

不同耕作模式对玉米田土壤杂草种子库的影响

黄春艳, 郭玉莲, 王宇, 黄元炬, 朴德万, 苏保华, 徐充

(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)

摘要 [目的]为明确不同耕作模式对玉米田土壤杂草种子库的影响, 研究翻耕和免耕模式下玉米田杂草种子库的组成和特征。[方法]采用杂草种子萌发法, 将0~5、5~10、10~15、15~20、20~25、25~30 cm 6个不同土层的土壤样本分别装盆, 在自然条件下生长60 d后调查杂草种类和数量, 计算种子库的密度和相对优势度。[结果]翻耕玉米田共有杂草15科24种, 免耕玉米田有15科23种, 其中19种杂草在翻耕和免耕玉米田均有分布, 主要优势杂草为稗草、藜、铁苋菜、龙葵和马唐, 杂草类型上以阔叶杂草为主, 禾本科杂草较少。翻耕玉米田杂草种子库总密度为4 292.4 粒/m², 主要分布在0~5、20~25、25~30 cm 土层, 其中稗草的密度和相对优势度最高; 免耕玉米田总密度为3 337.0 粒/m², 主要分布在15~20、20~25 cm 土层, 其中藜的密度和相对优势度最高。不同耕作模式的优势杂草在土层中的分布有较大差别, 稗草在翻耕田主要分布于25~30 cm 土层, 而在免耕田主要分布于0~5 cm 土层; 藜在免耕田主要分布于20~25 cm 土层, 而在翻耕田各土层呈较均匀分布。[结论]明确了不同耕作模式土壤杂草种子库的组成和特征, 为农田杂草的综合管理提供理论依据。

关键词 翻耕; 免耕; 玉米田; 土壤杂草种子库

中图分类号 S344 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)32-0037-06

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

HUANG Chun-yan, GUO Yu-lian, WANG Yu et al (Institute of Plant Protection, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Observation and Experiment Station of Crop Pests of Harbin, Ministry of Agriculture, Harbin, Heilongjiang 150086)

Abstract [Objective] Field studies were conducted to evaluate the effects of two different tillage patterns, plowing and no-tillage, on the characteristics and the composition of soil weed seedbank. [Method] By using the method of weed seed germination, the 0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-25, 25-30 cm of 6 different soil samples were put into pots, the species and quantity of weeds were investigated after growing 60d under natural conditions, and then calculate the density and relative dominance of seed bank. [Result] The results showed that, a total of 24 weed species belonging 15 families in the plowing maize field, and 23 weed species belonging 15 families in the no tillage maize field. There were 19 kinds of weeds in plowing and no-tillage maize field. The main advantage weeds were *Echinochloa crus-galli* (L.), *Chenopodium album* Linn., *Acalypha australis* L., *Solanum nigrum* L. and *Digitaria sanguinalis* (Linn.) Scop. Broad leaved weeds are the main weeds, less gramineous weeds in the type of weeds. The density of weed seed bank is 4 292.4 grains/m², more weeds located in 0-5, 20-25, 25-30 cm and the density and the relative advantages of *E. c.* is the highest in plowing maize field. The density of weed seed bank is 3 337.0 grains/m², more weeds located in the soil layer of 15-20, 20-25 cm and the density and the relative advantages of *Ch. a.* is the highest in no-tillage maize field. There are quite different in the soil distribution of dominant weed species. *E. c.* mainly distributed in 25-30 cm under the plowing maize field, and it is in the 0-5 cm soil layer under no-tillage field. *Ch. a.* mainly distributed in 20-25 cm under the no-tillage plowing maize field, and it showed a uniform distribution in the plowing field. [Conclusion] The composition and characteristics of soil weed seed bank in different tillage patterns were defined, which provided theoretical basis for integrated management of weeds in farmland.

Key words Plowing; No-tillage; Maize field; Soil 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^[1-2]。土壤种子库时期是植物种群生活史的一个阶段, 称之为潜种群阶段, 是种群定居、生存、繁衍和扩散的基础^[3]。杂草种子库是存在于确定面积的土壤表面及下土层中具有活力的杂草种子的总称^[4]。土壤杂草种子库是潜杂草群落, 地上杂草群落是显杂草群落, 农田潜、显杂草群落共同组成了农田杂草群落的综合体, 而潜杂草群落的特征是决定下一季显杂草群落(草害程度)的根本性因素^[5-7]。土壤杂草种子库是杂草在田间发生危害的根源^[8]。杂草种子库是杂草生态学研究热点, 受到国内外学者的高度关注^[9-13]。目前已报道了玉米^[14]、水稻^[15-19]、小麦^[20]、油菜^[21]、烟草^[22-24]等作物田潜、显性杂草群落特征、杂草种子库动态、种子库密度和多样性等, 以及稻麦连作田^[25]、稻麦轮作田^[26]、稻油轮作田^[27]、稻鸭共作田^[28]杂草种子库研究。有关施肥对土壤杂草种子库的影响也有较多报道^[29-32]。魏

守辉等^[11]和潘俊峰等^[33]分别研究了作物轮作制度对杂草种子库的影响。虽然目前对杂草种子库的研究已有较多报道, 然而针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。笔者研究了翻耕和免耕2种耕作模式对玉米大豆轮作区玉米田杂草种子库的影响, 旨在明确该耕作模式对杂草种子库的物种组成及潜杂草群落的影响, 为农田杂草的综合管理提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验于2013~2015年进行。土壤样本采自黑龙江省农业科学院佳木斯分院试验地, 试验地土壤为黏质草甸土, 玉米大豆连续轮作5年以上。

佳木斯分院地处三江平原中心地区的佳木斯市。佳木斯市位于黑龙江省东北部, 是国家重要商品粮基地。西起129°29'~135°05' E, 南起45°56'~48°28' N, 属于寒温带湿润大陆性季风气候。年平均气温3℃左右, 活动积温2 150~2 700℃, 日照时数2 400~2 500 h, 无霜期120~140 d, 平均年降水量500 mm左右。土壤类型主要为黑土和草甸土。气候条件适宜一年一季作物生长, 三大主要作物玉米、大豆、水稻基本实现了生产全程机械化^[34]。

基金项目 “十二五”国家科技支撑计划项目(2012BAD19B02)。
作者简介 黄春艳(1959-), 女, 黑龙江勃利人, 研究员, 从事杂草科学、除草剂应用技术及除草剂药害研究。
收稿日期 2016-08-31

1.2 试验方法

1.2.1 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,在翻耕和免耕玉米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,取样点土表面积合计为 0.27 m²,按 0~5、5~10、10~15、15~20、20~25、25~30 cm 6 个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(Germination)进行种子库测定^[35-38]。取回土样后将不同层次的土样定量装入直径和高均为 17 cm 的塑料盆中,每个样本分别装 3 盆(3 次重复),浇透水并保湿,放在露天盆栽场使其自然生长。

1.2.3 调查项目。杂草出苗后 60 d 左右^[39]分别调查翻耕模式和免耕模式玉米田的杂草种类和出苗数量。

1.3 数据统计 通过数据统计,计算翻耕模式和免耕模式玉米田杂草种子库的特征参数。①种子库密度(D)。为单位面积内杂草种子的数量,粒/m²^[11,27]。②物种丰富度(S)。即种子库中包含的所有杂草种类数^[11,27]。③相对优势度

(RA)。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有所有杂草出现的总样本数的比例^[40-41]。RA 值反映杂草种群在群落中所处的地位^[11]。调查结果使用 Excel 数据处理软件进行计算、绘图。

2 结果与分析

2.1 不同耕作模式下玉米田土壤杂草种子库的物种组成 经调查可知,翻耕玉米田共检测到 24 种杂草,隶属于 15 科,其中禾本科和菊科各 4 种,藜科、蓼科和十字花科各 2 种,其余各 1 种。免耕玉米田有 15 科 23 种,其中禾本科 4 种,菊科和藜科各 3 种,锦葵科 2 种,其余各 1 种。由表 1 可知,免耕和翻耕玉米田土壤潜杂草群落物种丰富度较高,均有 20 种以上,但杂草种类略有不同,翻耕和免耕玉米田共有的杂草 19 种。杂草类型上,以阔叶杂草为主且种类较多,禾本科杂草较少,莎草科只有 1 种。

表 1 不同耕作模式玉米田土壤杂草种子库的物种组成
Table 1 Species composition of soil weed seedbank in maize field under different tillage patterns

杂草种类 Weeds	拉丁学名 Latin name	杂草种类 Weeds	拉丁学名 Latin name
稗草	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) Beauv.	卷茎蓼*	<i>Polygonum convolvulus</i> L.
马唐	<i>Digitaria sanguinalis</i> (Linn.) Scop.	芥	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (Linn.) Medic.
狗尾草	<i>Setaria viridis</i> P. Beauv.	葶苈*	<i>Draba nemorosa</i> L. var. <i>nemorosa</i>
荩草*	<i>Arthraxon hispidus</i> (Thunb.) Makino	铁苋菜	<i>Acalypha australis</i> L.
野黍**	<i>Eriochloa villosa</i> (Thunb.) Kunth	龙葵	<i>Solanum nigrum</i> L.
小飞蓬	<i>Comnyzacananadensis</i> (L.) Cronq.	委陵菜	<i>Potentilla chinensis</i> Ser.
腺梗稀荳	<i>Siegesbeckia pubescens</i> Makino.	反枝苋	<i>Amaranthus retroflexus</i> Linn.
苣荬菜*	<i>Sonchus brachyotus</i> DC.	莎草	<i>Cyperaceae</i> sp.
黄花蒿*	<i>Artemisia annua</i> L.	马齿苋	<i>Portulaca oleracea</i> L.
抱茎苦苣菜**	<i>Ixeridium sonchifolium</i> (Maxim.) Shih	苘麻	<i>Abutilon theophrasti</i> Medic.
藜	<i>Chenopodium album</i> Linn.	野西瓜苗**	<i>Hibiscus trionum</i> L.
灰绿藜	<i>Chenopodium glaucum</i> L.	萝藦	<i>Metaplexis japonica</i> (Thunb.) Makino
地肤**	<i>Kochia scoparia</i> (L.) Schrad.	陌上菜	<i>Lindernia procumbens</i> (Krock.) Philcox
本氏蓼	<i>Polygonum bungeanum</i> Turcz.	香薷	<i>Elsholtzia ciliata</i> (Thunb.) Hyland.

注:*表示只在翻耕田中有分布的杂草。**表示只在免耕田中有分布的杂草。未标星号表示翻耕田和免耕田共有的杂草。
Note:* Weeds distributed only in plowing field. ** Weeds distributed only in no-tillage field. No asterisk indicated the common weeds in tillage field and free field.

2.2 不同耕作模式下杂草种子库密度及物种相对优势度

2.2.1 翻耕玉米田杂草种子库密度及物种相对优势度。由表 2 可知,翻耕玉米田杂草种子库总密度为 4 292.4 粒/m²,其中稗草的密度最高,达 1 822.2 粒/m²。密度 200.0 粒/m²以上的杂草有稗草、铁苋菜、龙葵、马唐和藜,为主要优势杂草。从垂直分布上看,各土层优势杂草均为稗草,0~5 cm 土层的次要杂草是马唐,5~10、10~15、15~20 cm 土层的次要杂草均为铁苋菜,20~25 cm 土层的次要杂草是龙葵,25~30 cm 土层的次要杂草是马唐。从种子库中杂草的相对优势度看,各土层均以稗草的相对优势度最高,说明稗草是翻耕玉米田占绝对优势的杂草,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、龙葵和马唐,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大于铁苋菜、龙葵

和马唐,是田间的重要杂草之一。

2.2.2 免耕玉米田杂草种子库密度及物种相对优势度。由表 3 可知,免耕玉米田杂草种子库总密度为 3 337.0 粒/m²,其中藜的密度最高为 800.0 粒/m²。密度 200.0 粒/m²以上的杂草为藜、龙葵、稗草、铁苋菜和马唐,为主要优势杂草。从垂直分布上看,0~5 cm 土层的优势杂草为稗草,次要杂草为藜;5~10 cm 土层的优势杂草为龙葵,次要杂草为藜和稗草;10~15 cm 土层的优势杂草为龙葵,次要杂草为稗草等;15~20、20~25 cm 土层的优势杂草均为藜,次要杂草均为龙葵等;25~30 cm 土层的优势杂草为藜,次要杂草为稗草等。藜的相对优势度最高,达 0.168,这与藜是田间优势杂草的实际情况相符合。稗草的相对优势度也较高,为 0.155,且生长繁茂,植株在田间可以形成较高的覆盖度,也是田间主要优势杂草之一。

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

杂草名称 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 crus-galli</i>	274.1	225.9	229.6	200.0	392.6	500.0	1 822.2
铁苋菜 <i>Acalypha australis</i>	88.9	151.9	88.9	107.4	88.9	74.1	600.0
龙葵 <i>Solanum nigrum</i>	63.0	55.6	77.8	85.2	196.3	103.7	581.5
马唐 <i>Digitaria sanguinalis</i>	159.3	44.4	59.3	29.6	22.2	122.2	437.0
藜 <i>Chenopodium album</i>	55.6	55.6	40.7	29.6	37.0	37.0	255.6
委陵菜 <i>Potentilla chinensis</i>	37.0	11.1	7.4	14.8	40.7	3.7	114.8
小飞蓬 <i>Comyzacandensis</i>	25.9	3.7	7.4	22.2	11.1	3.7	74.1
狗尾草 <i>Setaria viridis</i>	25.9	3.7	3.7	0	14.8	11.1	59.3
反枝苋 <i>Amaranthus retroflexus</i>	14.8	11.1	11.1	7.4	0	7.4	51.9
莎草 <i>Cyperaceae sp.</i>	11.1	18.5	0	0	11.1	7.4	48.1
马齿苋 <i>Portulaca oleracea</i>	22.2	11.1	3.7	0	0	3.7	40.7
苘麻 <i>Abutilon theophrasti</i>	0	0	11.1	11.1	7.4	7.4	37.0
灰绿藜 <i>Chenopodium glaucum</i>	14.8	7.4	7.4	3.7	3.7	0	37.0
萝藦 <i>Metaplexis japonica</i>	14.8	3.7	14.8	0	0	0	33.3
腺梗稀荑 <i>Siegesbeckia pubescens</i>	0	3.7	0	11.1	3.7	3.7	22.2
苣荬菜 <i>Sonchus brachyotus</i>	7.4	0	0	11.1	0	0	18.5
黄花蒿 <i>Artemisia annua</i>	0	0	0	3.7	11.1	0	14.8
芥 <i>Capsella bursa - pastoris</i>	7.4	0	0	0	0	3.7	11.1
卷茎蓼 <i>Polygonum convolvulus</i>	0	0	3.7	0	7.4	0	11.1
陌上菜 <i>Lindernia procumbens</i>	3.7	0	0	3.7	0	0	7.4
本氏蓼 <i>Polygonum bungeanum</i>	3.7	0	0	0	0	0	3.7
葶苈 <i>Draba nemorosa</i>	3.7	0	0	0	0	0	3.7
苈草 <i>Arthraxon hispidus</i>	0	0	0	0	3.7	0	3.7
香薷 <i>Elsholtzia ciliata</i>	3.7	0	0	0	0	0	3.7
合计 Total	837.0	607.4	566.6	540.6	851.7	888.8	4 292.4

相对优势度 Relative abundance

[illegible]

表 3 免耕玉米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 maize field

杂草名称 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
藜 <i>Chenopodium album</i>	107.4	85.2	88.9	144.4	196.3	177.8	800.0
龙葵 <i>Solanum nigrum</i>	59.3	137.0	163.0	133.3	122.2	92.6	707.4
稗草 <i>Echinochloa crus-galli</i>	177.8	85.2	103.7	107.4	118.5	81.5	674.1
铁苋菜 <i>Acalypha australis</i>	22.2	44.4	22.2	88.9	107.4	66.7	351.9
马唐 <i>Digitaria sanguinalis</i>	44.4	51.9	37.0	48.1	74.1	33.3	288.9
狗尾草 <i>Setaria viridis</i>	37.0	7.4	14.8	25.9	14.8	3.7	103.7
小飞蓬 <i>Comnyzacanadensis</i>	0	0	18.5	18.5	33.3	18.5	88.9
委陵菜 <i>Potentilla chinensis</i>	3.7	14.8	7.4	11.1	11.1	7.4	55.6
反枝苋 <i>Amaranthus retroflexus</i>	0	18.5	3.7	11.1	11.1	7.4	51.9
莎草 <i>Cyperaceae sp.</i>	11.1	22.2	3.7	3.7	0	0	40.7
苘麻 <i>Abutilon theophrasti</i>	0	3.7	7.4	11.1	14.8	0	37.0
马齿苋 <i>Portulaca oleracea</i>	3.7	3.7	3.7	11.1	7.4	3.7	33.3
灰绿藜 <i>Chenopodium glaucum</i>	0	3.7	3.7	7.4	7.4	0	22.2
萝藦 <i>Metaplexis japonica</i>	0	3.7	0	3.7	3.7	7.4	18.5
陌上菜 <i>Lindernia procumbens</i>	0	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	18.5
野西瓜苗 <i>Hibiscus trionum</i>	3.7	0	0	3.7	0	3.7	11.1
本氏蓼 <i>Polygonum bungeanum</i>	0	0	0	7.4	0	3.7	11.1
荠 <i>Capsella bursa-pastoris</i>	0	3.7	0	0	0	0	3.7
地肤 <i>Kochia scoparia</i>	3.7	0	0	0	0	0	3.7
野黍 <i>Eriochloa villosa</i>	0	0	3.7	0	0	0	3.7
抱茎苦苣菜 <i>Ixeridium sonchifolium</i>	0	0	0	0	0	3.7	3.7
腺梗稀荑 <i>Siegesbeckia pubescens</i>	0	0	3.7	0	0	0	3.7
香薷 <i>Elsholtzia ciliata</i>	0	0	3.7	0	0	0	3.7
合计 Total	474.1	488.9	492.6	640.7	725.9	514.8	3 337.0

杂草名称 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
藜 <i>Chenopodium album</i>	0.192	0.143	0.144	0.163	0.171	0.214	0.168
龙葵 <i>Solanum nigrum</i>	0.115	0.177	0.201	0.137	0.138	0.132	0.151
稗草 <i>Echinochloa crus-galli</i>	0.240	0.143	0.159	0.134	0.135	0.142	0.155
铁苋菜 <i>Acalypha australis</i>	0.076	0.101	0.076	0.119	0.128	0.127	0.104
马唐 <i>Digitaria sanguinalis</i>	0.126	0.109	0.073	0.071	0.105	0.074	0.095
狗尾草 <i>Setaria viridis</i>	0.092	0.026	0.033	0.037	0.046	0.024	0.044
小飞蓬 <i>Comnyzacanadensis</i>	0	0	0.055	0.048	0.059	0.060	0.039
委陵菜 <i>Potentilla chinensis</i>	0.030	0.071	0.043	0.042	0.043	0.049	0.047
反枝苋 <i>Amaranthus retroflexus</i>	0	0.056	0.039	0.042	0.026	0.028	0.030
莎草 <i>Cyperaceae sp.</i>	0.038	0.041	0.022	0.020	0	0	0.019
苘麻 <i>Abutilon theophrasti</i>	0	0.022	0.043	0.042	0.046	0	0.025
马齿苋 <i>Portulaca oleracea</i>	0.030	0.022	0.039	0.042	0.041	0.024	0.031
灰绿藜 <i>Chenopodium glaucum</i>	0	0.022	0.022	0.022	0.023	0	0.016
萝藦 <i>Metaplexis japonica</i>	0	0.022	0.018	0.020	0.020	0.028	0.016
陌上菜 <i>Lindernia procumbens</i>	0	0.022	0.022	0.020	0.020	0.024	0.019
野西瓜苗 <i>Hibiscus trionum</i>	0.030	0	0.018	0.020	0	0.024	0.011
本氏蓼 <i>Polygonum bungeanum</i>	0	0	0.018	0.022	0	0.024	0.008
荠 <i>Capsella bursa-pastoris</i>	0	0.022	0	0	0	0	0.004
地肤 <i>Kochia scoparia</i>	0.030	0	0	0	0	0	0.004
野黍 <i>Eriochloa villosa</i>	0	0	0.004	0	0	0	0.004
抱茎苦苣菜 <i>Ixeridium sonchifolium</i>	0	0	0	0	0	0.024	0.004
腺梗稀荑 <i>Siegesbeckia pubescens</i>	0	0	0.004	0	0	0	0.004
香薷 <i>Elsholtzia ciliata</i>	0	0	0.004	0	0	0	0.004
合计 Total	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

2.3 不同耕作模式玉米田优势杂草在土壤种子库中的垂直分布 从图 1、2 可知,翻耕和免耕玉米田优势杂草均有 5 种,但数量及垂直分布却有较大差别。禾本科杂草以稗草为

例,在翻耕玉米田数量最多,主要分布在 20 ~ 30 cm 土层,其在免耕玉米田中数量较藜和龙葵少,且主要分布在 0 ~ 5 cm 土层。阔叶杂草以藜为例,在免耕玉米田中数量最多,而在

翻耕田中却最少;垂直分布也不同,在翻耕玉米田中几乎呈均匀分布,而在免耕田各土层中的分布差别很大,主要分布在 20~25 cm 土层中,其次是 25~30 cm 土层。不同耕作模式对杂草在土壤中的分布有一定影响,翻耕使杂草种子在土壤耕层中重新分配,因此造成杂草在土层中分布的差别。

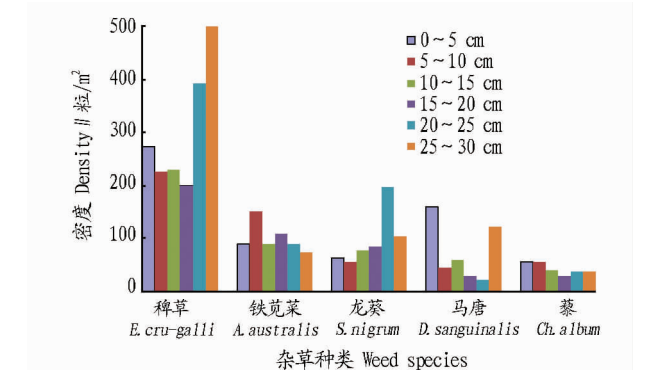


图 1 翻耕玉米田优势杂草在土壤种子库中的垂直分布

Fig. 1 Vertical distribution of dominant weeds of no-tillage maize field

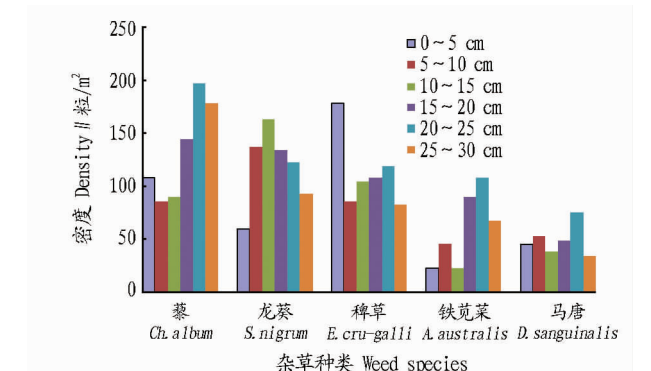


图 2 免耕玉米田优势杂草在土壤种子库中的垂直分布

Fig. 2 Vertical distribution of dominant weeds in soil seedbank in soil seedbank of plowing maize field

3 结论与讨论

(1) 免耕和翻耕玉米田土壤潜杂草群落物种丰富度较高,均有 20 余种杂草,从种子库密度及物种相对优势度分析可知,主要优势杂草为稗草、藜、铁苋菜、龙葵和马唐,这与陈铁保等^[42-43]的研究结果一致。

(2) 从翻耕玉米田杂草分布情况看,0~5 cm 表层及 20~25、25~30 cm 土壤下层分布较多,这可能是由于翻耕搅动土壤使杂草种子被翻到表层,但翻耕深度可能较浅,20 cm 土层以下没有被翻动,杂草种子积累较多。免耕田杂草种子多集中于 15~25 cm 中下层土壤,0~15 cm 浅土层逐渐萌发出苗,减少了杂草种子量。

(3) 土壤杂草种子库(土壤潜杂草)与地上显杂草均为农田杂草群落的重要组成部分,是田间杂草发生危害的重要来源。杂草种子库时刻处于输入和输出的动态平衡之中,杂草种子萌发出苗是种子库杂草种子的主要输出方式。通过调控杂草种子库,提高输出比例,降低田间杂草种子输入数量,采用各种防除措施减少杂草种子生产量,或阻断杂草种

子的输入源,使种子库规模不断缩小并逐渐耗竭,从而可以实现农田杂草的可持续治理^[4-5]。

参考文献

[1] LECK M A, PARKER V T, SIMPSON R L. Ecology of soil seed bank[J]. San Diego: Academic Press, 1989: 149-209.

[2] 强胜. 杂草学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001: 11-23.

[3] HARPER J L. Population biology of plant[M]. London: Academic Press, 1977: 256-263.

[4] 魏守辉, 强胜, 马波, 等. 土壤杂草种子库与杂草综合管理[J]. 土壤, 2005, 37(2): 121-128.

[5] 强胜. 杂草科学面向生物科学时代的机遇与挑战(下)[J]. 世界农业, 2001(5): 42-43.

[6] QIANG S. Weed diversity of arable land in China[J]. Journal of Korean weed science, 2002, 22(3): 187-198.

[7] 章超斌. 农田杂草种子库群落及绿色控草技术研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2011: 5-6.

[8] BUHLER D D, HARTZLER R G, FORCELLA F. Implications of weed seedbank dynamics to weed management[J]. Weed science, 1997, 45(3): 329-336.

[9] 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(5): 319-334.

[10] CARDINA J, HERMS C P, DOOHAN D J. Crop rotation and tillage system effects on weed seedbanks[J]. Weed science, 2002, 50(4): 448-460.

[11] 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.

[12] 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.

[13] 张瑞海, 付卫东, 宋振, 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.

[14] 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.

[15] 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.

[16] 李岗. 江苏省稻田潜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.

[17] 吴竞仑, 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.

[18] 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.

[19] 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.

[20] 郑永利, 滕敏. 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.

[21] 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.

[22] 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.

[23] 陈丹, 时焦, 张峻铨, 等. 山东省烟田土壤杂草种子库研究[J]. 烟草科技, 2013(5): 77-80.

[24] 叶照春, 聂莉, 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.

[25] 吴宗国, 王德好, 徐自尚, 等. 稻麦连作田土壤杂草种子库的研究[J]. 安徽农业科学, 2004, 32(6): 1143-1144, 1150.

[26] 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.

[27] 朱文达, 魏守辉, 张朝贤. 稻田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.

[28] 赵灿, 戴伟民, 李淑顺, 等. 连续 13 年稻鸭共作兼秸秆还田的稻麦连作麦田杂草种子库物种多样性变化[J]. 生物多样性, 2014, 22(3): 366-374.

[29] 孙改格. 长期不同施肥对双季稻田杂草种群与杂草种子库的影响[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2014: 11-37.

[30] 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.

[31] 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.

[32] 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.

[33] 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.

[34] 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.

[35] 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.

[36] 章家恩.生态学常用实验研究方法与技术[M].北京:化学工业出版社,2004:117-119.

[37] 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.

[38] 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.

[39] 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.

[40] SHRESTHA A,KNEZEVIC 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(1):76-87.

[41] CARDINA J,HERMS C P,DOOHAN D J. Crop rotation and tillage system effects on weed seedbanks[J]. Weed science,2002,50(4):448-460.

[42] 陈铁保,丛林.黑龙江省北部农田杂草群落及其防治策略[J].植物保护,1983,9(5):9-10.

[43] 黄春艳.黑龙江省农田草害发生防治现状、问题和建议[J].黑龙江农业科学,2009(3):71-73.

(上接第 33 页)

表 3 氮肥运筹对光明麦 1 号籽粒产量及其构成因素的影响
Table 3 Effects of nitrogen management on grain yield and and its component factors of Guangmingmai 1

施氮量 Nitrogen amounts kg/hm ²	氮肥基追比例 Ratio of base N to dressing N	穗数 Spike number × 10 ⁴ 穗/hm ²	每穗粒数 Grain number per spike//粒/穗	千粒重 1 000-grain weight//g	实际产量 Actual yield kg/hm ²
240	5:5	463.8	40.1	42.5	8 100.0
	6:4	457.9	41.2	42.2	7 747.3
	7:3	440.8	43.3	41.3	7 299.9
	8:2	411.9	43.7	41.0	6 936.3
300	5:5	506.8	43.3	43.5	8 742.5
	6:4	488.1	45.9	42.6	8 567.1
	7:3	469.9	46.0	42.3	8 132.9
	8:2	459.2	47.3	42.0	7 941.3
360	5:5	491.4	41.3	42.7	8 357.4
	6:4	469.1	42.6	42.2	8 085.1
	7:3	463.9	45.8	41.5	7 913.2
	8:2	453.7	45.9	41.2	7 604.8
CK		274.1	32.0	39.5	3 502.4

(2)合理的氮肥运筹有利于小麦籽粒产量的增加。王晨阳等^[10]研究认为,超高产小麦以施氮量 240 kg/hm²、底追肥比例 5:5 的氮肥运筹为宜。另有研究认为,氮肥施用时期后移提高了植株中土壤氮和肥料氮的积累量,促进了肥料氮向籽粒的转运,提高了籽粒产量^[11-12]。也有研究表明在一定范围内随施氮量的增加,籽粒产量提高,超过一定范围籽粒产量增加不显著,甚至降低^[13-15]。张洪程等^[16]在超高产小麦试验中认为底追肥比例各占 50% 的处理与底肥占 60% ~ 70%、追肥占 30% ~ 40% 的处理相比,能使小麦前期吸氮量与无效分蘖同时得到控制,从而有效地增加群体生产力。该试验结果表明,与不施氮处理相比,施氮均可显著增加小麦籽粒产量,随施氮量增加,籽粒产量呈先上升后下降的趋势;同一施氮水平下,基追比例为 5:5 的处理籽粒产量均显著高于基追比例为 6:4、7:3、8:2 的处理。根据该试验可以得出:施氮量为 300 kg/hm²、基追比例为 5:5 的处理是光明麦 1 号最佳氮肥运筹方式。

参考文献

[1] SHUKLA A K,LADHA J K,SINGH V K,et al. Calibrating the leaf color chart for nitrogen management in different genotypes of rice and wheat in a system perspective [J]. Agronomy,2004,96(6):1606-1621.

[2] 程顺和,郭文善,王龙俊,等.中国南方小麦[M].南京:江苏科学技术出版社,2012.

[3] 李金才,屈会娟,魏凤珍.氮素运筹技术对冬小麦籽粒产量和品质的影响[J].河南农业科学,2005(2):8-11.

[4] 孔令聪,汪建来,曹承富,等.主要栽培措施对中筋小麦皖麦 44 产量和品质的影响[J].麦类作物学报,2004,24(4):84-87.

[5] 王银福,刘宗院,王录科,等.氮肥后移施肥技术对小麦产量品质的影响[J].陕西农业科学,2007(1):24-25,55.

[6] 武际,郭熙盛,王允青.氮肥运筹方法对强筋小麦产量和品质的调控效应[J].土壤通报,2002,39(1):192-194.

[7] 张健.氮肥运筹对不同穗型小麦产量和品质性状影响的研究[D].合肥:安徽农业大学,2012.

[8] 封超年,郭文善.高产小麦株型的指标体系[J].扬州大学学报(自然科学版),1998,1(4):24-30.

[9] 凌启鸿.作物群体质量[M].上海:上海科学技术出版社,2000.

[10] 王晨阳,朱云集,夏国军,等.氮肥后移对超高产小麦产量及生理特性的影响[J].作物学报,1998,24(6):978-983.

[11] 李春喜,姜丽娜,李秀明,等.不同氮肥运筹对超高产小麦 NR 活性和产量影响的研究[J].作物学报,1998,24(6):847-853.

[12] 于振文,田奇卓,潘庆民,等.黄淮海区冬小麦超高产栽培的理论与实践[J].作物学报,2002,28(5):577-585.

[13] 徐阳春,蒋廷惠,张春兰,等.不同面包小麦品种的产量及蛋白质含量对氮肥用量的反应[J].作物学报,1998,24(6):731-737.

[14] 潘庆民,于振文,王月福,等.公顷产 9000kg 小麦氮素吸收分配的研究[J].作物学报,1999,25(5):541-547.

[15] 林琪,侯立白,韩伟.不同肥力土壤下施氮量对小麦子粒产量和品质的影响[J].植物营养与肥料学报,2004,10(6):561-567.

[16] 张洪程,许钦,戴其根,等.超高产小麦吸氮特性与氮肥运筹的初步研究[J].作物学报,1998,24(6):935-940.