

不同耕作模式对大豆田土壤杂草种子库的影响

郭玉莲^{1,2}, 黄春艳¹, 王宇¹, 黄元炬¹, 朴德万¹ (1. 黑龙江省农业科学院植物保护研究所/农业部哈尔滨作物有害生物科学观测实验站, 黑龙江哈尔滨 150086; 2. 农业部东北作物有害生物综合治理重点实验室, 吉林长春 130124)

摘要 [目的]明确不同耕作模式对大豆田土壤杂草种子库的影响。[方法]采用杂草种子萌发法,调查玉米大豆轮作区翻耕和免耕2种耕作模式下大豆田0~30 cm 土层土壤杂草种子库组成及特征。[结果]2013—2015年调查统计结果表明,翻耕大豆田杂草共有16科28种,免耕大豆田杂草共有15科26种,有22种杂草在翻耕和免耕大豆田均有分布。翻耕田主要优势杂草为稗草、铁苋菜、龙葵、藜和委陵菜,免耕田主要优势杂草为龙葵、铁苋菜、稗草、藜和马唐,杂草类型以阔叶杂草为主,禾本科杂草较少。翻耕大豆田杂草种子库密度为3 248.2粒/m²,主要分布在0~5、15~20、20~25 cm 土层,其中稗草的密度和相对优势度最高;免耕大豆田杂草种子库密度为3 181.5粒/m²,主要分布在0~5、20~25、25~30 cm 土层,其中龙葵密度和相对优势度最高。不同耕作模式优势杂草在土层中的分布有一定差别,稗草在翻耕田主要分布于0~5、10~15、20~25 cm 土层,而在免耕田主要分布于20~25 cm 土层;龙葵在翻耕田主要分布于5~10、20~25 cm 土层,而在免耕田主要分布于20~25 cm 土层。[结论]免耕和翻耕对大豆田杂草种子库密度影响不大,不同耕作模式对杂草相对优势度和土壤中的垂直分布有一定影响。

关键词 耕作模式;大豆田;杂草种子库

中图分类号 S34 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2016)31-0089-05

Effects of Different Tillage Patterns on Soil Weed Seedbank in Soybean Field

GUO Yu-lian^{1,2}, HUANG Chun-yan¹, WANG Yu¹ et al (1. Institute of Plant Protection, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences/Scientific Observing and Experimental Station of Crop Pests of Harbin, Ministry of Agriculture, Harbin, Heilongjiang 150086; 2. Key Laboratory of Integrated Pest Management on Crops in Northeast, Changchun, Jilin 130124)

Abstract [Objective] The aim was to explore effects of different tillage patterns on soil weed seed bank in soybean field. [Method] The composition and species diversity of soil weed seedbank in soybean field 0-30 cm soil layer under two different tillage patterns from soybean-maize rotation area by using the method of weed seed germination. [Result] The results of comprehensive survey in 2013-2015 showed that, a total of 28 weed species belonged to 16 families in the tillage soybean field, a total of 26 weed species belonged to 15 families in the no tillage soybean field. There were 22 kinds of weeds in tillage and no tillage soybean field. The main advantage weeds were *Echinochloa crus-galli* (L.), *Acalypha australis* L., *Solanum nigrum* L., *Chenopodium album* Linn., *Potentilla chinensis* Ser. in the tillage soybean field and *Solanum nigrum* L., *Acalypha australis* L., *Echinochloa crus-galli* (L.), *Chenopodium album* Linn., *Digitaria sanguinalis* (Linn.) Scop. in the no tillage soybean field. Broad leaved weeds are the main weeds, less gramineous weeds in the type of weeds. The density of weed seed bank was 3 248.2 grains/m², more weeds located in the soil layer of 0-5, 15-20, 20-25 cm, and the density and the relative advantages of *Echinochloa crus-galli* (L.) was the highest under tillage soybean field. The density of weed seed bank was 3 181.5 grains/m², and more weeds located in the soil layer of 0-5, 20-25, 25-30 cm, the density and the relative advantages of *Solanum nigrum* L. was the highest under no-tillage soybean field. There were quite different in the soil distribution of dominant weed species. *Echinochloa crus-galli* (L.) was mainly distributed in 0-5, 10-15, 20-25 cm soil layer under the tillage soybean field, and it was in the 20-25 cm soil layer under no-tillage soybean field was mainly distributed. *Solanum nigrum* L. was mainly distributed in 5-10, 20-25 cm soil layer under the tillage soybean field, and it was in the 20-25 cm soil layer under no-tillage soybean field was mainly distributed. [Conclusion] There were a little effect on density of weed seed bank under no-tillage and tillage of soybean field. Different tillage patterns had certain effect on the relative dominance of weeds and the vertical distribution in soil.

Key words Tillage pattern; Soybean Field; Weed seedbank

土壤种子库是指存在于土壤上层凋落物和土壤中全部存活种子的总和^[1],土壤种子库与地上杂草群落一起构成的杂草群落综合体,是杂草得以自然延续种族的关键所在,影响着地上杂草群落的发生、消涨与演替,是农田发生杂草危害的根源^[2]。杂草种子库的研究已经成为杂草生态学研究方面的热点领域,受到国内外学者的高度关注^[3-7]。迄今为止,国内外学者在不同除草方式^[8]、不同施肥方式^[9-12]、不同轮作方式^[13-16]及农田杂草种子库的区域调查^[17-26]等方面做了大量研究报道,Cardina等^[4]调查轮作和耕作方式对土壤种子库的影响时发现,杂草种子库密度的变化因轮作和耕作方式的不同而异,免耕连作时种子库密度最大,犁耕连作

种子库密度低于轮作,而免耕连作种子库密度高于轮作;魏守辉等^[13]研究表明不同轮作方式下杂草种子库的密度、物种组成及相对优势度差异显著。目前,虽然对杂草种子库的研究已有较多报道,但对不同耕作模式下玉米大豆轮作区杂草种子库的研究较少。笔者研究了玉米大豆轮作区翻耕和免耕模式下大豆田0~30 cm 土层土壤杂草种子库组成和物种多样性,研究了不同耕作模式对杂草种子库的影响,旨在为农田杂草的综合管理提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 取样地概况 土壤样本来自黑龙江省农业科学院佳木斯分院试验地,于2013—2015年进行试验。试验地土壤为粘质草甸土,玉米大豆连续轮作5年以上,耕作方式为免耕和翻耕。佳木斯分院地处三江平原中心地区的佳木斯市,位于黑龙江省东北部,属于寒温带湿润大陆性季风气候,年平均降水量500 mm左右,75%~85%集中在6—10月,光照充足,全年日照时数2 400~2 500 h。年平均气温3℃左右,

基金项目 “十二五”国家科技支撑计划项目(2012BAD19B02);农业部东北作物有害生物综合治理重点实验室开放基金项目(DB201505KF06)。

作者简介 郭玉莲(1970-),女,黑龙江富锦人,研究员,博士,从事农田杂草防除、除草剂应用技术及药害研究。

收稿日期 2016-09-21

10℃以上活动积温2 150~2 700℃,无霜期120~140 d。土壤类型以黑土和草甸土为主,占耕地面积的76%以上。土壤有机质平均含量为3%~5%^[27]。

1.2 方法

1.2.1 田间土样采集。于春季土壤融化深度达30 cm以上、杂草种子未萌动前,在免耕田和耕翻田分别采集土壤样本,在30 cm×30 cm×30 cm的土体内取样,每地块取3点,按0~5、5~10、10~15、15~20、20~25、25~30 cm的不同土层分别取土装袋。

1.2.2 样本处理。采用杂草种子萌发法进行种子库测定^[28-31]。取回土样后将不同层次的土样定量后装入直径和高均为17 cm的塑料盆中,每个样本分别装3盆(3次重复),浇透水并盖上报纸保湿,放在露天盆栽场自然生长,待大部分杂草已出苗及时移去报纸。

1.2.3 调查方法。杂草出苗后60 d左右^[32]调查记录杂草种类和出苗数量。

1.3 数据处理 通过统计各处理杂草种子库的物种组成及数量,计算杂草种子库的特征参数。调查结果使用Excel数据处理软件进行计算、绘图。种子库密度(D)为单位面积内杂草种子的数量,单位为株数/m²^[6,16]。物种丰富度(S)为种子库中包含的所有杂草种类数^[6,16]。相对优势度(RA)为相对密度(RD)与相对频度(RF)之和的1/2,计算公式: $RA = (RD + RF)/2$,式中RD为某种杂草种子的密度占样本杂草种子总密度的比例,RF为某杂草出现的样本数占所有杂草出现的总样本数的比例^[4,33]。

2 结果与分析

2.1 不同耕作模式下大豆田土壤杂草种子库的物种组成 翻耕大豆田共检测到16科28种杂草,其中菊科有6种,禾本科有3种,藜科、蓼科、十字花科、唇形科和锦葵科各2种,其余9科各1种。免耕大豆田杂草共有15科26种,其中菊科和禾本科各有6种,藜科、十字花科和锦葵科各2种,其余10科各1种。

免耕和翻耕大豆田土壤潜杂草群落物种丰富度较高,均有15科26种或16科28种杂草,但杂草的种类略有不同,翻耕和免耕大豆田共有的杂草22种,另外翻耕田有5种杂草在免耕田没有出现,免耕田有4种杂草在翻耕田没有出现。杂草类型上,以阔叶杂草为主,物种丰富度较高,禾本科杂草种类较少,莎草科杂草只有1种,且因为试验没有做到成株期,未能鉴定到种(表1)。

2.2 不同耕作模式大豆田杂草种子库密度及物种相对优势度

2.2.1 翻耕大豆田杂草种子库密度及物种相对优势度。由表2可知,翻耕大豆田杂草种子库总密度为3 248.2粒/m²,其中稗草的密度最高,为900.0粒/m²,密度200粒/m²以上的杂草依次为稗草、铁苋菜、龙葵、藜和委陵菜,可视为主要优势杂草。从垂直分布上看,稗草在0~25 cm密度均最高,龙葵在25~30 cm密度最高,0~5、10~15、15~20、20~25 cm次要杂草均为铁苋菜,5~10 cm次要杂草为龙葵,25~

30 cm次要杂草为稗草。稗草的密度和相对优势度均最高,说明在翻耕大豆田稗草是绝对优势杂草,这与生产中杂草的发生危害情况一致。虽然藜在种子库中的相对优势度低于铁苋菜和龙葵,但藜在田间的生长量大,植株较高大,成株后覆盖度高、竞争能力较强,在田间的优势度及危害性要大于铁苋菜和龙葵,也是田间的重要杂草之一。

表1 不同耕作模式大豆田土壤杂草种子库的物种组成

Table 1 Species composition of potential weed community in soybean field under different tillage patterns

序号 No.	杂草种类 Weed species	拉丁学名 Latin names
1	稗草	<i>Echinochloa crusgalli</i> (L.) Beauv.
2	马唐	<i>Digitaria sanguinalis</i> (Linn.) Scop.
3	狗尾草	<i>Setaria viridis</i> P. Beauv.
4	野黍**	<i>Eriochloa villosa</i> (Thunb.) Kunth
5	画眉草**	<i>Eragrostis pilosa</i> (L.) Beauv. (禾本科)
6	小飞蓬	<i>Comynza canadensis</i> (L.) Cronq.
7	腺梗豨莩	<i>Siegesbeckia pubescens</i> Makino.
8	苣荬菜	<i>Sonchus brachyotus</i> DC.
9	黄花蒿	<i>Artemisia annua</i> L.
10	狼把草*	<i>Bidens tripartita</i> L. (菊科)
11	藜	<i>Chenopodium album</i> Linn.
12	灰绿藜	<i>Chenopodium glaucum</i> L.
13	本氏蓼*	<i>Polygonum bungeanum</i> Turcz.
14	卷茎蓼*	<i>Polygonum convolvulus</i> L.
15	芥	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (Linn.) Medic.
16	铁苋菜	<i>Acalypha australis</i> L.
17	龙葵	<i>Solanum nigrum</i> L.
18	委陵菜	<i>Potentilla chinensis</i> Ser.
19	反枝苋	<i>Amaranthus retroflexus</i> Linn.
20	莎草*	<i>Cyperaceae</i> sp. (未鉴定到种)
21	马齿苋**	<i>Portulaca oleracea</i> L.
22	苘麻	<i>Abutilon theophrasti</i> Medic.
23	野西瓜苗	<i>Hibiscus trionum</i> L.
24	萝藦**	<i>Metaplexis japonica</i> (Thunb.) Makino
25	陌上菜	<i>Lindernia procumbens</i> (Krock.) Philcox
26	香薷	<i>Elsholtzia ciliata</i> (Thunb.) Hyland.
27	黄花酢浆草	<i>Oxalis pes-caprae</i> L.
28	车前	<i>Plantago depressa</i> Willd.
29	风花菜	<i>Rorippa globosa</i> (Turcz.) Hayek
30	蒲公英	<i>Taraxacum officinale</i> Kitam
31	水棘针*	<i>Amethystea caerulea</i>

注:*代表只在翻耕田中有分布的杂草;**代表只在免耕田中有分布的杂草。

Note: Weeds distributed only in plowing field. Weeds distributed only in no-tillage field.

2.2.2 免耕大豆田杂草种子库密度及物种相对优势度。由表3可知,免耕大豆田杂草种子库总密度为3 181.5粒/m²,其中龙葵的密度最高,为733.3粒/m²,密度200粒/m²以上的杂草依次为龙葵、铁苋菜、稗草、藜和马唐,可视为主要优势杂草。从垂直分布上看,0~5 cm的优势杂草为铁苋菜,次要杂草为稗草等;5~30 cm的优势杂草均为龙葵,5~10 cm次要杂草为铁苋菜;10~15 cm的次要杂草为稗草;15~20 cm的次要杂草为稗草和铁苋菜;20~30 cm的次要杂草为稗草。龙葵的总相对优势度值最高达到0.166,明显高于其

他 4 种杂草,是免耕大豆田绝对优势杂草,尽管铁苋菜的优势度较高,高于稗草和藜,但其覆盖度要远远小于稗草和藜,所以稗草和藜仍然是田间主要优势杂草。

表 2 翻耕大豆田杂草种子库密度及物种相对优势度

Table 2 Density and relative abundance of species in weed seedbank in plowing soybean field

杂草 Weeds	密度 Density // 粒/m ²						
	0 ~ 5 cm	5 ~ 10 cm	10 ~ 15 cm	15 ~ 20 cm	20 ~ 25 cm	25 ~ 30 cm	0 ~ 30 cm
稗草 <i>Echinochloa crusgalli</i>	170.4	140.7	174.1	133.3	196.3	85.2	900.0
铁苋菜 <i>Acalypha australis</i>	100.0	103.7	85.2	92.6	133.3	114.8	629.6
龙葵 <i>Solanum nigrum</i>	77.8	107.4	81.5	81.5	122.2	63.0	533.3
藜 <i>Chenopodium album</i>	59.3	40.7	40.7	33.3	44.4	81.5	300.0
委陵菜 <i>Potentilla chinensis</i>	55.6	22.2	48.1	37.0	25.9	40.7	229.6
马唐 <i>Digitaria sanguinalis</i>	18.5	7.4	25.9	25.9	63.0	29.6	170.4
芥 <i>Capsella bursa-pastoris</i>	14.8	14.8	7.4	18.5	11.1	22.2	88.9
马齿苋 <i>Portulaca oleracea</i>	3.7	14.8	3.7	11.1	7.4	7.4	48.1
风花菜 <i>Rorippa globosa</i>	3.7	3.7	3.7	22.2	7.4	3.7	44.4
陌上菜 <i>Lindernia procumbens</i>	7.4	7.4	3.7	7.4	0	18.5	44.4
反枝苋 <i>Amaranthus retroflexus</i>	7.4	0	7.4	14.8	11.1	0	40.7
腺梗豨薟 <i>Siegesbeckia pubescens</i>	0	0	3.7	11.1	14.8	7.4	37.0
小飞蓬 <i>Comniza canadensis</i>	14.8	3.7	7.4	0	3.7	3.7	33.3
苘麻 <i>Abutilon theophrasti</i>	0	3.7	11.1	0	3.7	3.7	22.2
狗尾草 <i>Setaria viridis</i>	0	3.7	3.7	11.1	0	0	18.5
莎草 <i>Cyperaceae sp.</i>	3.7	3.7	3.7	3.7	0	0	14.8
灰绿藜 <i>Chenopodium glaucum</i>	0	0	0	3.7	3.7	7.4	14.8
苣荬菜 <i>Sonchus brachyotus</i>	3.7	0	0	7.4	0	0	11.1
本氏蓼 <i>Polygonum bungeanum</i>	0	3.7	0	3.7	0	3.7	11.1
黄花蒿 <i>Artemisia annua</i>	3.7	0	0	3.7	0	3.7	11.1
蒲公英 <i>Taraxacum ohwianum</i>	0	7.4	3.7	0	0	0	11.1
卷茎蓼 <i>Polygonum convolvulus</i>	0	3.7	0	0	3.7	0	7.4
车前 <i>Plantago depressa</i>	0	0	3.7	3.7	0	0	7.4
野西瓜苗 <i>Hibiscus trionum</i>	0	0	0	0	0	3.7	3.7
狼把草 <i>Bidens tripartita</i>	0	0	0	3.7	0	0	3.7
水棘针 <i>Amethystea caerulea</i>	0	0	0	0	0	3.7	3.7
香薷 <i>Elsholtzia ciliata</i>	0	0	0	0	0	3.7	3.7
黄花酢浆草 <i>Oxalis pes-caprae</i>	0	0	0	3.7	0	0	3.7
总和 Overall	544.4	492.6	518.5	533.3	651.9	507.4	3 248.1

杂草 Weeds	相对优势度 Relative abundance						
	0 ~ 5 cm	5 ~ 10 cm	10 ~ 15 cm	15 ~ 20 cm	20 ~ 25 cm	25 ~ 30 cm	0 ~ 30 cm
稗草 <i>Echinochloa crusgalli</i>	0.214	0.180	0.202	0.175	0.208	0.139	0.187
铁苋菜 <i>Acalypha australis</i>	0.150	0.161	0.134	0.137	0.160	0.169	0.151
龙葵 <i>Solanum nigrum</i>	0.129	0.165	0.130	0.110	0.132	0.099	0.128
藜 <i>Chenopodium album</i>	0.112	0.078	0.074	0.081	0.073	0.117	0.089
委陵菜 <i>Potentilla chinensis</i>	0.089	0.060	0.081	0.068	0.058	0.077	0.072
马唐 <i>Digitaria sanguinalis</i>	0.075	0.045	0.077	0.041	0.106	0.066	0.069
芥 <i>Capsella bursa-pastoris</i>	0.033	0.034	0.024	0.034	0.028	0.040	0.032
马齿苋 <i>Portulaca oleracea</i>	0.023	0.071	0.021	0.044	0.044	0.026	0.038
风花菜 <i>Rorippa globosa</i>	0.023	0.022	0.021	0.038	0.025	0.022	0.025
陌上菜 <i>Lindernia procumbens</i>	0.026	0.026	0.021	0.024	0	0.037	0.022
反枝苋 <i>Amaranthus retroflexus</i>	0.026	0	0.024	0.031	0.028	0	0.018
腺梗豨薟 <i>Siegesbeckia pubescens</i>	0	0	0.021	0.027	0.050	0.026	0.021
小飞蓬 <i>Comniza canadensis</i>	0.033	0.022	0.024	0	0.022	0.022	0.020
苘麻 <i>Abutilon theophrasti</i>	0	0.022	0.062	0	0.022	0.022	0.022
狗尾草 <i>Setaria viridis</i>	0	0.022	0.021	0.027	0	0	0.012
莎草 <i>Cyperaceae sp.</i>	0.023	0.022	0.021	0.020	0	0	0.014
灰绿藜 <i>Chenopodium glaucum</i>	0	0	0	0.020	0.022	0.026	0.011
苣荬菜 <i>Sonchus brachyotus</i>	0.023	0	0	0.024	0	0	0.008
本氏蓼 <i>Polygonum bungeanum</i>	0	0.022	0	0.020	0	0.022	0.011
黄花蒿 <i>Artemisia annua</i>	0.023	0	0	0.020	0	0.022	0.011
蒲公英 <i>Taraxacum ohwianum</i>	0	0.026	0.021	0	0	0	0.008
卷茎蓼 <i>Polygonum convolvulus</i>	0	0.022	0	0	0.022	0	0.007
车前 <i>Plantago depressa</i>	0	0	0.021	0.020	0	0	0.007
野西瓜苗 <i>Hibiscus trionum</i>	0	0	0	0	0	0.022	0.004
狼把草 <i>Bidens tripartita</i>	0	0	0	0.020	0	0	0.004
水棘针 <i>Amethystea caerulea</i>	0	0	0	0	0	0.022	0.004
香薷 <i>Elsholtzia ciliata</i>	0	0	0	0	0	0.022	0.004
黄花酢浆草 <i>Oxalis pes-caprae</i>	0	0	0	0.020	0	0	0.004
总和 Overall	1	1	1	1	1	1	1

表3 免耕大豆田杂草种子库密度及物种相对优势度

Table 3 Density and relative abundance of species in weed seedbank in no-tillage soybean field

杂草 Weeds	密度 Density//粒/m ²						
	0~5 cm	5~10 cm	10~15 cm	15~20 cm	20~25 cm	25~30 cm	0~30 cm
龙葵 <i>Solanum nigrum</i>	48.1	122.2	114.8	122.2	203.7	122.2	733.3
铁苋菜 <i>Acalypha australis</i>	237.0	74.1	44.4	96.3	100.0	88.9	640.7
稗草 <i>Echinochloa crusgalli</i>	51.9	59.3	88.9	96.3	122.2	103.7	522.2
藜 <i>Chenopodium album</i>	18.5	59.3	25.9	25.9	59.3	33.3	222.2
马唐 <i>Digitaria sanguinalis</i>	29.6	11.1	33.3	29.6	29.6	74.1	207.4
狗尾草 <i>Setaria viridis</i>	44.4	29.6	55.6	29.6	29.6	3.7	192.6
委陵菜 <i>Potentilla chinensis</i>	18.5	22.2	25.9	11.1	59.3	37.0	174.1
黄花蒿 <i>Artemisia annua</i>	11.1	22.2	18.5	18.5	3.7	7.4	81.5
苘麻 <i>Abutilon theophrasti</i>	11.1	11.1	11.1	11.1	22.2	11.1	77.8
反枝苋 <i>Amaranthus retroflexus</i>	18.5	3.7	0	3.7	22.2	18.5	66.7
小飞蓬 <i>Comniza canadensis</i>	3.7	7.4	7.4	29.6	7.4	11.1	66.7
马齿苋 <i>Portulaca oleracea</i>	3.7	11.1	14.8	7.4	7.4	14.8	59.3
萝藦 <i>Metaplexis japonica</i>	3.7	3.7	0	3.7	14.8	0	25.9
腺梗稀荑 <i>Siegesbeckia pubescens</i>	0	0	11.1	0	0	7.4	18.5
灰绿藜 <i>Chenopodium glaucum</i>	7.4	0	7.4	0	3.7	0	18.5
车前 <i>Plantago depressa</i>	0	0	3.7	7.4	0	3.7	14.8
风花菜 <i>Rorippa globosa</i>	0	3.7	0	0	0	7.4	11.1
香薷 <i>Elsholtzia ciliata</i>	0	3.7	0	0	7.4	0	11.1
苣荬菜 <i>Sonchus brachyotus</i>	0	3.7	0	3.7	0	0	7.4
野西瓜苗 <i>Hibiscus trionum</i>	0	3.7	0	0	0	3.7	7.4
画眉草 <i>Eragrostis pilosa</i>	0	0	3.7	0	0	0	3.7
野黍 <i>Eriochloa villosa</i>	0	0	0	3.7	0	0	3.7
黄花酢浆草 <i>Oxalis pes-caprae</i>	3.7	0	0	0	0	0	3.7
芥 <i>Capsella bursa-pastoris</i>	0	0	0	0	3.7	0	3.7
陌上菜 <i>Lindernia procumbens</i>	0	0	3.7	0	0	0	3.7
蒲公英 <i>Taraxacum ohwianum</i>	0	0	0	3.7	0	0	3.7
总和 Overall	511.1	451.9	470.4	503.7	696.3	548.1	3 181.5
	相对优势度 Relative abundance						
杂草 Weeds	0~5 cm	5~10 cm	10~15 cm	15~20 cm	20~25 cm	25~30 cm	0~30 cm
龙葵 <i>Solanum nigrum</i>	0.101	0.187	0.174	0.171	0.195	0.163	0.166
铁苋菜 <i>Acalypha australis</i>	0.285	0.134	0.099	0.146	0.120	0.133	0.152
稗草 <i>Echinochloa crusgalli</i>	0.104	0.117	0.146	0.146	0.136	0.146	0.133
藜 <i>Chenopodium album</i>	0.072	0.117	0.079	0.076	0.075	0.082	0.083
马唐 <i>Digitaria sanguinalis</i>	0.065	0.047	0.087	0.046	0.070	0.102	0.070
狗尾草 <i>Setaria viridis</i>	0.061	0.067	0.094	0.063	0.054	0.021	0.059
委陵菜 <i>Potentilla chinensis</i>	0.036	0.042	0.062	0.028	0.059	0.051	0.047
黄花蒿 <i>Artemisia annua</i>	0.047	0.042	0.037	0.035	0.019	0.024	0.033
苘麻 <i>Abutilon theophrasti</i>	0.047	0.047	0.046	0.044	0.064	0.027	0.046
反枝苋 <i>Amaranthus retroflexus</i>	0.054	0.021	0	0.020	0.064	0.051	0.036
小飞蓬 <i>Comniza canadensis</i>	0.021	0.025	0.025	0.079	0.021	0.045	0.036
马齿苋 <i>Portulaca oleracea</i>	0.021	0.047	0.033	0.041	0.038	0.048	0.038
萝藦 <i>Metaplexis japonica</i>	0.021	0.021	0	0.020	0.027	0	0.015
腺梗稀荑 <i>Siegesbeckia pubescens</i>	0	0	0.029	0	0	0.041	0.011
灰绿藜 <i>Chenopodium glaucum</i>	0.025	0	0.025	0	0.019	0	0.011
车前 <i>Plantago depressa</i>	0	0	0.021	0.024	0	0.021	0.011
风花菜 <i>Rorippa globosa</i>	0	0.021	0	0	0	0.024	0.007
香薷 <i>Elsholtzia ciliata</i>	0	0.021	0	0	0.021	0	0.010
苣荬菜 <i>Sonchus brachyotus</i>	0	0.021	0	0.020	0	0	0.007
野西瓜苗 <i>Hibiscus trionum</i>	0	0.021	0	0	0	0.021	0.007
画眉草 <i>Eragrostis pilosa</i>	0	0	0.021	0	0	0	0.003
野黍 <i>Eriochloa villosa</i>	0	0	0	0.020	0	0	0.003
黄花酢浆草 <i>Oxalis pes-caprae</i>	0.021	0	0	0	0	0	0.003
芥 <i>Capsella bursa-pastoris</i>	0	0	0	0	0.019	0	0.003
陌上菜 <i>Lindernia procumbens</i>	0	0	0.021	0	0	0	0.003
蒲公英 <i>Taraxacum ohwianum</i>	0	0	0	0.020	0	0	0.003
总和 Overall	1	1	1	1	1	1	1

2.3 不同耕作模式大豆田优势杂草在土壤种子库中的垂直分布 由图1、2可知,翻耕和免耕大豆田优势杂草均有5种,但种类、数量和种子库中的垂直分布却有一定差别。在翻耕大豆田稗草的数量最多,垂直分布上在各层的数量均

不少,在20~25 cm数量最多;在免耕大豆田中稗草的数量较龙葵和铁苋菜少,垂直分布上主要分布在下层。阔叶杂草龙葵在免耕田中数量最多,在翻耕田中却少于铁苋菜和稗草;垂直分布也不相同,在翻耕田中几乎是均匀分布,而在免

耕田各土层中的分布具有一定差别,主要分布在 20~25 cm 土层中。阔叶杂草藜在免耕田中数量略少于翻耕田,垂直分布上,在翻耕田主要分布在 0~5 和 25~30 cm 土层,在免耕田则主要分布在 5~10 和 20~25 cm 土层。因此,不同耕作模式对杂草在土壤中的分布会有一定影响。

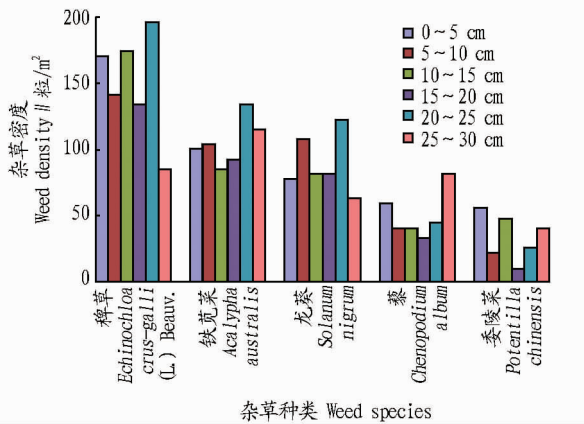


图 1 翻耕大豆田优势杂草在土壤种子库中的垂直分布

Fig. 1 Vertical distribution of dominant weeds in soil seedbank of plowing soybean field

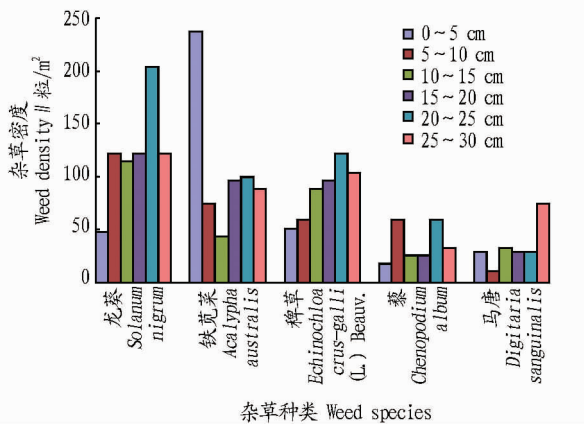


图 2 免耕大豆田优势杂草在土壤种子库中的垂直分布

Fig. 2 Vertical distribution of dominant weeds in soil seedbank of no-tillage soybean field

3 结论与讨论

不同耕作模式杂草种子库有一定的差别。免耕和翻耕大豆田土壤杂草群落物种丰富度较高,均有近 30 种杂草,从种子库密度及物种相对优势度看出,主要优势杂草为稗草、藜、铁苋菜、龙葵和马唐,这一结果与生产中田间杂草发生情况基本一致^[34-35]。

从翻耕大豆田杂草分布情况看,0~20 cm 土层杂草种子分布较均匀,这可能是由于翻耕搅动土壤使杂草种子重新分布,20~25 cm 土层杂草种子分布最多,可能由于翻耕深度较浅,20 cm 以下翻动幅度较小,杂草种子积累较多。免耕田杂草种子多集中于 0~5 cm 表层和 20~30 cm 中下层土壤中,表层土壤种子多可能是由于种子脱落于地表造成积累,20~30 cm 中下层土壤种子数量多是因长期不翻耕而造成的数量积累,5~15 cm 浅土层杂草种子逐渐萌发出苗,从而减少了

杂草种子量。

耕作方式影响杂草种子在土壤中的垂直分布,使种子所处的条件如埋藏深度、水分、光照等发生改变,从而间接影响杂草种子的休眠萌发状况,因而土壤中杂草种子埋藏深度的不同和相应萌发能力的差异可能是不同耕作条件下杂草种子库组成发生变化的主要原因^[4]。因此,通过调控杂草种子库,提高杂草萌发出苗比例,采用各种防除措施减少杂草种子生产量,降低田间杂草种子积累数量,从而实现农田杂草的可持续治理。

参考文献

- [1] LECK M A, SIMPON R L. Ecology of soil seed banks [M]. San Diego: Academic Press, 1989: 149-209.
- [2] BUHLER D D, HARTZLER R G, FORCELLA F. Implications of weed seedbank dynamics to weed management [J]. Weed Science, 1997, 45: 329-336.
- [3] BARBERI P, COZZANI A, MACCHIA M, et al. Size and composition of the weed seedbank under different management systems for continuous maize cropping [J]. Weed research, 1998, 38: 319-334.
- [4] CARDINA J, HERMS C P, DOOHAN D J. Crop rotation and tillage system effects on weed seedbanks [J]. Weed science, 2002, 50: 448-460.
- [5] 张瑞海, 付卫东, 宋振河, 等. 河北地区黄顶菊土壤种子库特征及其对替代控制的响应 [J]. 生态环境学报, 2016, 25(5): 775-782.
- [6] 魏守辉, 强胜, 马波, 等. 不同作物轮作制度对土壤杂草种子库特征的影响 [J]. 生态学杂志, 2005, 24(4): 385-389.
- [7] 章超斌, 马波, 强胜. 江苏省主要农田杂草种子库物种组成和多样性及其与环境因子的相关性分析 [J]. 植物资源与环境学报, 2012, 21(1): 1-13.
- [8] 冯远娇, 王建武. 农田杂草种子库研究综述 [J]. 土壤与环境, 2001, 10(2): 158-160.
- [9] 冯伟, 潘根兴, 强胜, 等. 长期不同施肥方式对稻油轮作田土壤杂草种子库多样性的影响 [J]. 生物多样性, 2006, 14(6): 461-469.
- [10] 潘俊峰. 施肥模式对农田杂草土壤种子库的影响 [D]. 合肥: 安徽农业大学, 2013: 9-38.
- [11] 蒋敏, 沈明星, 施林林, 等. 长期定位施肥对稻麦轮作农田土壤杂草种子库的影响 [J]. 中国农业科学, 2013, 46(3): 555-563.
- [12] 张志铭, 黄绍敏, 叶永忠, 等. 长期不同施肥方式对麦田杂草群落结构及生物多样性的影响 [J]. 河南农业科学, 2010(6): 67-70.
- [13] 魏守辉, 强胜, 马波, 等. 不同作物轮作制度对土壤杂草种子库特征的影响 [J]. 生态学杂志, 2005, 24(4): 385-389.
- [14] 潘俊峰, 万开元, 章力干, 等. 作物轮作制度对土壤种子库特征影响的研究进展 [J]. 土壤通报, 2013, 44(2): 490-495.
- [15] 孙国俊, 李勇, 李粉华, 等. 不同施肥方式对稻麦轮作田土壤杂草种子库的影响 [J]. 生物多样性, 2016, 24(3): 287-295.
- [16] 朱文达, 魏守辉, 张朝贤. 稻油轮作田杂草种子库组成及其垂直分布特征 [J]. 中国油料作物学报, 2007, 29(3): 313-317.
- [17] 吴竞仑, 周恒昌. 稻田土壤杂草种子库研究 [J]. 中国水稻科学, 2000, 14(1): 37-42.
- [18] 李岗. 江苏省稻田潜显性杂草群落特征及新型稻田除草剂 LGC-42153 应用技术研究 [D]. 南京: 南京农业大学, 2003: 31-42.
- [19] 虎锋. 华北夏玉米地马唐和反枝苋土壤种子库动态分析 [D]. 北京: 中国农业大学, 2004: 24-29.
- [20] 唐杉, 王允青, 张智, 等. 多年紫云英还田对稻田杂草种子库密度及多样性的影响 [J]. 生态学杂志, 2016, 35(7): 1730-1736.
- [21] 王一专, 吴竞仑, 李永丰. 南京地区稻田土壤杂草种子库的数量特征及演替规律 [J]. 江苏农业学报, 2007, 23(5): 428-431.
- [22] 郑永利, 滕敏忠. 稻茬免耕麦田杂草土壤种子库调查 [J]. 浙江农业科学, 2002(2): 90-91.
- [23] 周恒昌. 稻田土壤多年生杂草种子库研究 [J]. 中国水稻科学, 2006, 20(1): 89-96.
- [24] 姜群峰, 张敦阳, 王庆亚, 等. 不同耕作型油菜田土壤杂草种子库的研究 [J]. 杂草科学, 1998(1): 6-8, 39.
- [25] 叶照春, 葛莉, 金剑雪, 等. 贵州省烤烟产区 2 年连作制度下土壤杂草种子库变化特征 [J]. 西南农业学报, 2015, 28(2): 543-549.
- [26] 苟正贵, 焦剑, 宋泽军, 等. 黔南植烟土壤杂草种子库初步研究 [J]. 河南农业科学, 2010(7): 56-59.

芹菜对烟株生长影响最小。

表3 烤烟不同间作处理的烟株农艺性状

Table 3 Agronomic traits of different crops intercropping with flue-cured tobacco

处理 intercropped crop	株高 Plant height cm	茎围 Stem circumference cm	叶数 Leaf number 片	叶面积系数 Leaf area coefficient
间作韭菜 Fragrant-flowered garlic	103.03 a	10.26 a	19.07 a	2.41 a
间作芹菜 Celery	100.07 a	9.42 b	17.87 a	1.59 ab
间作大麦 Barley	76.73 b	6.71 c	14.27 b	0.75 b
单作 Monoculture	98.70 a	10.25 a	19.35 a	1.75 ab

注:同列数据后不同字母表示不同处理间在0.05水平差异显著。
Note: Different lowercases at the same column indicated that there was significant difference at 0.05 level.

该研究表明,2013年各处理烟草黑胫病病情指数轻重依次为间作韭菜、间作红薯、间作旱稻、烤烟单作、间作黄豆,2014年轻重依次为间作大麦、间作芹菜、间作韭菜、烤烟单作,表明烤烟间作红薯、旱稻、韭菜、大麦、芹菜对黑胫病有一定的防控效果。红薯、旱稻、韭菜、大麦、芹菜均是烟草黑胫病菌的非寄主作物,与烤烟间作,一方面稀释了土壤烟草黑胫病菌数量^[17-18],另一方面间作物的根系与烤烟根系发生交互作用,诱导土壤烟草黑胫病拮抗菌的产生,抑制了烟草黑胫病菌的增殖,从而延缓和阻碍了病害的发生,有效降低了烤烟黑胫病病情指数。不同间作物的减抑病原菌效应及减阻病原菌侵染效应的差异^[17-18]导致烤烟不同间作物对黑胫病的防效有差异。各种间作物对黑胫病的防效为大麦41.27%~63.72%、芹菜-68.72%~8.63%、韭菜9.34%~43.97%、红薯7.65%~18.27%、旱稻-10.40%~9.51%。各间作物均是在其地上部分充分发育到最大程度时对黑胫病的控制效果最好,但间作物生物产量太大又易与烟株夺光照、水分和养分,对烟株的生长造成严重影响。因此,利用间作物防治烟草黑胫病,有必要对间作物的生长发育、烟株的

生育期与黑胫病的发病高峰期之间的相关性作进一步研究,明确间作物对黑胫病最佳防控效果的栽种时间、种植密度和栽培方式,达到间作物对烟株生长影响最小又能取得最佳防控效果的目的。

参考文献

- [1] 朱贤朝,王彦亭,王智发. 中国烟草病害[M]. 北京:中国农业出版社,2002.
- [2] 郭兵,李石力,车腾飞,等. 烟草黑胫病防治技[J]. 植物医生,2015,28(5):42-44.
- [3] 刘廷利. 烟草黑胫病的诊断及综合防治技术[J]. 植物医生,2007,20(1):27-28.
- [4] 蔡勇,肖启明,杜桂萍. 烟草黑胫病生物防治的研究进展[J]. 安徽农业科学,2010,38(1):5708-5710,5743.
- [5] 孙计平,李雪君,吴照辉,等. 烟草黑胫病的研究进展[J]. 湖北农业科学,2011,50(16):3253-3256.
- [6] 李斌,龚国淑,姚革,等. 烟草黑胫病化学防治研究进展[J]. 广西农业科学,2008,39(3):331-334.
- [7] 孙元华,谢刚,石勇,等. 烟草黑胫病生物防治研究进展[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版),2009,35(1):26-29.
- [8] 周喜新,周倩,胡日生,等. 烟草黑胫病生物防治研究进展[J]. 江西农业学报,2011,23(7):124-126.
- [9] 刘丽芳,唐世凯,熊俊芬,等. 烤烟间作草木樨对烟草病害的影响[J]. 云南农业大学学报,2005,20(5):662-664,670.
- [10] 朱有勇,陈海如,范静华,等. 利用水稻品种多样性控制稻瘟病研究[J]. 中国农业科学,2003,36(5):521-527.
- [11] 陈懿,薛小平,邓佳佳,等. 关于烤烟栽培模式的对比研究[J]. 江西农业学报,2008,20(9):5-7.
- [12] 刘剑,侯跃亮,王乐三,等. 烤烟地瓜果间作模式研究[J]. 中国烟草科学,2007,28(1):40-42.
- [13] 时安东,李建伟,袁玲. 轮间作系统对烤烟产量、品质和土壤养分的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2011,17(2):411-418.
- [14] 赖荣泉. 套种大蒜对烟田生物群落的影响[D]. 福州:福建农林大学,2010.
- [15] 何孝兵. 间作黄豆、绿豆对烟田土壤微生物的影响研究[D]. 重庆:西南大学,2010.
- [16] 薛超群,牟文君,奚家勤,等. 烤烟不同间作对烟草黑胫病防控效果的影响[J]. 中国烟草科学,2015,36(3):77-79.
- [17] 高东,何霞红,朱有勇. 农业生物多样性持续控制有害生物的机理研究进展[J]. 植物生态学报,2010,34(9):1107-1116.
- [18] 高东,何霞红,朱书生. 利用农业生物多样性持续控制有害生物[J]. 生态学报,2011,31(24):7617-7624.

(上接第93页)

- [27] 佳木斯市农委. 佳木斯市农业情况介绍[EB/OL]. (2014-09-16)[2016-08-04]. http://www.agri.cn/DFV20/hlj/dfzx/dfyw/201409/t20140917_4057341.htm.
- [28] 马波,强胜,魏守辉. 农田杂草种子库研究方法[J]. 杂草科学,2004(2):5-8.
- [29] 章家恩. 生态学常用实验研究方法与技术[M]. 北京:化工出版社,2004:117-119.
- [30] 于顺利,蒋高明. 土壤种子库的研究进展及若干研究热点[J]. 植物生态学报,2003,27(4):552-560.
- [31] 袁莉,周自宗,王震洪. 土壤种子库的研究现状与进展综述[J]. 生态

科学,2008,27(3):186-192.

- [32] 仲延凯,张海燕. 割草干扰对典型草原土壤种子库种子数量与组成的影响 V 土壤种子库研究方法的探讨[J]. 内蒙古大学学报(自然科学版),2001,32(6):644-648.
- [33] SHRESTHA A, KNEZERIC S Z, ROY R C, et al. Effect of tillage, cover crop and crop rotation on the composition of weed flora in a sandy soil[J]. Weed science, 2002, 42:76-87.
- [34] 黄春艳. 黑龙江省农田杂草发生防治现状、问题和对策[J]. 黑龙江农业科学,2009(3):71-72.
- [35] 黄春艳,陈铁保,王宇,等. 东部地区大豆田杂草种群演变趋势及其化学防除[J]. 大豆科学,1999,18(3):255-259.