道较少<sup>[14]</sup>。笔者通过对豫北露地直播棉田混生杂草群落及其与棉花的竞争临界期进行研究,旨在明确豫北地区棉田杂草的危害程度及其关键防除时期,为研究制定棉田杂草综合防除技术提供理论参考。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验田基本情况

试验在河南安阳中国农业科学院棉花研究所试验农场进行,试验地为一熟露地直播棉田,地势平整,肥力中等。种植品种为转基因抗虫棉中棉所79。2010年4月28日播种,行距0.80 m,种植密度为每公顷5.5万株,常规栽培管理。

### 1.2 试验处理

试验共设9个处理:(1)从棉花出苗至收获,每隔1周人工除草一次,控制棉花全生育期无草害,作无草处理;(2)~(8)为棉花出苗后分别保持1周、2周、4周、6周、8周、10周、14周有草,之后每隔1周人工除草一次,保持无草状态;(9)从棉花出苗至收获(21周)一直保持不除草处理。每处理4次重复,4行区,小区面积为8 m × 3.2 m,共36个小区,随机区组排列。

### 1.3 调查方法

棉田杂草调查:在整个生育期不除草的小区随机选择8个样方,每样方0.25 m<sup>2</sup>,从棉花出苗(5月13日)至吐絮期(9月9日),定点调查,每周调查一次,详细记录杂草种类和各类杂草的株数。其中4个样方每次调查后将样方内所有的杂草拔除,以明确棉田杂草的出苗规律;另外4个样方调查后不做任何处理,监测棉田混生杂草群落的自然消长规律。

棉花长势及产量调查:于9月17日,调查每小区中间2行中间4 m行长内的棉花株数,并逐株调查株高(cm,子叶节至主茎顶端的高度)、主茎直径(mm,土壤线的位置)、大铃数(直径在2 cm以上的棉铃)、小铃数(直径小于2 cm的棉铃)及吐絮铃数,其中单株有效铃数=吐絮铃数+大铃数+小铃数/3。10月15日,每小区在中间两行的中间4 m行长内随机采收50铃,晒干轧花称重,计算产量,并由农业部棉花品质监督检验测试中心对棉纤维样品进行品质分析。

### 1.4 统计分析

用SPSS13.0统计分析软件对调查结果进行Duncan差异显著性分析及Curve estimation曲线回归分析,评价杂草与棉花的不同共生期处理间棉花生长、产量及品质各参数的差异性及其相关性。

## 2 结果与分析

### 2.1 棉田杂草发生情况

2.1.1 棉田杂草的出土规律。经调查,露地直播棉田杂草出土主要集中在棉花播种后至封行前,且杂草的发生量与降水量密切相关(图1);7月底棉花封行后,由于棉花的荫蔽作用,杂草的出土量急剧下降,虽然8月份和9月上旬雨水充沛,田间湿度较大,但其间杂草的出土量仅占棉花全生育期杂草总量的3.1%。从棉花的整个生育期来看,田间杂草存在3个出土高峰,第1个高峰期在5月中旬左右,但出土量较少,其间出土的杂草占杂草总数的11.0%;后2次出土高峰分别在6月上中旬和7月中下旬,杂草出土量分别占杂草总数的35.6%和25.3%。

在本试验地中先后发生的杂草有11科16种,其中禾本科杂草5种,茄科杂草2种,另外大

戟科、十字花科、马齿苋科、苋科、锦葵科、菊科、藜科、旋花科和玄参科各有 1 种杂草。同时发现,田间禾本科杂草和阔叶杂草的出土存在一定的时间差异(图 1)。5 月份禾本科杂草的总出土量仅为  $5.0 \text{ 株} \cdot \text{m}^{-2}$ ,而同期出土的阔叶杂草可达  $162.5 \text{ 株} \cdot \text{m}^{-2}$ ,且以藜( $133.5 \text{ 株} \cdot \text{m}^{-2}$ )为主;6 月初禾本科杂草才陆续出土,但 6 月上旬出土的杂草

仍以阔叶杂草为主,优势杂草为马齿苋( $85.5 \text{ 株} \cdot \text{m}^{-2}$ )、藜( $45.0 \text{ 株} \cdot \text{m}^{-2}$ )和鳢肠( $25.0 \text{ 株} \cdot \text{m}^{-2}$ ),而此时出土的禾本科杂草以牛筋草为主( $62.0 \text{ 株} \cdot \text{m}^{-2}$ );7 月中旬禾本科杂草的出土量( $107.5 \text{ 株} \cdot \text{m}^{-2}$ )明显多于阔叶杂草( $62.0 \text{ 株} \cdot \text{m}^{-2}$ ),其中阔叶杂草中藜所占比例最大,达 53.2%,马齿苋和鳢肠分别占 27.4%和 19.4%。

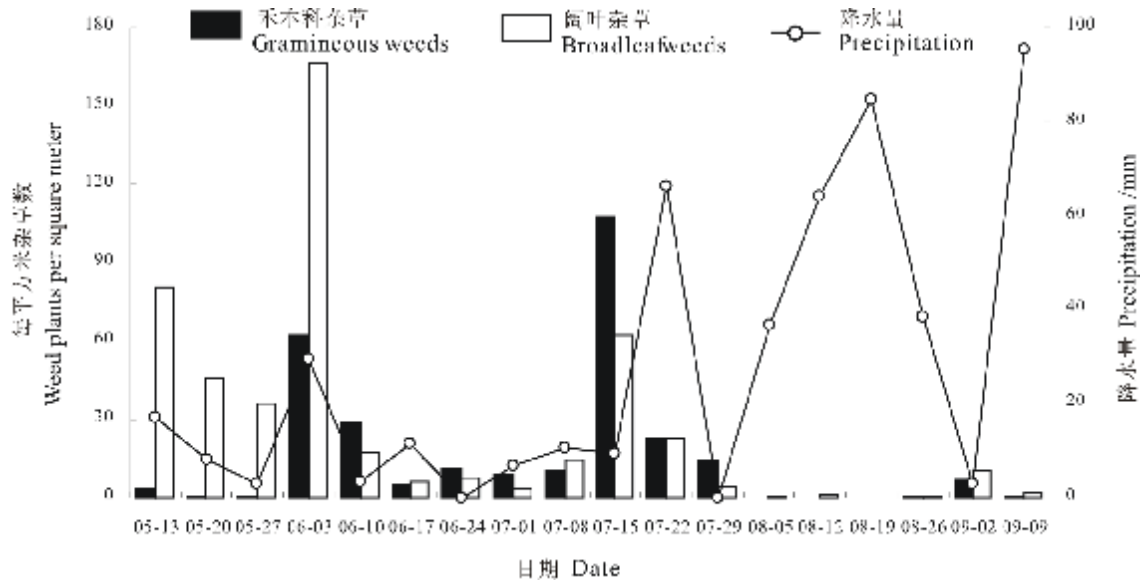


图 1 露地直播棉田杂草出土的季节变化

Fig. 1 Seasonal changes of weed germination in the direct seeding cotton field

**2.1.2 棉田混生杂草的消长规律。**在棉花的整个生长季节,棉田自然混生杂草群落的杂草数量呈现单峰变化趋势(图 2)。从 5 月中旬至 6 月初,田间杂草不断出土,且所有杂草植株均较矮小,占据的空间少,相互间竞争较小,杂草数量逐渐增

加,杂草的种类也较丰富;但是从 6 月中旬至 8 月初,杂草数量逐渐减少,从密度最大时的  $232.5 \text{ 株} \cdot \text{m}^{-2}$  降至  $28.5 \text{ 株} \cdot \text{m}^{-2}$ ,且杂草的种类也由原来的 14 种减少至 5 种,杂草群落趋于稳定,最后形成以藜为绝对优势种的杂草群落,其他杂草在藜

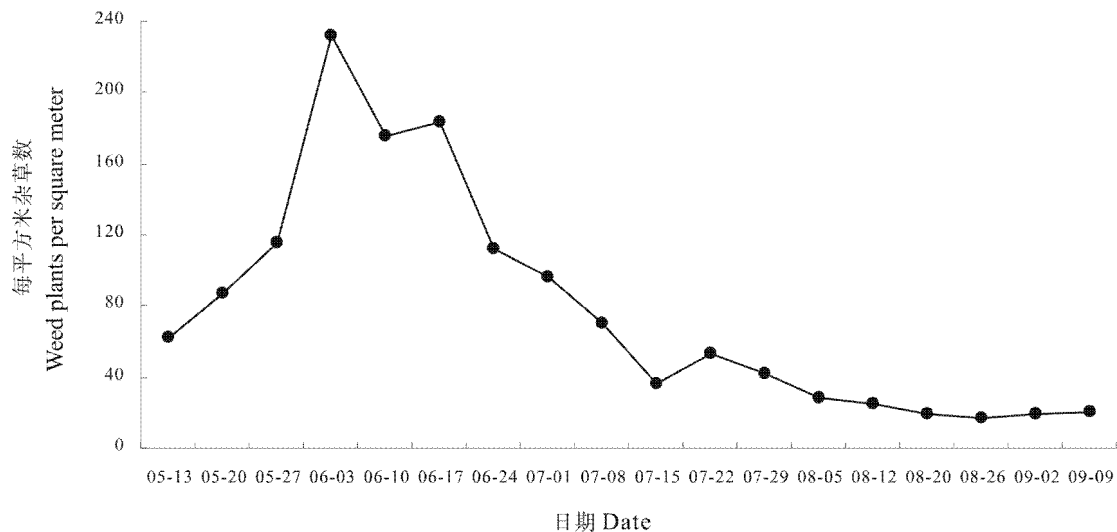


图 2 露地直播棉田杂草群落季节消长动态

Fig. 2 Seasonal variation of weed community in the direct seeding cotton field

的荫蔽下,光照严重不足,生长受到抑制,数量逐渐减少直至无法生长,其中藜所占的比例高达89.9%。可见,棉花苗期和花蕾期是棉田杂草发生的旺盛时期,至铃期和吐絮期棉田杂草种类减少,但极少数杂草占据绝对优势地位,密度变小、个体变大,杂草群落达到一种顶极群落状态。从棉花整个生育期来看,牛筋草、马齿苋、藜和鳢肠为棉田优势杂草,平均密度均大于10株·m<sup>2</sup>,其次为狗牙根、狗尾草和反枝苋,马唐、稗草、铁苋菜、裂叶牵牛、地黄、龙葵、苦蕒、苘麻和芥菜发生较轻,平均密度均小于1株·m<sup>2</sup>。

## 2.2 杂草竞争持续时间对棉花生长的影响

试验结果表明(表1),杂草与棉花共生期少于6周时,杂草对棉花的株数并无显著影响,但当共生期达8周、10周、14周、21周时,棉花的株数明显减少,减幅分别为9.5%、34.8%、36.7%和52.5%。经Duncan差异显著性分析,杂草与棉花共生期少于2周,对棉株主茎直径无显著影响;共

生达4周以上,则茎直径缩小8.6%~36.8%。将杂草竞争持续时间(有杂草周数 $x$ )与茎直径( $y$ )进行曲线回归分析,两者呈现指数变化规律,方程式为 $y=17.2e^{-0.026x}$ ( $N=463, r^2=0.38, F=277.1, P<0.001$ )。

由表1可以看出,杂草的竞争持续时间(有杂草周数 $x$ )对棉花株高( $y$ )的影响较大,经曲线回归分析,两者间符合三次多项式模型,方程式为 $y=120.98-15.2x+1.38x^2-0.034x^3$ ( $N=463, r^2=0.63, F=254.8, P<0.001$ )。经Duncan差异显著性分析,杂草持续竞争少于2周,棉花株高差异不显著;竞争期达4~10周时,株高明显降低,较无草处理矮32.0%~41.5%;而杂草共生14周和不除草处理的棉花株高差异不显著,且显著高于竞争期为4~10周的株高,但仍显著低于无草处理,形成瘦高植株,这可能是始终处于与杂草争夺阳光的状态下的结果。

表1 杂草竞争持续时间对棉花生长的影响

Table 1 Effects of interference durations of mixed-growing weeds on the growth of cotton

有杂草周数 Duration of weed interference/week	4 m 行长棉株数 Plants per 4 m	棉花茎直径 Cotton stem diameter/mm	棉花株高 Cotton plant height/cm
0	15.8 ab A	17.4 a A	113.6 a A
1	15.5 ab A	16.9 ab A	110.2 a A
2	17.3 a A	17.2 a A	105.3 a AB
4	16.5 ab A	15.9 b AB	76.8 c D
6	17.5 a A	13.8 c C	66.5 d D
8	14.3 b A	14.6 c BC	67.5 d D
10	10.3 c B	13.5 c C	77.3 c D
14	10.0 c B	11.3 d D	88.8 b C
21	7.5 d B	11.0 d D	97.4 b BC

注:数据为4次重复的平均值;同一列中小写字母不同者表示差异显著( $P<0.05$ ),大写字母不同者表示差异极显著( $P<0.01$ )。

Note: The data represent means of four replications; different lowercase letters in same column represent significant difference ( $P<0.05$ ), and different capital letters represent extremely significant difference ( $P<0.01$ ).

## 2.3 杂草竞争持续时间对棉花产量的影响

由表2看出,棉花的单株有效结铃数随着杂草共生期的延长而逐渐降低,经曲线回归分析,两者存在线性相关,方程式为 $y=7.39-0.41x$ ( $y$ 为单株有效结铃数, $x$ 为有杂草周数, $N=463, r^2=0.35, F=252.1, P<0.001$ )。杂草与棉花共生2周,单株有效结铃数就会明显减少,比无草处理减少20.7%;持续竞争达10周之后,单株有效结铃数仅为1个左右,甚至绝收。

杂草的竞争作用使棉株的成活率(株数)和单株结铃数降低,因而直接影响棉花的产量。根据表2可知,公顷结铃数、铃重、子棉和皮棉产量均随着杂草竞争持续时间的延长而降低。当杂草竞争期达6~8周时,公顷结铃数显著降低,减幅达29.8%~56.2%;竞争期达10周以后,公顷结铃数降低达90%以上。由于杂草的强烈竞争作用,有草周数为10周和14周以及全生育期不除草的3个处理区棉花的株数和单株结铃数均较

低,小区内未采摘够 50 铃,因此未统计其铃重、子棉和皮棉产量。将另外 5 个处理与无草处理比较后发现,当杂草与棉花的共生期达 6 周以上时,棉铃重比无草处理降低达 6% 以上;当杂草共生达 4 周以上,棉花产量即开始显著降低;当竞争期达 8 周时,产量下降更加明显,子棉和皮棉

产量分别降低 59.1% 和 55.8%。

杂草的竞争不仅影响棉花的产量,而且严重影响单铃的棉子数(表 2)。当杂草竞争期达 4 周以上,单铃棉子数显著降低,与无草处理相比,降幅达 7.1%~14.8%。

表 2 杂草竞争持续时间对棉花产量及产量构成因素的影响

Table 2 Effects of interference durations of mixed-growing weeds on cotton yield and yield component factors

有杂草周数 Duration of weed interference /week	单株有效铃数 Boll number per plant	公顷结铃数 Boll number per hectare	铃重 Boll weight /g	子棉产量 Seed cotton yield /(kg·hm <sup>-2</sup> )	皮棉产量 Lint yield /(kg·hm <sup>-2</sup> )	单铃棉子数 Seed number per boll
0	8.03 a A	394035 a A	6.32 a AB	2487.4 a A	965.0 a A	35.2 a A
1	7.82 a AB	380220 a A	6.29 a AB	2394.9 a A	988.6 a AB	34.7 a A
2	6.37 b BC	342720 ab AB	6.42 a A	2204.4 a AB	909.5 a AB	33.9 ab AB
4	6.28 bc BC	317985 bc AB	6.51 a A	2075.8 ab AB	846.5 ab AB	32.7 b B
6	5.13 c Cd	276570 c B	5.94 b B	1651.8 b BC	682.7 b BC	30.0 c C
8	3.87 d D	172665 d C	5.90 b B	1018.1 c C	426.3 c C	30.5 c C
10	0.99 e E	32040 e D	/	/	/	/
14	1.01 e E	2118 e D	/	/	/	/
21	0.44 e E	695 e D	/	/	/	/

注:数据为 4 次重复的平均值;同一列中小写字母不同者表示差异显著 ( $P<0.05$ ),大写字母不同者表示差异极显著 ( $P<0.01$ )。

Note: The data represent means of four replications; different lowercase letters in same column represent significant difference ( $P<0.05$ ), and different capital letters represent extremely significant difference ( $P<0.01$ ).

## 2.4 杂草竞争持续时间对棉花品质的影响

无草及 1,2,4,6,8 周有草处理共 6 个小区内的棉样进行纤维品质检测发现,随着杂草竞争

持续时间的延长,纤维品质并未呈现规律性的变化趋势,不同处理间差异不大(表 3)。

表 3 杂草竞争持续时间对棉花纤维品质的影响

Table 3 Effects of interference durations of mixed-growing weeds on cotton fiber quality

有杂草周数 Duration of weed interference/week	纤维长度 Fiber length/mm	整齐度指数 Length uniformity /%	麦克隆值 Micronaire	断裂伸长率 Elongation /%	断裂比强度 Fiber strength / (cN·tex <sup>-1</sup> )
0	28.7 c B	84.0 ab A	5.12 b B	6.48 a A	27.1 bc A
1	28.7 c B	83.6 b A	4.93 b B	6.55 a A	28.0 abc A
2	29.0 bc B	85.4 a A	5.36 b B	6.60 a A	28.3 ab A
4	29.9 a A	85.3 a A	5.33 b B	6.60 a A	28.7 a A
6	29.1 bc AB	84.9 ab A	5.49 b B	6.53 a A	28.2 abc A
8	29.6 ab AB	83.7 b A	6.39 a A	6.55 a A	26.8 c A

注:数据为 4 次重复的平均值;同一列中小写字母不同者表示差异显著 ( $P<0.05$ ),大写字母不同者表示差异极显著 ( $P<0.01$ )。

Note: The data represent means of four replications; different lowercase letters in same column represent significant difference ( $P<0.05$ ), and different capital letters represent extremely significant difference ( $P<0.01$ ).

## 3 讨论与结论

本研究初步明确了豫北露地直播棉田自然混生杂草群落与棉花的持续竞争时间对棉花生

长、产量及纤维品质的影响。当杂草与棉花竞争持续时间短于 4 周时,杂草与棉花植株均较小,且土壤中养分相对充足,杂草与棉花的竞争作用不大,因此对棉花的生长和产量的影响不大;当

杂草与棉花竞争期达 4 周以上时,田间杂草个体变大,群体竞争力增强,棉花的株数、主茎直径、单株结铃数及产量均受到严重影响;当杂草与棉花的共生期达 8 周以上,此后再除草已经无法挽回已造成的损失,并且此时棉花已逐渐封行,棉株长势旺,根系发达,其后发生的杂草竞争力降低,对棉花生长已无明显影响。因此,棉花出苗后 4~8 周是棉田杂草与棉花的竞争临界期,即棉田杂草防除的关键时期,这一研究结果对棉田杂草的防除具有较大的指导意义。棉花播后苗前使用的土壤处理除草剂,其有效期必须接近 8 周,否则,需要进行人工除草或二次化除;而使用草甘膦等茎叶处理除草剂进行行间定向喷雾处理,必须在棉花出苗 4 周之后及时进行;棉花出苗 8 周后出土的杂草,对棉花已不能构成威胁,无需防除。总之,应尽量保证棉花出苗后的 4~8 周内田间基本无草。

不同类型杂草对棉花的危害程度及竞争临界期差异较大,本试验田内杂草群落的优势种为阔叶杂草,占杂草总密度的 90% 以上,其中藜所占的比例最大。因此该试验主要反映了阔叶杂草对棉花生产的影响,而有关禾本科杂草及其不同密度配比下对棉花生长有何影响还有待进一步研究。除此之外,杂草与作物的竞争临界期又因作物的种类、密度、栽培模式、田间管理水平、气候、地理区域的不同而异<sup>[15]</sup>,因此,若想建立更加科学严密的杂草—作物竞争作用模型,需要综合考虑各种影响因素,以期获得更加准确的竞争临界期和防除经济阈值,从而更好地指导农业生产。

#### 参考文献:

- [1] 马小艳, 马艳, 彭军, 等. 我国棉田杂草研究现状及发展趋势[J]. 棉花学报, 2010, 22(4): 372-380.  
MA Xiao-yan, Ma Yan, Peng Jun, et al. Current situation and developing tendency of the weed researches in cotton field of China [J]. Cotton Science, 2010, 22(4): 372-380.
- [2] 彭军, 马艳. 棉田杂草发生危害及防除技术概述[J]. 中国棉花, 2008, 35(10): 7-9.  
PENG Jun, Ma Yan. Review of weed occurrence and control techniques in cotton field[J]. China Cotton, 2008, 35(10): 7-9.
- [3] ZIMDAHL R L. Weed-crop competition: A review[M]. Corvallis OR: International Plant Protection Center, Oregon State University, 2004: 83-93.
- [4] SWANTON C J, Weise S F. Integrated weed management: the rationale and approach[J]. Weed Technology, 1991, 5: 657-663.
- [5] KROPFF M J, Weaver S E, Smits M A. Use of ecophysiological models for crop-weed interference: relations amongst weed density, relative time of weed emergence, relative leaf area and yield loss[J]. Weed Science, 1992, 40: 296-301.
- [6] SWANTON C J, Weaver S, Cowan P. et al. Weed thresholds: theory and applicability[J]. Journal of Crop Production, 1999, 2: 9-29.
- [7] BUCHANAN G A, Burns E R. Influence of weed competition on cotton[J]. Weed Science, 1970, 18(1): 149-154.
- [8] 吴建荣, 韩娟, 沈俊明, 等. 恶性杂草马唐与麦套移栽棉的竞争临界期[J]. 江苏农业学报, 1999, 15(2): 87-91.  
WU Jian-rong, Han Juan, Shen Jun-ming, et al. A study on the critical period of competition between crabgrass and transplanted cotton interplanting with wheat[J]. Jiangsu Journal of Agriculture Science, 1999, 15(2): 87-91.
- [9] SNIPES C E, Street J E, Walker R H. Interference periods of Common cocklebur(*Xanthium strumarium*) with cotton(*Gossypium hirsutum*)[J]. Weed Science, 1987, 35: 529-532.
- [10] KEELEY P E, Thullen R J. Growth and interaction of Bermuda-grass (*Cynodon dactylon*) with cotton(*Gossypium hirsutum*)[J]. Weed Science, 1991, 39: 570-574.
- [11] KEELEY P E, Thullen R J. Growth and interaction of Johnsongrass(*Sorghum halepense*) with cotton(*Gossypium hirsutum*) [J]. Weed Science, 1989, 37: 339-344.
- [12] KEELEY P E, Thullen R J. Growth and competition of Black nightshade(*Solanum nigrum*) and Palmer amaranth(*Amaranthus palmeri*) with cotton(*Gossypium hirsutum*)[J]. Weed Science, 1989, 37: 326-334.
- [13] BRYSON C T. Interference and critical time of removal of Hemp Sesbania(*Sesbania exaltata*) in cotton(*Gossypium hirsutum*)[J]. Weed Technology, 1990, 4: 833-837.
- [14] PAPAMICHAIL D, Eleftherohorinos I, Froud-Williams R, et al. Critical periods of weed competition in cotton in Greece [J]. Phytoparasitica, 2002, 30: 105-111.
- [15] BUCHANAN G A, Burns E R. Influence of weed competition on cotton[J]. Weed Science, 1970, 18: 149-154. ●