

混生杂草对小麦的危害损失及经济阈值研究

秦虎强¹ 史清华² 李冬生¹ 师宝君¹ 呼延玲¹

(1陕西省农科院植保所, 2陕西省林科所, 陕西杨凌 712100)

摘 要 研究表明, 杂草株高、干重指数越大, 危害期越长, 对小麦产量影响越大, 损失越严重。杂草相对株高干重积与危害期对小麦产量及成穗数、穗粒数、千粒重呈极显著负相关; 与产量损失率呈极显著“S”型生长曲线正相关, 杂草防除经济阈值为株高干重积 $102.1 \text{ m}^2 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ (混合密度为 $15 \sim 20 \text{ 株} / \text{m}^2$); 危害临界期为小麦拔节前。并建立了混生杂草对小麦危害损失关系数学模型。

关键词 混生杂草群落, 小麦, 产量损失测定模型, 经济阈值

分类号 S451.1

近年来, 有关杂草生态学研究表明, 杂草与作物之间不仅存在竞争, 也存在相互忍受、抵抗及自我修复补偿调节作用; 在一定的密度和共生期内, 杂草对作物危害及产量损失影响较小^[1-2], 因而在生态农业、经济农业条件下, 改变目前“见草必除, 除草必净”的传统作法, 探讨杂草防除生态经济阈值及损失测定模型成为杂草科学研究的一个新内容。

目前有关农田杂草对农作物产量的危害损失测定及生态经济阈值模型的研究报道较多^[1-6], 但关于混生种群下杂草对小麦危害损失测定及经济阈值模型的研究较少。笔者通过对该项目研究, 旨在探讨建立麦田杂草危害损失测定与经济阈值模型, 为大面积防治选择合理的防除适期, 为确定经济防除指标提供依据。

1 材料和方法

1.1 试验设计

试验地设在凤翔县横水农场, 土质为壤土, 肥力均匀中等, 水肥管理条件一致。小麦品种为陕229, 播量为 $90 \text{ kg} / \text{hm}^2$, 9月底播种。杂草种类为播娘蒿、婆婆纳、荠菜3种。

1.2 混生种群下不同密度对小麦产量损失

设小区面积 4 m^2 , 杂草自然发生结合人工播种, 根据出草数量于冬季杂草出草高峰过后1月下旬, 分0~400株1个不同密度梯度处理定苗, 3个重复共33个小区。试验测定以3种不同杂草实际发生密度为准, 其他杂草随见随拔, 在杂草枯死前统一全部拔除, 调查记载不同杂草株数、平均株高、鲜重及干重。

1.3 混生杂草不同危害期对小麦产量损失

试验按3种杂草比例(1:1.8:20)控制杂草密度在 $30 \sim 40 \text{ 株} / \text{m}^2$ 内, 设全生育期、11月下旬、翌年2月下旬、3月下旬、4月中旬、5月上旬后均无草及全生育期不除草共7个处理, 3次重复, 小区面积 15 m^2 , 处理间随机排列。方法采取人工拔除, 各处理调查杂草

收稿日期 1998-06-11

作者简介 秦虎强, 男, 1962年生, 助理研究员。

株数、鲜重及干重。在收获前,每小区均采样 2 m²收获考种,测定成穗数、穗粒数、千粒重、产量及小麦株高。

2 结果与分析

2.1 混生杂草不同密度对小麦产量损失

2.1.1 对小麦产量损失测定及模拟试验结果 试验结果见表 1。从表 1 看出,当杂草混合发生密度低于 30 株/m²时,对小麦危害较轻,损失率低于 5.8%;当杂草密度达到 50 株/m²以上时,小麦产量损失达到 8.8%~53.6%。随着杂草密度递增,杂草绝对株高干重积、相对株高干重积指数呈规律性递增,并与产量构成因子呈明显负相关。

表 1 混生杂草不同密度对小麦产量损失测定及模拟试验结果

密度 / (株·m ⁻²)	高干重积 / (m ³ ·g·m ⁻²)	相对高干重积 / (g ⁺ ·m ⁻²)	穗数 / (万穗·hm ⁻²)		穗粒数 / 粒		千粒重 / g		产量 / (kg·hm ⁻²)		损失率 / %	
			实测值	理论值	实测值	理论值	实测值	理论值	实测值	理论值	实测值	理论值
0	0	0	592.5	612.0	32.6	32.6	39.7	40.3	5646.0	5872.5	0	0
10.0	69.1	92.1	592.5	592.8	32.2	31.6	39.5	39.5	5623.5	5649.0	0.4	0.0
20.0	110.8	147.7	586.5	584.1	31.2	30.9	39.1	39.9	5538.0	5514.0	1.9	2.4
30.0	168.8	225.1	574.5	571.9	30.2	30.1	38.3	38.4	5320.5	5325.0	5.8	5.7
51.0	243.1	324.1	556.5	556.5	28.9	29.0	37.8	37.4	5148.0	5085.0	8.8	10.0
75.0	313.3	417.5	543.0	542.0	28.0	27.9	37.0	36.6	4888.5	4857.0	13.4	14.0
93.0	474.3	632.4	501.0	508.4	25.1	25.5	34.4	34.7	4386.0	4335.0	22.3	23.2
156.0	641.8	855.7	468.0	473.4	22.7	23.0	32.4	32.7	3771.0	3792.0	33.2	32.9
210.0	714.9	953.2	453.0	458.3	21.5	22.0	31.6	31.9	3492.0	3553.5	38.2	37.1
312.0	863.5	1151.3	427.5	427.2	20.2	19.7	30.3	30.1	2949.0	3072.0	47.8	45.6
408.0	953.4	1271.2	409.5	408.4	19.5	18.4	29.6	29.1	2617.5	2781.0	53.6	50.8

注: 相对株高干重积指不同杂草平均株高、干重积与小麦平均株高之比值。

2.1.2 不同生物指标与小麦产量、损失率的相关性 根据试验结果,选用 6 种可能的数学模型进行回归模拟,按相关系数和回归方差分析差异显著性 (F) 来衡量各模型拟合度,结果见表 2。

表 2 不同生物指标与小麦产量、损失率相关性

指标项目	回归方程	相关系数		差异显著性	
		r	$P_{0.01}$	F	$F_{0.01}$
混合发生密度 / (株·m ⁻²)	$\hat{y} = 5471.4 - 8.2481x$	-0.9341 [*]	0.449	205.5 [*]	7.56
	$\hat{p} = 3.1 + 0.1460x$	0.9327 [*]		200.7 [*]	
绝对株高干重积 / (m ³ ·g·m ⁻²)	$\hat{y} = 5774.7 - 2.9621x$	-0.9052 [*]		136.1 [*]	
	$\hat{p} = -3.97 + 0.0575x$	0.9907 [*]		1598.2 [*]	
相对株高干重积 / (g ⁺ ·m ⁻²)	$\hat{y} = 5872.8 - 2.4323x$	-0.9932 [*]		2174.9 [*]	
	$\hat{p} = -2.47 + 0.0397x$	0.9136 [*]		151.5 [*]	

注: 小麦产量为 kg/hm²; 损失率为%。

从表 2 看,杂草混合发生密度、株高干重积、相对株高干重积均与小麦产量、产量损失率呈极显著负相关或正相关,均可作为测定小麦产量或产量损失率的相关指标。但从相关系数 (r) 与回归方差分析差异显著性 (F) 来看,以杂草相对株高干重积作为指标测定小麦产量,以绝对株高干重积测定损失率比较理想,相关性与拟合度均较好 (表 1)。

2.1.3 杂草相对株高干重积与小麦产量构成因素相关性 通过对 6 种数学模型进行回归

模拟分析结果,按相关系数与方差分析差异显著性来衡量模型拟合度,结果见表 3,模拟测定结果见表 1.

表 3 杂草相对株高干重积对小麦产量构成因素相关性

指标项目	回归方程	相关系数		差异显著性	
		r	$r_{0.01}$	F	$F_{0.01}$
成穗数/(万穗·hm ⁻²)	$\hat{y}=607.2-0.15630x$	-0.9965 [*]	0.449	4293.63 [*]	7.56
穗粒数/粒	$\hat{y}=32.6-0.01115x$	-0.9943 [*]		2611.83 [*]	
千粒重/g	$\hat{y}=40.3-0.00883x$	-0.9932 [*]		1910.46 [*]	

2.2 混生杂草不同危害期对小麦产量损失

2.2.1 对小麦产量损失测定及模拟试验结果 从试验结果(表 4)看出,随杂草危害期延长,对小麦产量的影响越大,并呈规律性递减.但前期(危害期小于 140 d)对小麦产量影响较小.当共生期大于 140 d,小麦与杂草均进入生长旺盛期,杂草对小麦产量影响较大.

表 4 不同危害期对小麦产量影响与模拟试验结果

危害期/d	杂草密度/(株·m ⁻²)	成穗数/(万穗·hm ⁻²)		穗粒数/粒		千粒重/g		产量/(kg·hm ⁻²)		损失率/%	
		实测值	理论值	实测值	理论值	实测值	理论值	实测值	理论值	实测值	理论值
0	0	629.1	641.1	31.7	32.0	34.1	34.6	5646.0	5805.6	0	0.0
50	27.3	627.2	625.4	31.6	31.6	34.0	33.9	5637.0	5606.3	0.2	0.10
140	33.7	610.8	597.0	31.4	30.9	33.6	32.8	5529.0	5247.5	2.1	3.4
170	39.0	599.6	587.6	30.8	30.6	33.0	32.4	5284.5	5127.8	6.4	8.0
190	34.5	586.4	581.3	30.4	30.5	32.2	32.2	5005.5	5048.1	11.3	11.4
210	38.4	576.0	575.0	30.1	30.3	31.4	31.9	4818.0	4968.3	14.7	14.0
240	35.0	541.7	565.5	29.9	30.1	31.0	31.5	4732.5	4848.8	16.2	16.0

2.2.2 不同危害期与小麦产量构成因素相关性 对试验数据选用 8 种数学模型进行模拟,以相关系数与回归方差分析差异显著性衡量其拟合度,结果(表 5)看出,杂草危害期对小麦产量、成穗数、穗粒数、千粒重均呈极显著负相关,而与产量损失率呈极显著不对称“S”型生长曲线,模拟测定结果见表 4.

表 5 不同杂草危害期对小麦产量及产量构成因素相关性

指标项目	回归方程	相关系数		差异显著性	
		r	$r_{0.01}$	F	$F_{0.01}$
穗数/(万穗·hm ⁻²)	$\hat{y}=641.1-0.31440x$	-0.8977 [*]	0.8343	20.76 [*]	16.26
穗粒数/粒	$\hat{y}=32.0-0.00787x$	-0.9297 [*]		31.56 [*]	
千粒重/g	$\hat{y}=34.6-0.01257x$	-0.8989 [*]		20.40 [*]	
产量/(kg·hm ⁻²)	$\hat{y}=5805.6-3.98700x$	-0.9016 [*]		21.71 [*]	
损失率/%	$\hat{p}=16.90/1+e^{7.25-0.0421x}$	-0.9862 [*]		145.31 [*]	

2.3 混生种群下杂草对小麦产量损失测定关系模型的确立

研究表明,杂草对小麦的危害损失不仅受杂草种类密度、株高、生物量(干重)影响,而且受危害期等因素影响,因而损失测定宜选择并建立一个动态的生物指标和数学模型.

由表 1 研究结果,当杂草危害期为 240 d(全生育期)时,杂草株高干重积与产量损失率呈极显著直线相关,其回归模拟方程为:

$$\hat{p} = -3.971 + 0.05748x \tag{1}$$

由表 5 研究结果, 在杂草密度、株高干重积不变的条件下, 杂草危害期 (t) 与产量损失符合生长曲线, 模拟公式为

$$\hat{p} = \frac{C}{1 + e^{a - bt}} \quad (2)$$

当杂草密度为 30~40 株 /m², 株高干重积为 362.9 m² g /m² 时

$$\hat{p} = \frac{16.90}{1 + e^{7.25 - 0.042t}} \quad (3)$$

当 $t = 240$ d 时, 由 (2) 式可知

$$C = \hat{p}(1 + e^{a - bt}), C = \hat{p}(1 + e^{7.25 - 0.042 \times 240}) = 1.059\hat{p} \approx \hat{p}$$

此时, $\hat{p}$ 也符合 (1) 式, 由此可推出杂草对小麦危害产量损失率测定模型为

$$\hat{p} = \frac{3.97 + 0.05748x}{1 + e^{7.25 - 0.042t}} \quad (4)$$

或

$$\hat{p} = \frac{3.97 + 0.05748(h_1 G_1 + h_2 G_2 + \dots + h_n G_n)}{1 + e^{7.25 - 0.042t}} \quad (5)$$

式中: $\hat{p}$ 为杂草对小麦危害产量损失百分率; x 为杂草株高干重积; t 为杂草危害期; h_n, G_n 分别为 n 种杂草平均株高和干重。

由 (4) (5) 式可看出, 当 $t = 240$ d 时, (4) 式或 (5) 式可变成 (1) 式; 当杂草发生密度 30~40 株 /m², 株高干重积为 362.9 m² g /m², (4) 式或 (5) 式可变成 (3) 式。

2.4 生态经济阈值的测定

按照生态经济阈值定义^[3] $p \cdot v \cdot \hat{p}(x) = (C/E) + F$

式中: P 为平均产量水平, 现时一般为 5 250 kg /hm²; v 为小麦商品价格, 以 1.5 元 /kg 计; $\hat{p}(x)$ 为杂草群体水平 (x) 对作物产量损失率 ($\hat{p}$) 之间函数关系; C 为防治费用, 以除草剂“巨星”施一次药成本 37.5 元 /hm² 及用工费 30.0 元 /hm² 计; E 为防效 (以 90% 计); F 为杂草在其经济阈值水平上创造的价值, 以每 hm² 生产干物质 750 kg, 价值 75.0 元计。

代入上式得 $\hat{p}(x) = (C + EF) / (PVE) \times 100\% = 1.90\%$

杂草经济阈值 = $(\hat{p} + 3.971) / 0.05748 = 102.1 \text{ m}^2 \text{ g /m}^2$

即在杂草混合发生群体水平株高干重积超过 102.1 m² g /m² (或杂草混合密度约为 15~20 株 /m²) 时应开始防治, 否则会造成不同程度经济损失。

3 讨 论

1) 综合以上研究结果, 初步明确了混生杂草种群对小麦产量及产量构成因素的影响和相关性, 并通过模拟试验结合实际建立了初步测定杂草对小麦产量损失率数学模型, 提出了经济阈值及除草临界期。但杂草对作物危害及产量损失关系比较复杂, 它涉及杂草种类数量、生物学特性、小麦品种特性、播种密度、杂草出苗期、危害期、耕作方式、水肥条件等, 因而在应用中必须结合实际并通过大量试验和诸多因素加以调整^[4]。

2) 目前国内有关研究报道主要以杂草密度及绝对株高干重积作为指标来测定杂草对小麦产量及产量构成因素指数, 并以杂草密度作为经济阈值指标^[4~6]。根据本研究结果, 笔者认为在田间诸多因素复杂的动态条件下, 以相对株高干重积作为测定混生杂草种群对小麦产量及产量构成因素指数, 以绝对株高干重积作为测定杂草对小麦产量损失率及

经济阈值指标是比较符合实际和合理的。该研究结果及提出的经济阈值、除草临界期与国内有关研究结果基本一致。

3) 本研究结果是在人工模拟条件下,以播娘蒿、婆婆纳、荠菜 3 种优势杂草种群发生条件下进行的,对于 3 种以上更多种杂草混生条件下小麦的危害损失测定还缺乏进一步研究和验证。

参 考 文 献

- 1 徐秀娟,毕国金,崔风高,等.春花生田混群杂草的生态经济阈值和生态经济除草阈值模型的研究.杂草学报,1991,5(3): 42~ 43
- 2 陈 磊,李慈厚,张俊喜,等.农田杂草经济阈值数学模型与应用.杂草学报,1995,9(2): 40~ 43
- 3 蒋玲秀,吴建荣.锂对棉花的危害损失测定及生态经济阈值的初步研究.杂草学报,1994,8(2): 39~ 41
- 4 谢鹏云,朱玉新.播娘蒿、离子草对小麦危害损失及经济阈值的研究.杂草学报,1993,7(3): 11~ 15
- 5 孙广勤,赵保祥,杨玉真,等.播娘蒿、离子草对小麦危害损失及经济阈值的研究.杂草学报,1990,4(1): 38~ 39
- 6 唐洪元,王学鹤,沈国辉.看麦娘等杂草对麦子产量损失的研究.杂草学报,1990,4(1): 8~ 11

A Study on the Effect of Weed Colony on Wheat Yield Loss and It's Economic Threshold

Qin Huqiang¹ Shi Qinghua² Li Dongsheng¹ Shi Baojun¹ Hu Yanling¹

(¹ Institute of Plant Protection, Shaanxi Academy of Agricultural Sciences;

² Shaanxi Forestry Institute, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract The research results showed that the height, index and harm period of weeds could strongly affect the yield of wheat. The greater they were, the more severe the loss of yield was. The relative weed height, dry weight, and the harm period had a remarkable negative relationship with wheat yield, ears/hm², grains/ear and weights/1000 grains, while they showed a remarkable positive relationship to the rate of wheat yield loss. A simulated equation of weeds to wheat yield loss was established in this paper. The economic threshold for weed control was 102.1 m² g m⁻² of the product of height and dry weight (15~ 20 plants/m² weed density). The critical harm period was just before jointing stage.

Key words weed colony, wheat, yield loss determination model, economic threshold