

王晓娥, 王国军, 郝兴顺, 等. 稻秸还田与芽前除草剂投入对秦巴地区油菜田冬前杂草群落的影响[J]. 江苏农业科学, 2020, 48(21): 128–132.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.21.022

稻秸还田与芽前除草剂投入对秦巴地区油菜田冬前杂草群落的影响

王晓娥¹, 王国军¹, 郝兴顺¹, 陈 乔², 陈 浩¹, 秦宇航¹, 张春辉¹, 崔月贞¹

(1. 汉中市农业科学研究所, 陕西汉中 723000; 2. 汉中职业技术学院, 陕西汉中 723002)

摘要:秦巴地区油菜田杂草危害严重, 稻秸还田是该地区近 2 年主推的耕作措施, 为了探索相应的除草技术, 通过稻秸还田 + 芽前除草剂投入的组合试验, 研究其对秦巴稻油轮作两熟区油菜田冬前杂草群落和油菜基本苗的影响。结果表明, 油菜田冬前杂草有 4 科、4 种, 多花黑麦草和繁缕是优势种类, 密度之和占杂草总密度 94.31%。稻秸还田降低杂草总密度 17.2% ~ 35.3%, 减少杂草生物量 4.7% ~ 31.7%。芽前除草剂降低杂草总密度 80.6% ~ 89.0%, 减少杂草生物量 58.7% ~ 73.1%, 提高油菜基本苗数 21.6% ~ 72.7%。配施秸秆腐解剂影响杂草丰富度。稻秸还田与芽前除草剂结合使用对降低油菜田冬前杂草发生密度、总生物量, 改变田间杂草生物多样性有互作效应。

关键词:稻秸还田; 芽前除草剂; 杂草; 油菜基本苗

中图分类号:S451.22⁺4

文献标志码:A

文章编号:1002-1302(2020)21-0128-05

秦巴地区是稻油两熟区, 气候温暖湿润, 年降水量 800 ~ 1 000 mm, 历史沿续水旱轮作的复种模式, 主要种植甘蓝型油菜品种, 如汉油 8 号、秦油 10 号、沔油 737、陕油 15 等。该地田间杂草与油菜苗争夺光照、土壤养分和生长空间等自然资源十分剧烈, 严重影响油菜苗数量和质量, 可造成油菜籽粒减产 10% ~ 20%, 甚至 50% 以上, 同时降低菜籽品质^[1-3]。合理控制田间杂草, 保障油菜基本苗数量, 促进幼苗良好生长, 是该地油菜优质高产的基础。

油菜田杂草出苗主要在冬前, 占油菜整个生长季杂草总量的 70% ~ 80%, 导致油菜成苗株数少, 形成瘦苗、弱苗和高脚苗, 对油菜苗生长和后期籽粒产量影响极大, 因此冬前杂草是油菜田杂草防除的关键^[4-9]。相关研究表明, 稻草覆盖具有较好的控制作用, 盖草量为 900 g/m² 时, 总体控草效果达到 96.3%^[10]; 秸秆还田时, 水稻、小麦和高粱等秸秆的化感作用可抑制杂草生长, 减少除草剂施药次数和使用量, 有效减轻环境污染^[11-14]。还有研究表明, 油菜田除草剂效果显著, 而除草剂的使用有芽前投入和生长中期使用多种方式^[15-19]。

近 2 年秸秆还田作为主推技术在秦巴地区推广, 随着该措施的推广和大型农业机械的加入, 过去成熟的田间管理模式势必随之改变, 稻秸还田对油菜田杂草的影响、稻秸还田技术与芽前除草技术结合使用对杂草和油菜苗情的影响尚未见报道。本研究在秦巴地区秸秆还田试验基础上结合芽前除草剂使用, 研究 2 种技术结合对油菜田冬前杂草群落分布和油菜基本苗的影响, 以期对秸秆还田措施下农田杂草防除和提高作物竞争力提供技术依据。

1 材料与方法

1.1 材料

前茬水稻, 品种为黄华占。撒施氮磷钾肥后将水稻残茬和秸秆机械旋入土壤(0 ~ 15 cm), 机播油菜。油菜品种为丰油 737, 除草剂为 50% 乙草胺乳油(EC)(大连瑞泽农药股份有限公司提供)。

1.2 试验设计

稻秸还田设 4 个处理, 分别为 A: 不还田 + 常规施 NPK 肥; B: 全量还田 + 常规施 NPK 肥; C: 全量还田 + 秸秆腐解剂 + 常规施 NPK 肥; F: 全量还田 + 秸秆腐解剂 + 常规施 PK 肥、N 减量 15%。芽前土壤封闭除草剂投入设 2 个处理, 分别为 L₁: 播后 2 ~ 3 d 喷施乙草胺; L₀ 不喷施乙草胺。A、B、C、F + L₁ 处理代号分别为 A₁、B₁、C₁、F₁; A、B、C、F + L₀ 处理代号分别为 A₀、B₀、C₀、F₀。试验为大区设计, 不设

收稿日期: 2020-01-06

基金项目: 陕西省农业科技创新与攻关项目(编号: 2016NY-180)。

作者简介: 王晓娥(1971—), 女, 陕西城固人, 高级农艺师, 主要从事农田病虫害研究、防治及田间药效试验工作。E-mail: 1574566516@qq.com。

重复, 2 因素组成 8 个处理, 各试验面积约 1 000 m²。试验设计见表 1、表 2。

表 1 试验处理与除草剂施用

处理代号	处理描述	稻秸 (kg/hm ²)	氮肥 (kg/hm ²)	磷肥 (kg/hm ²)	钾肥 (kg/hm ²)	50% 乙草胺 EC(mL/hm ²)
A ₁	A(稻秸不还田+常规 NPK)+芽前除草剂 L ₁	—	180	90	105	1 200
A ₀	A(稻秸不还田+常规 NPK)+无芽前除草剂 L ₀	—	180	90	105	—
B ₁	B(稻秸还田+常规 NPK)+芽前除草剂 L ₁	9 000	180	90	105	1 200
B ₀	B(稻秸还田+常规 NPK)+无芽前除草剂 L ₀	9 000	180	90	105	—
C ₁	C(稻秸还田+秸秆腐解剂+常规 NPK)+芽前除草剂 L ₁	9 000	180	90	105	1 200
C ₀	C(稻秸还田+秸秆腐解剂+NPK)+无芽前除草剂 L ₀	9 000	180	90	105	—
F ₁	F(稻秸还田+秸秆腐解剂+85% N+常规 PK)+芽前除草剂 L ₁	9 000	153	90	105	1 200
F ₀	F(稻秸还田+秸秆腐解剂+85% N+无芽前除草剂 PK)+无芽 前除草剂 L ₀	9 000	153	90	105	—

表 2 试验设计及田间布置

稻秸不还田+常规 NPK(A)		稻秸还田+ 常规 NPK(B)		稻秸还田+腐解剂+ 常规 NPK(C)		稻秸还田+腐解剂+ N 减量 15%+常规 PK(F)	
施芽前除草剂(L ₁)	不施芽前除草剂(L ₀)	L ₁	L ₀	L ₁	L ₀	L ₁	L ₀

1.3 田间管理

2017 年 9 月 29 日氮磷钾肥一次基施, 大型拖拉机翻埋基肥、稻秸入土壤中; 10 月 1 日机械播种, 播种垄宽 2 m、每垄 6 行, 播量 4 500 g 定苗 37.5 万/hm²; 播种 2~3 d, 油菜出苗前(10 月 2 日) 喷施芽前除草剂, 处理 L₁ 乙草胺按试验量用柴油喷杆式喷雾机喷雾, 进行土壤封闭除草; 11 月 17 日喷施毒死蜱杀虫剂, 防治菜青虫 1 次; 2018 年 1 月 30 日冬季灌水 1 次。

1.4 冬前杂草调查和方法

2017 年入冬前(11 月 19—20 日)(油菜 5~7 叶期), 每个处理大区单对角线 4 点抽取样方, 样方面积 1 m×1 m, 拔净样方内所有杂草带回实验室, 分别记录各样方的杂草种类, 各种类杂草的株(分蘖)数, 并称量生物量。杂草重要程度用相对密度为衡量指标, 生物量以 1 m² 杂草鲜质量为指标, 生物多样性采用 Shannon 多样性指数(H')、均匀度指数(E)及 Margalef 丰富度指数(DMG)3 个指标来测度。计算公式如下^[11]:

$$\text{相对密度} = n(\sum N)^{-1} \times 100\% ;$$

$$H' = (N \lg N - \sum n \lg n) N^{-1} ;$$

$$E = H'(\ln N)^{-1} ;$$

$$\text{DMG} = (S - 1)(\ln N)^{-1} .$$

式中: N 为各处理样方(1 m²)内所有杂草的数量; n 为各处理样方(1 m²)内某种杂草的数量; S 为各处理样方(1 m²)内杂草的种类。

1.5 油菜苗数调查

2017 年 11 月 19—20 日, 各样方取草后, 调查

记录校方内油菜苗数。

1.6 数据处理

采用 Excel 2607 和 DPS 7.25 软件对试验数据进行处理、绘图、方差分析, 采用 LSD 多重比较法比较试验中不同处理间的差异显著性^[20]。将试验变异来源分为稻秸还田、除草剂处理、2 因素交互和误差 4 个部分, 计算出稻秸还田、除草剂因素及交互作用力大小, 比较显著性。计算公式如下^[21]:

$$\text{稻秸还田作用力} = \frac{\text{稻秸还田变量(平方和)}}{\text{总变量(总平方和)}} \times 100\% ;$$

$$\text{芽前除草剂作用力} = \frac{\text{芽前除草剂变量(平方和)}}{\text{总变量(总平方和)}} \times 100\% ;$$

$$\text{交互作用力} = \frac{\text{交互变量(平方和)}}{\text{总变量(总平方和)}} \times 100\% .$$

2 结果与分析

2.1 稻秸还田与芽前除草剂对油菜田冬前杂草密度的影响

2.1.1 不同处理油菜田冬前杂草种类和密度 从表 3 可以看出, (1) 秦巴稻油两熟区冬季油菜田杂草共 4 科、4 种, 其中单子叶禾本科 1 种, 占杂草总数的 50.47%, 阔叶类杂草 3 种, 占 49.53%; 阔叶类杂草中茜草科、石竹科和十字花科各 1 种, 石竹科的繁缕占杂草总数的 43.84%; 多花黑麦草和繁缕 2 种杂草发生密度大, 占整个油菜田冬前杂草总量的 90% 以上。(2) 稻秸还田和芽前除草剂投入措施对杂草密度影响很大。稻秸不还田又不施芽前除草剂的 A₀ 杂草总密度最高, 为 3 843.8 株/m², 稻秸、

腐解剂、芽前除草剂都用的 C₁ 杂草总密度最低,为 424.0 株/m²,2 处理相差 3 419.8 株/m²。(3)芽前除草剂投入能极显著降低杂草密度。施用芽前除草剂的 A₁、B₁、C₁ 和 F₁ 处理,杂草总密度较 A₀、B₀、C₀ 和 F₀ 处理降低 80.6%、74.1%、86.7% 和

86.4%。(4)稻秸还田也可以有效降低杂草的密度。施用芽前除草剂时,还田各处理 B₁、C₁ 和 F₁ 杂草总密度较不还田 A₁ 降低 13.5%、43.2% 和 44.9%;不施用芽前除草剂,还田各处理 B₀、C₀ 和 F₀ 杂草总密度较 A₀ 降低 35.3%、17.2% 和 21.2%。

表 3 稻秸还田与芽前除草剂油菜田间冬前杂草的种类和密度

杂草科	杂草种类	密度(株/m ²)							
		A ₁	B ₁	C ₁	F ₁	A ₀	B ₀	C ₀	F ₀
禾本科	多花黑麦草	134.0±34.1c	156.0±61.4c	237.0±22.2c	224.0±78.5c	1 868.0±229.4a	1 029.0±174.9b	1 604.0±176.9a	1 680.0±320.3a
茜草科	猪殃殃	174.0±60.5b	16.0±8.4b	34.0±6.2b	39.0±9.9b	447.0±85.5a	425.0±88.3a	106.0±16.0b	119.0±30.8b
石竹科	繁缕	438.0±112.2c	473.0±135.6bc	98.0±21.3c	148.0±3.6c	1 509.0±202.7a	1 032.0±378.3ab	1 281.0±169.3a	1 214.0±227.1a
十字花科	碎米荠	0	0	0	0	19.8±2.1a	0	5.3±1.3b	17.3±3.5a
总密度		746.0	645.0	424.0	410.7	3 843.8	2 486.0	3 181.3	3 030.3

注:同行数据后不同小写字母表明处理间差异显著($P<0.05$)。表 4、表 5 同。

2.1.2 不同处理油菜田冬前杂草相对密度 从表 4 可以看出,(1)A₀ 中,多花黑麦草、猪殃殃和繁缕生长优势明显,密度大,3 种杂草密度之和占 99.47%,其中,又以多花黑麦草密度最大,占 48.26%。B₀ 处理中多花黑麦草密度低于 A₀。C₁、F₁ 处理与 A₁ 处理相比,茜草科杂草均有不同程度地减少,密度显著降低,说明在稻秸还田的同时,配施腐解剂对杂草种类影响显著。(2)施用芽前除草剂,A₁ 处理中繁缕、猪殃殃和多花黑麦草均为优势种,其中繁缕相对密度为 56.91%,明显高于猪殃殃和多花黑麦草相对密度之和;B₁ 处理中繁缕和多花黑麦草为优势种,其中繁缕相对密度 69.43%,明显

高于多花黑麦草;C₁、F₁ 处理中多花黑麦草为优势种,繁缕次之。说明芽前除草剂显著改变田间杂草优势种群的组成。(3)不施用芽前除草剂时,A₀、B₀、C₀、F₀ 处理中,多花黑麦草和繁缕为优势种;A₀ 处理中多花黑麦草和繁缕总相对密度为 87.32%,且多花黑麦草的相对密度高于繁缕和猪殃殃;B₀ 处理中多花黑麦草相对密度降低了 5.61 百分点,猪殃殃相对密度增加了 5.49 百分点,没有碎米荠,说明秸秆还田能使杂草种类减少。添加了腐解剂的 C₀、F₀ 处理中,优势种多花黑麦草相对密度为 55.23%~56.16%,高于另一优势杂草繁缕的相对密度(40.05%~40.37%)。

表 4 稻秸还田及芽前除草剂投入下油菜田间冬前杂草相对密度

杂草科	杂草种类	相对密度(%)							
		A ₁	B ₁	C ₁	F ₁	A ₀	B ₀	C ₀	F ₀
禾本科	多花黑麦草	18.36±4.9d	28.30±12.8cd	68.19±1.8a	48.46±7.7abc	48.26±1.7abc	42.65±8.9bc	56.16±1.5ab	55.23±7.1ab
茜草科	猪殃殃	24.73±9.9ba	2.27±0.9c	9.11±2.9bc	10.18±3.3bc	12.15±3.0abc	17.64±4.3ab	3.63±0.9bc	4.40±1.5bc
石竹科	繁缕	56.91±5.8ab	69.43±12.9a	22.70±2.4c	36.97±4.6bc	39.06±3.6bc	39.70±13.2abc	40.05±1.6bc	40.37±6.4bc
十字花科	碎米荠	0	0	0	0	0.52±0.1b	0	0.17±0.1b	4.39±0.9a

2.2 秸秆还田与芽前除草剂对油菜田杂草生物多样性的影响

从表 5 可以看出,冬前杂草多样性 H' 差异显著。B₁ 处理最低,F₀ 处理最高,其他处理处于一个水平,说明单纯稻秸还田能降低杂草多样性,改变杂草优势种类比例,形成结构单一的杂草群落,多花黑麦草成为绝对优势种群,而氮减量 15% 使土壤肥力不足,杂草种类增加;有除草剂投入的各处理,杂草多样性均比不施用除草剂处理低,说明芽前除草剂对油菜田冬前杂草种类有显著影响。

均匀度 E 差异显著。B₁ 处理最低,F₀ 处理最高,其他处理处于一个水平,说明秸秆还田与芽前除草剂对田间杂草分布均匀度的影响与对杂草种类的影响一致,种类多分布均匀度就高,反之亦然。

丰富度 DMG 差异显著。F₁ 处理、B₀ 处理最低,为 0.25、0.26,F₀ 处理最高,为 0.50。B₀ 处理杂草丰富度低,说明单纯稻秸还田有盖草作用,而 F₁ 处理杂草丰富度低,说明减 N 15% 与除草剂措施结合能有效降低杂草种类的丰富程度。

通过多样性指标分析可知,稻秸还田和芽前除

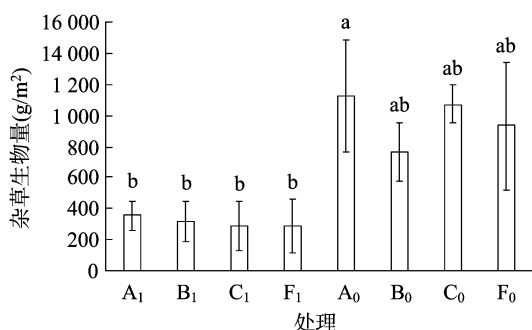
表 5 稻秸还田与芽前除草剂投入对油菜田杂草生物多样性的影响

生物多样性指标	A ₁	B ₁	C ₁	F ₁	A ₀	B ₀	C ₀	F ₀
<i>H'</i>	0.87 ± 0.06ab	0.55 ± 0.15c	0.80 ± 0.04b	0.79 ± 0.05b	1.00 ± 0.04ab	0.90 ± 0.02ab	0.82 ± 0.02b	1.04 ± 0.09a
<i>E</i>	0.13 ± 0.01b	0.09 ± 0.03c	0.13 ± 0.01b	0.10 ± 0.01bc	0.12 ± 0.01bc	0.11 ± 0.0bc	0.10 ± 0.0bc	0.17 ± 0.02a
<i>DMG</i>	0.30 ± 0.01cd	0.27 ± 0.04de	0.33 ± 0.01bc	0.25 ± 0.0e	0.36 ± 0.0b	0.26 ± 0.0e	0.37 ± 0.01b	0.50 ± 0.01a

草剂投入措施,可改变油菜田杂草的种类、数量和空间分布,进而影响其生物多样性。

2.3 稻秸还田与芽前除草剂对油菜田杂草生物量的影响

从图 1 可以看出,在稻秸还田结合芽前除草剂措施下,不同处理杂草生物量差异显著。稻秸还田 B₀、C₀、F₀ 处理杂草生物量显著降低,比不还田 A₀ 处理分别减少了 31.7%、4.7%、17.0%。



处理间不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。图 2 同

图 1 稻秸还田与芽前除草剂投入下不同处理杂草生物量比较

生物量与杂草群落构成、组成数量关系较大。稻秸不还田且无芽前除草剂投入 A₀ 处理杂草生物量最高,为 1 122.9 g/m²,高于其他处理平均杂草生物量(572.8 g/m²)。秸秆还田没有芽前除草剂投入的 3 个处理 B₀、C₀、F₀ 中,虽然 B₀ 处理多花黑麦草和繁缕种群密度最低、杂草生物量最小,但因猪殃殃个体和数量有所增加,所以 B₀ 处理总生物量降幅不明显。施用腐解剂处理 C₀ 的杂草种类、数量均有所增多,多花黑麦草和繁缕生长旺盛,个体生物量剧增,总生物量明显增加。F₀ 处理虽然杂草数量较多,但减施 N 肥使杂草个体较小,总生物量增长幅度不大。有芽前除草剂投入时,各处理间生物量虽有差异,但差异不显著,稻秸不还田 A₁ 处理杂草生物量最高,为 353.3 g/m²,B₁ 处理次之,为 316.9 g/m²,减 N 15% 的 F₁ 处理生物量略低于 C₁ 处理。芽前除草剂可以明显降低杂草生物量,与不投入芽前除草剂相比,所有施用芽前除草剂的处理平均生物量分别减少了 73.1%、69.6%、68.5% 和 58.7%。

2.4 稻秸还田与芽前除草剂对油菜基本苗的影响

从图 2 可以看出,芽前除草剂投入时 A₁、B₁、C₁、F₁ 处理的油菜基本苗数平均为 60 ~ 70 株/m²,明显高于无芽前除草剂投入的 4 个处理 A₀、B₀、C₀ 和 F₀ (8.7 ~ 48.0 株/m²),分别提高了 72.7%、72.2%、68.8% 和 21.6%,说明芽前除草剂明显降低了油菜田冬前杂草密度,保证了油菜冬前基本苗数达到预设的高产苗基数(37.5 万/hm²)。

与不还田处理相比,稻秸还田各处理基本苗分别提高 156.7%、3.7%、2.1%。无芽前除草剂投入时,B₀ 处理油菜基本苗最高,为 48.0 株/m²,高于 A₀ 处理(18.7 株/m²)、C₀ 处理(19.4 株/m²)、F₀ 处理(19.1 株/m²),说明单纯秸秆还田有利于土壤培肥,降低田间杂草密度,提高出苗。

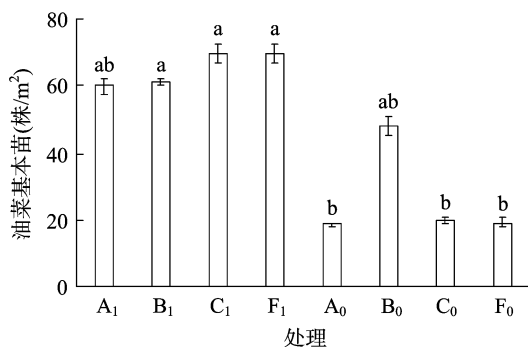


图 2 稻秸还田及芽前除草剂投入对油菜基本苗的影响

2.5 试验中各因素的影响分析

从表 6 可以看出,除稻秸还田措施对杂草生物量影响不显著外,芽前除草剂和稻秸还田对杂草总密度和油菜基本苗数均有显著或极显著影响,其中芽前除草剂的作用效应最大。稻秸还田措施与芽前除草剂投入结合使用对油菜基本苗数有极显著的交互作用。

3 结论和讨论

秦巴稻油两熟区相同区域、同田块,水稻季田间杂草种类多,有 7 科、12 种,密度小,为 37.3 ~ 75.0 株/m²[12];油菜季田间杂草种类比水稻季少,只有 4 科、4 种,密度却比稻田大[20]。禾本科、茜草

表 6 不同处理因素间的作用效应

处理	杂草总株数	杂草生物量	基本苗 (株/hm ²)
稻秸还田	63.79 **	2.15	4.68 *
芽前除草剂	94.31 **	48.09 **	57.38 **
稻秸还田×除草剂互作	-61.33	2.18	8.83 **
试验误差	3.23	47.58	29.12

注:数据后标有*、** 分别表示差异显著($P<0.05$)、极显著($P<0.01$)。

科、石竹科和十字花科杂草为秦巴地区油菜田共生杂草,多花黑麦草和繁缕是冬季油菜田杂草优势种群,其发生量和密度明显高于另外 2 种杂草。多花黑麦草本是一种禾本科牧草,用于饲喂牛羊猪兔鹅等,是优质饲料,对环境和土壤养分结构变化的适应性较强,加之受种植业结构调整、轻简化栽培技术推广、耕作制度变化及选择性除草剂的连续使用等因素影响,多花黑麦草逐渐进入农田危害,危害区域和面积逐年扩大,成为秦巴地区继看麦娘、早熟禾之后的又一优势禾本科杂草^[22-23]。

本研究结果表明,在稻秸还田及芽前除草剂共同作用下,油菜田冬前杂草群落格局发生了改变,优势种类和种群数量不同程度减少,禾本科杂草减少程度更大,不同处理的田间杂草生物多样性差异明显。单纯稻秸还田能有效抑制杂草生长、降低密度和生物量,秸秆腐解剂却能优化土壤环境,利于杂草生长^[12,24],二者配合施用的处理区,杂草的种类、数量和生物量均有不同程度增加,多样性也有所提高;氮肥减量减小了杂草数量和生物量增加的程度。

乙草胺做芽前土壤封闭除草剂使用,能极显著地降低油菜田冬前杂草数量和生物量,有助于油菜群体挤占生长空间,促苗、保苗,同时减少土壤养分流失,为油菜高产稳产打下坚实基础。

秸秆还田对当季和后茬作物生长具有显著作用^[8,19]。本研究结果表明,稻秸还田和除草剂投入两大措施,对保障油菜冬前齐苗具有极显著的交互作用。汉江流域雨量充沛,秦巴稻油两熟区秋淋严重,常存在错过土壤封闭或芽前除草剂效果不理想或产生药害现象,因此,关于秸秆还田下除草剂使用类型、剂量和施用时间及机直播油菜整个生长季除草方案的重新制定需要进一步研究阐明。

参考文献:

[1]李扬汉. 中国杂草志[M]. 北京:中国农业出版社,1998.

[2]胡文诗,刘秋霞,任 涛,等. 提高冬油菜播种量和施氮量抑制杂草生长的机理研究[J]. 植物营养与肥科学报,2017,23(1): 137-143.

[3]孙金秋,任相亮,胡红岩,等. 农田杂草群落演替的影响因素综述[J]. 杂草学报,2019,37(2):1-9.

[4]鲁军雄,陈社员,官春云,等. 长江中下游油菜田杂草发生规律及实用防治策略[J]. 作物研究,2012,26(6):639-642.

[5]朱文达. 湖北省油菜田灾害性杂草高效防控技术研究进展[J]. 中国油料作物学报,2010,32(1):156-162.

[6]朱文达,魏守辉,刘 学,等. 油菜田杂草发生规律及化学防除技术[J]. 湖北农业科学,2007,46(6):936-938.

[7]俞琦英. 油菜田杂草发生特点及其防治研究概况[J]. 浙江农业科学,2010(1):123-127.

[8]彭 烨,徐江林,谭 晖. 湖南省稻-稻-油三熟制油菜田杂草防治研究进展[J]. 中国农学通报,2016,32(30):151-156.

[9]陈坤荣,王 婧,王成玉,等. 七种除草剂防除冬油菜田杂草的效果比较[J]. 湖北农业科学,2014,53(3):569-571.

[10]朱文达,张朝贤,魏守辉. 农作措施对油菜田杂草的生态控制作用[J]. 华中农业大学学报,2005,24(2):125-128.

[11]Davis A S. Nitrogen fertilizer and crop residue effects on seed mortality and germination of eight annual weed species[J]. Weed Science,2007,55(2):123-128.

[12]陈 浩,张秀英,吴玉红,等. 秸秆还田与氮肥管理对稻田杂草群落和水稻产量的影响[J]. 农业资源与环境学报,2018,35(6):500-507.

[13]陈 浩,张秀英,郝兴顺,等. 秸秆还田对农田环境多重影响研究进展[J]. 江苏农业科学,2018,46(5):21-24.

[14]周凤艳,张 勇,周振荣,等. 不同除草剂结合小麦秸秆还田对稻田杂草防除效果比较[J]. 杂草学报,2018,36(2):31-40.

[15]赵延存,娄远来. 长江下游地区油菜田杂草发生规律和综合防治[J]. 杂草科学,2004(3):15-17.

[16]李俊凯,朱建强,程 玲,等. 油菜田杂草发生特点与田间土壤水分的关系研究[J]. 华中农业大学学报,2002,21(3):217-220.

[17]娄群峰,李永丰,李宜慰,等. 江苏省移栽油菜田杂草防治阈期研究[J]. 植物保护学报,2001,28(4):367-369.

[18]娄群峰,张敦阳,黄建中,等. 氮肥用量对三种杂草与油菜间竞争关系的影响[J]. 南京农业大学学报,2000,23(1):23-26.

[19]朱 炫,杨 阳,何建群,等. 几种化学除草剂对冬油菜芽期田间除草效果研究[J]. 中国农学通报,2016,32(33):199-204.

[20]王晓娥,王国军,郝兴顺,等. 5 种茎叶处理剂对油菜田杂草的防除效果[J]. 安徽农业科学,2019,47(15):133-134,153.

[21]田欣欣,薄存瑶,李 丽,等. 耕作措施对冬小麦田杂草生物多样性及产量的影响[J]. 生态学报,2011,31(10):2768-2775.

[22]魏志标,柏兆海,马 林,等. 中国苜蓿、黑麦草和燕麦草产量差及影响因素[J]. 中国农业科学,2018,51(3):507-522.

[23]范绍昌. 一年生黑麦草的种植与利用[J]. 中国畜禽种业,2008(23):80-81.

[24]黄爱军,赵 锋,陈雪凤,等. 施肥与秸秆还田对太湖稻-油复种系统春季杂草群落特征的影响[J]. 长江流域资源与环境,2009,18(6):515-521.