

青海保护性耕作农田杂草群落组成及生物多样性

魏有海, 郭青云, 郭良芝, 翁 华, 程 亮

(青海省农林科学院植保所, 青海 西宁 810016)

摘 要: 采用倒置“W”9点取样法对青海保护性耕作农田杂草种类进行了调查, 以明确田间杂草的种类组成及群落结构。结果表明, 青海省保护性耕作农田杂草有 67 种, 隶属于 25 科, 其中优势杂草有密花香薷 (*Elsholtzia densa* Benth)、猪殃殃 (*Galium maborasense* Masamune)、野燕麦 (*Avena fatua* Linn.)、藜 (*Chenopodium album* L.)、苣荬菜 (*Sonchus arvensis* Linn.)、大刺儿菜 (*Cephalanoplos setosum* (Willd.) Kitam.) 6 种, 是构成青海各地区保护性耕作农田杂草群落的主要优势种, 区域性优势杂草有 5 种, 常见杂草有 17 种, 一般杂草有 39 种。湟中地区主要形成猪殃殃 + 密花香薷 + 藜 + 野燕麦 + 大刺儿菜 + 芦苇 + 尼泊尔蓼为主的杂草群落; 民和地区为狗尾草 + 藜 + 扁蓄 + 野燕麦 + 田旋花 + 荞麦蔓 + 大刺儿菜, 平安地区为野燕麦 + 猪殃殃 + 苣荬菜 + 大刺儿菜 + 赖草 + 荞麦蔓 + 密花香薷 + 扁蓄 + 泽漆, 化隆地区为薄蒴草 + 猪殃殃 + 野燕麦 + 荞麦蔓 + 苣荬菜 + 密花香薷, 大通地区为野燕麦 + 猪殃殃 + 藜 + 大刺儿菜 + 问荆 + 密花香薷, 刚察地区为密花香薷 + 西伯利亚蓼 + 薄蒴草 + 藜 + 微孔草 + 旱雀麦 + 苣荬菜 + 野胡萝卜。湟中和大通地区保护性耕作农田杂草群落的物种丰富度、多样性及均匀度较其它地区高, 而优势度较低。从群落相似性来看, 湟中和大通群落结构最为相似。地理环境、气候条件及控草措施的不同, 可能是导致保护性耕作农田杂草发生及群落组成产生差异的原因。

关键词: 保护性耕作; 杂草群落; 生物多样性; 优势度; 群落相似性

中图分类号: Q948.15 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-7601(2013)01-0219-07

The community composition and biodiversity of weeds in conservation tillage system in Qinghai Province

WEI You-hai, GUO Qing-yun, GUO Liang-zhi, WONG Hua, CHENG Liang

(Institute of Plant Protection, Qinghai Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Xining, 810016, China)

Abstract: Weed survey was conducted by the method of inverted W-sampling to determine the composition of species and structure of weed communities in conservation tillage system in Qinghai Province. The results showed that there were 67 weed species belonging to 25 families in conservation tillage fields. The predominant species were *Elsholtzia densa* Benth, *Galium maborasense* Masamune, *Avena fatua* Linn, *Chenopodium album* L., *Sonchus arvensis* Linn and *Cephalanoplos setosum* (Willd.) Kitam. There were 5 species of regional predominant weeds, 17 common weeds and 39 general weeds. Weed communities were dominated by *Galium maborasense* Masamune + *Elsholtzia densa* Benth + *Chenopodium album* L. + *Avena fatua* L. + *Cephalanoplos setosum* (Willd) Kitam + *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud + *Polygonum nepalense* Meisn in Huangzhong, *Setaria viridis* (Linn.) Beauv + *Chenopodium album* L. + *Polygonum aviculare* L. + *Avena fatua* L. + *Convolvulus arvensis* L. + *Polygonum oenanthifolium* L. + *Cephalanoplos setosum* (Willd) Kitam in Minhe, *Avena fatua* L. + *Galium maborasense* Masamune + *Sonchus brachyotus* DC. + *Cephalanoplos setosum* (Willd) Kitam + *Leymus secalinus* (Georgi) Tzvel + *Polygonum oenanthifolium* L. + *Elsholtzia densa* Benth + *Polygonum aviculare* L. + *Euphorbia helioscopia* Linn. in Ping'an, *Lepidrodiclis holosteoides* + *Galium maborasense* Masamune + *Avena fatua* L. + *Polygonum oenanthifolium* L. + *Sonchus brachyotus* DC. + *Elsholtzia densa* Benth in Hualong, *Avena fatua* L. + *Galium maborasense* Masamune + *Chenopodium album* L. + *Cephalanoplos setosum* (Willd) Kitam + *Equisetum arvense* Linn. + *Elsholtzia densa* Benth in Datong, and *Elsholtzia densa* Benth + *Lepidrodiclis holosteoides* Laxm. + *Chenopodium album* L. + *Bromus tectorum* Linn. + *Sonchus*

收稿日期: 2012-04-06

基金项目: 国家“十二五”科技支撑项目(2012BAD19B02); 国家“十一五”科技支撑项目(2006BAD08A09XX)

作者简介: 魏有海(1972—), 男, 青海湟中人, 副研究员, 主要从事农田杂草治理研究。E-mail: youhaiweiqh@163.com。

brachyotus DC. + *Daucus carota* in Gangcha. The species richness, diversity and evenness degree of weed communities in conservation tillage fields of Huangzhong and Datong were higher than those of other regions, but the dominance index of these two regions was relatively low. The weed community structure of Huangzhong was similar to that of Datong. The difference of weed community composition in different conservation tillage systems might be caused by different geographical environments, climatic conditions and weed control measures.

Keywords: conservation tillage; weed communities; species diversity; dominance; community similarity

耕作方式的变化常导致农田病虫害种群结构、发生规律的变化^[1]。其中生态环境、土壤养分和土壤水分等的改变,影响杂草与作物或杂草与杂草间的竞争关系,进而影响农田杂草的生物多样性^[2-5]。近年来,国内外学者围绕不同除草方式及不同耕作方式下农田杂草的区域调查、杂草特征、群落演替等方面开展了较多研究^[6-10]。国内研究了施肥方式^[11-14]、耕作方式^[7,15-16]、管理^[17-18]、秸秆还田^[19]、外来杂草^[20-21]等措施对农田杂草多样性的影响。由于特定的农田杂草群落结构和物种组成是在长期当地习惯的农事耕作管理条件下形成的,反映当地农田生态环境的状况,有关我国西北地区秸秆还田与少免耕技术相结合保护性耕作模式下杂草群落组成及生物多样性的研究报道较少^[9]。因此,对农田杂草群落结构及物种组成、杂草生物多样性进行研究,将为农田杂草生物多样性的保持、杂草可持续治理以及耕作技术的推广提供理论依据。

1 研究调查方法

1.1 田间调查

2008—2011 年 6—8 月在青海平安、化隆、民和、湟中、大通、刚察等实施保护性耕作县选择 2~3 个代表性乡镇进行调查取样。田间杂草调查采用倒置“W”9 点取样法,在事先选定的大田中抽取样本^[22-23]。每样点为 1 m²,调查每个样点时记录样方内杂草种类、株数和平均高度,同时记录所调查地块的其他有关资料。为便于记录,杂草的株数以杂草茎秆数表示。在记录过程中,对已明确的杂草种类,在表中记入其通用名,对有疑问的杂草予以编号,以便鉴定。共调查 347 块样点。

研究区为青海旱地农业区,年均温 1.8℃~7.6℃,年降水量 332.9~561.7 mm,平均风速 10~2.5 m·s⁻¹,海拔高度为 2 000~3 400 m,日照时间长,昼夜温差大,为典型的高原大陆性气候。作物生长季为 180~240 d,主要为麦-油轮作、油-油连作的栽培模式。土壤类型主要为栗钙土和黑钙土。

1.2 调查数据的计算方法

采用相对优势度(relative abundance, RA)比较某

一杂草在杂草群落中所占的比重。相对优势度(RA) = (RD + RH + RU + RF)/4,其中 RD 为相对密度(relative density),即某杂草的密度占总密度的比例;RH 为相对高度(relative height),即某杂草的总高度占样方中所有杂草高度的比例;RU 为相对均度(relative uniformity),即某种杂草出现的田块数占所有杂草出现的总田块数的比例;RF 为相对频度(relative frequency),即杂草出现的样方数占所有杂草出现的总样方数的比例。RA 体现杂草丰富程度,相对优势度较大的杂草将被视为当地的主要优势杂草。

根据各样点的调查数据计算其物种多样性及群落的相似性。物种丰富度即样方中包含的所有杂草种类数。Shannon - Wiener 指数 $H' = - \sum P_i \times \ln P_i$, $P_i = N_i/N$, N_i 为样方中第 i 种杂草的密度, N 为样方中杂草的总密度;Simpson 指数 $D = \sum P_i^2$;Pielou 均匀度指 $J = H' / \ln S$ ^[24]。用 Sorenson 指数(C_s)测定群落相似性, $C_s = 2j/(a + b)$,其中 j 为群落 A 与 B 所共有的物种数, a 为群落 A 含有的全部物种数, b 为群落 B 含有的全部物种数^[25]。

调查数据使用 Excel 2003 进行处理,并用 DPS 2000(Data Processing System,数据处理系统)进行统计分析。

1.3 物种优势度等级及类群划分

根据物种优势度指数(RA)对物种的优势度进行划分。具体标准为: $RA \geq 5$ 时为优势杂草; $3 \leq RA < 5$ 时为区域性优势杂草; $1 \leq RA < 3$ 时为常见杂草; $RA < 1$ 时为一般杂草。

2 结果与分析

2.1 保护性耕作农田杂草种类

青海保护性耕作农田共有杂草 25 科 67 种,其中单子叶植物 1 科(禾本科)8 种,双子叶植物 24 科 58 种。菊科、禾本科、唇形科、十字花科、蓼科杂草种类较多,分别为 10 种、8 种、7 种、6 种、6 种,共占杂草种类的 55.22%,藜科、豆科、蔷薇科、紫草科均为 3 种,石竹科和牻牛儿苗科各 2 种,其余杂草分属于茜草科、罂粟科、大戟科、毛茛科、木贼科、旋花科、

蓝雪科、堇菜科、伞形花科、玄参科、蒺藜科、锦葵科、车前科、苋科,均为 1 种。所有发生杂草中,一年生杂草 27 种,占有杂草的 40.3%,越年生及多年生杂草 40 种,占 59.7%。

根据杂草优势度等级、出现频度及其在各地区的具体发生情况,可以将青海省保护性耕作农田杂草划分为 4 种类型,即优势杂草、区域性优势杂草、常见杂草和一般杂草。

密花香薷(*Elsholtzia densa* Benth)、猪殃殃(*Galium maborasense* Masamune)、野燕麦(*Avena fatua* Linn)、藜(*Chenopodium album*)、苣荬菜(*Sonchus arvensis* Linn.)、大刺儿菜(*Cephalanoplos setosum* (Willd.) Kitam.) 6 种杂草田间发生的优势度 $RA \geq 5$,对作物生长发育及产量影响严重,防除较为困难,是青海保护性耕作农田的优势杂草。

荞麦蔓(*Polygonum convolvulus* L.)、薄蒴草(*Lepydiclis holosteoides* (C. A. Mey.) Fisch. et Mey.)、扁蓄(*Polygonum aviculare* L.)、狗尾草(*Setaria viridis* (Linn.) Beauv.)、节裂角茴香(*Hypocoum leptocarpum* Hook. F. et Thoms.) 5 种杂草为区域性优势杂草($3 \leq RA < 5$)。

赖草(*Leymus secalinus* (Georgi) Tzvel.)、鹅绒委陵菜(*Potentilla ansrina*)、尼泊尔蓼(*Polygonum nepalense* Meisn)、宝盖草(*Lamium amplexicaule* Linn.)、旱雀麦(*Bromus tectorum* Linn.)、西伯利亚蓼(*Polygonum sibiricum* Laxm.)、泽漆(*Euphorbia helioscopia* Linn.)、田旋花(*Convolvulus arvensis* Linn.)、问荆(*Equisetum arvense* Linn.)、小兰雪花(*Ceratostigma minus* Stapf ex Prain)、微孔草(*Microula sikkimensis* (Clarke) Hemsl.)、苦苣菜(*Sonchus oleraceus* L.)、鼠掌老鹳草(*Geranium sibiricum* L.)、遏蓝菜(*Thlaspi arvense* Linn.)、天山千里光(*Senecio tianshanicus* Regel et Schmalh)、早熟禾(*Poa annua* L.)、野胡萝卜(*Daucus carota* Linn.)等 17 种杂草虽然在大部分作物田均有发生,但 $1 \leq RA < 2$,对作物产量造成的影响较小,为常见杂草。

此外,有 39 种杂草仅在青海麦-油轮作各地区局部发生($RA < 1$),对作物生长影响极微,为一般杂草。主要有黄花蒿(*Artemisia annua* Linn.)、芦苇(*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud)、野艾蒿(*Artemisia lavandulaefolia* DC.)、糙苏(*Phlomis umbrosa* Turcz.)、蒲公英(*Taraxacum mongolicum* Hand. - Mazz)、离蕊芥(*Malcolmia africana* (L.) R. Br.)、二裂叶委陵菜(*Potentilla bifurca*)、野芥菜(*Raphanus raphanistrum*)、飞廉(*Carduus nutans* Linn.)、大巢菜

(*Vicia sativa* L.)、自生油菜(*Brassica campestris* L.)、宝塔菜(*Stachys sieboldi* Miq.)、海州香薷(*Elsholtzia splendens* Nakai ex F. Maekawa)、荠菜(*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medic.)、繁缕(*Stellaria media* (Linn.) Villars)、早开堇菜(*Viola prionantha*)、大籽蒿(*Artemisia sieversiana* Ehrhart ex Willd.)、青海苜蓿(*Medicago archiducis-nicolai* Sirj.)、多花黑麦草(*Lolium multiflorum* Lam.)、甘青老鹳草(*Geranium pylzowianum* Maxim.)、旱稗(*Echinochloa hispidula* (Retz.) Nees)、菊叶香藜(*Chenopodium foetidum* Schrad.)、甘肃马先蒿(*Pedicularis kansuensis* Maxim.)、野荞麦(*Fagopyrum tataricum* (L.) Caern)、茵陈蒿(*Artemisia capillaris* Thunb.)、朝天委陵菜(*Potentilla supina* Linn.)、灰绿藜(*Chenopodium glaucum* L.)、白刺(*Nitraria tangutorum* Bobr.)、融瓣花(*Galeopsis bifida* Boenn)、露蕊乌头(*Aconitum gymnandrum* Maxim)、夏至草(*Lagopsis supina* (Steph. ex Willd.) Ik. - Gal. ex Knorr.)、披针叶黄花(*Thermopsis lanceolata* R. Br.)、野薄荷(*Mentha arvensis* L.)、狼紫草(*Lycopsis orientalis* Linn.)、冬葵(*Mahva crispa* Linn.)、车前(*Plantago asiatica* Linn.)、酸模叶蓼(*Polygonum lapathifolium* L.)、反枝苋(*Amaranthus retroflexus* Linn.)等。

2.2 保护性耕作农田杂草群落组成

青海为典型的立体农业种植结构,境内多民族聚居,气候条件、土壤地理环境不同,种植习惯、管理水平差异,农田杂草的发生种类和群落组成差别较大(表 1),湟中县保护性耕作农田杂草群落组成为猪殃殃+密花香薷+藜+野燕麦+大刺儿菜+芦苇+尼泊尔蓼;民和县由狗尾草+藜+扁蓄+野燕麦+田旋花+荞麦蔓+大刺儿菜等优势种群组成;野燕麦+猪殃殃+苣荬菜+大刺儿菜+赖草+荞麦蔓+密花香薷+扁蓄+泽漆组成平安县保护性耕作农田杂草群落;化隆县杂草群落由薄蒴草+猪殃殃+野燕麦+荞麦蔓+苣荬菜+密花香薷组成;大通县则以野燕麦+猪殃殃+藜+大刺儿菜+问荆+密花香薷组成;刚察县由密花香薷+西伯利亚蓼+薄蒴草+藜+微孔草+旱雀麦+苣荬菜+野胡萝卜组成。不同地区田间群落中优势种群差异较大,除密花香薷、猪殃殃、野燕麦、藜、苣荬菜、大刺儿菜 6 种杂草在全省保护性耕作农田普遍发生危害以外,湟中地区芦苇、尼泊尔蓼,民和地区狗尾草、扁蓄、田旋花,平安地区赖草、泽漆、扁蓄,大通地区问荆,化隆地区薄蒴草,刚察地区薄蒴草、西伯利亚蓼、微孔草、鹅绒委陵菜、野胡萝卜,在本地区危害严重,是当地

保护性耕作农田优势杂草种群之一,在其它调查地区很少或未见发生。

表 1 青海不同地区保护性耕作农田主要杂草的优势度

Table 1 The relative abundance of main weeds in conservation tillage fields in different regions of Qinghai Province

杂草名称 Weed species	湟中 Huangzhong	民和 Minhe	平安 Ping'an	化隆 Hualong	大通 Datong	刚察 Gangcha	综合 Overall
密花香薷 <i>Elsholtzia densa</i> Benth	9.18	4.75	6.83	7.93	6.37	12.94	8.00
猪殃殃 <i>Galium maborasense</i> Masamune	10.09	1.79	9.76	12.98	10.75	2.06	7.91
野燕麦 <i>Avena fatua</i> Linn.	7.37	6.10	10.11	8.90	13.25	1.04	7.79
藜 <i>Chenopodium album</i>	7.41	12.02	2.98	4.56	7.09	8.84	7.15
苣荬菜 <i>Sonchus arvensis</i> Linn.	2.95	2.24	8.77	8.66	4.49	6.53	5.61
大刺儿菜 <i>Cephalanoplos setosum</i> (Willd.) Kitam.	6.46	5.23	7.36	3.92	6.99	2.17	5.36
莽麦蔓 <i>Polygonum convolvulus</i> L.	3.28	5.58	7.06	8.77	3.41	0	4.68
薄荷草 <i>Lepyrodiclis holosteoides</i> (C. A. Mey.) Fisch. et Mey.	1.53	0	0	14.20	1.60	10.02	4.56
扁蓄 <i>Polygonum aviculare</i> L.	1.04	8.80	6.68	4.58	3.60	0.93	4.27
狗尾草 <i>Setaria viridis</i> (Linn.) Beauv.	0	12.31	0	0	0	0	4.10
节裂角茴香 <i>Hypocoum leptocarpum</i> Hook. F. et Thoms.	3.26	4.55	4.35	1.42	3.16	3.46	3.37
赖草 <i>Leymus secalinus</i> (Georgi) Tzvel	4.62	2.66	7.12	1.99	0	1.39	2.96
鹅绒委陵菜 <i>Potentilla ansrina</i> .	0.76	0	0.40	0	4.47	7.80	2.24
尼泊尔蓼 <i>Polygonum nepalense</i> Meisn	5.35	1.09	1.06	3.04	1.19	0.85	2.10
宝盖草 <i>Lamium amplexicaule</i> Linn.	1.10	2.05	3.36	1.70	4.35	0	2.09
旱雀麦 <i>Bromus tectorum</i> Linn.	0.82	0.02	0.56	0	3.78	7.28	2.08
西伯利亚蓼 <i>Polygonum sibiricum</i> Laxm.	0.11	0	0	0	0	12.12	2.04
泽漆 <i>Euphorbia helioscopia</i> Linn.	3.46	1.99	5.15	0.57	0.00	0	1.86
田旋花 <i>Convolvulus arvensis</i> Linn.	1.57	5.92	1.06	0	2.17	0	1.79
问荆 <i>Equisetum arvense</i> Linn.	2.41	0.66	0.00	0	6.69	0	1.63
小兰雪花 <i>Ceratostigma minus</i> Stapf ex Prain	0	2.19	2.32	1.97	0	0	1.62
微孔草 <i>Microula sikkimensis</i> (Clarke) Hemsl.	0.48	0.21	0.45	0	0	8.44	1.60
苦苣菜 <i>Sonchus oleraceus</i> L.	4.89	1.27	1.31	0.48	0.90	0	1.48
鼠掌老鹳草 <i>Geranium sibiricum</i> L.	1.95	0.92	0.67	0	4.89	0	1.41
遏蓝菜 <i>Thlaspi arvense</i> Linn.	1.14	0.02	0	0	3.36	3.36	1.31
天山千里光 <i>Senecio tianshanicus</i> Regel et Schmalh	0	3.90	0	0	0	0	1.30
早熟禾 <i>Poa annua</i> L.	0.82	0.51	0	2.78	3.51	0.00	1.27
野胡萝卜 <i>Daucus carota</i> Linn.	0	0	0	0	0	5.91	1.18
黄花蒿 <i>Artemisia annua</i> Linn.	0.98	0	0.36	4.21	0	0	0.93
芦苇 <i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud	5.49	0	0	0	0	0	0.92
野艾蒿 <i>Artemisia lavandulaefolia</i> DC.	0.39	0	0.80	0	1.82	1.04	0.68
糙苏 <i>Phlomis umbrosa</i> Turcz.	0	0	0	4.09	0	0	1.02
蒲公英 <i>Taraxacum mongolicum</i> Hand. - Mazz	0	2.70	0	0	0	0	0.67
离蕊芥 <i>Malcolmia africana</i> (L.) R. Br.	0.13	0	0	0	0	3.81	0.66
二裂叶委陵菜 <i>Potentilla bifurca</i>	0.44	1.39	1.98	0	0	0	0.64
野芥菜 <i>Raphanus raphanistrum</i>	3.16	0.51	0	0	0	0	0.61
飞廉 <i>Carduus nutans</i> Linn.	1.27	0.39	0	1.62	0	0	0.55
大巢菜 <i>Vicia sativa</i> L.	0	0.75	0.76	0	0	0	0.51
自生油菜 <i>Brassica campestris</i> L.	0.35	0.89	1.40	0	0	0	0.44
宝塔菜 <i>Stachys sieboldi</i> Miq.	0.26	0.66	1.18	0	0.44	0	0.42
海州香薷 <i>Elsholtzia splendens</i> Nakai ex F. Maekawa	0.60	0.58	1.33	0	0	0	0.42
荠菜 <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medic.	1.15	1.28	0	0	0	0	0.40
繁缕 <i>Stellaria media</i> (Linn.) Villars	1.14	0.22	0.43	0	0.49	0	0.38
早开堇菜 <i>Viola prionantha</i>	0	1.01	0.41	0	0	0	0.36
大籽蒿 <i>Artemisia sieversiana</i> Ehrhart ex Willd.	0	0.59	0	0.66	0	0	0.31

注:表中所列为综合优势度在 0.3 以上的杂草。
Note: The weeds listed in this table were those with an overall relative abundance of more than 0.3.

2.3 青海各地区杂草群落的物种多样性

湟中和大通县保护性耕作农田杂草群落的物种丰富度较高,分别有杂草 48 种和 44 种,民和县次之,刚察为最少,仅 29 种(表 2)。从群落的多样性来看,也以湟中、大通县的物种多样性较高,香农指数在 4.0 以上。从衡量群落物种集中性的辛普森指数来看,湟中县为最低,刚察县为最高。从各地区杂草群落的均匀度指数来看,以大通县为最高,湟中县次之,刚察县为最低,这与其它指数反映的趋势较为一致。从不同地区杂草群落物种组成的相似性来看(图 1),湟中、大通较为相似,化隆、平安较为相似,各县作物布局、耕作制度、管理措施相近,土壤类型存在差异,湟中、大通土壤类型为黑钙土,化隆、平安土壤为栗钙土,均属于东部农业区,降雨量少,该区

人均耕地少,甘蓝型油菜-小麦轮作,苗期中耕除草,加之轮换使用除草剂品种,精细管护,群落结构较为相似。小麦-甘蓝型油菜轮作种植,而刚察属青海湖环湖农业区,海拔高,气候冷凉,雨量充沛,是以藏族为主的少数民族居住区,文化水平较低,除草技术落后,连作种植白菜型油菜,每公顷油菜密度约 300~400 万株,是甘蓝型油菜的 10~20 倍,播前采用氟乐灵土壤处理防除杂草,间或轮作一季青稞,选用苯磺隆、2,4-D 滴丁酯等阔叶除草剂防除一年生双子叶杂草,无中耕除草措施,耕作粗放,轻于管护,长期连作和除草剂的选择性,逐渐形成了密花香薷+西伯利亚蓼+薄蒴草+藜+微孔草+旱雀麦+苣荬菜+野胡萝卜群落结构,而且密花香薷、西伯利亚蓼、薄蒴草等杂草的综合优势度高于其它地区。

表 2 不同地区保护性耕作农田间杂草群落的物种多样性
Table 2 Species diversity of weed communities in conservation tillage fields in different regions

地区 Regions	物种多样性指数 Species diversity index			
	物种丰富度 Species richness	香农指数 Shannon - Wiener index	辛普森指数 Simpson's index	均匀度指数 Evenness index
湟中 Huangzhong	48	4.4059	0.0158	0.9249
大通 Datong	44	4.3728	0.0188	0.9983
民和 Minhe	42	3.9567	0.0224	0.4352
化隆 Hualong	33	3.2277	0.0424	0.6903
平安 Ping'an	36	2.9957	0.0692	0.5688
刚察 Gangcha	29	2.3899	0.0986	0.1754

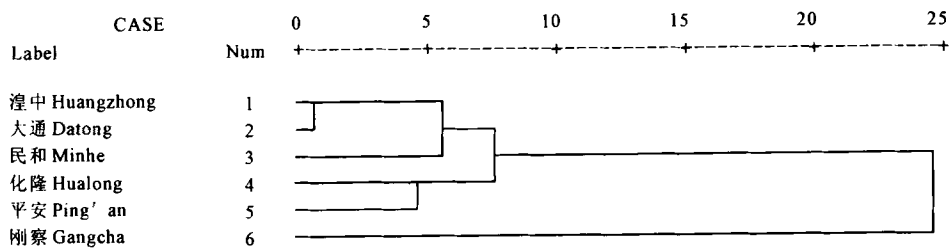


图 1 不同地区杂草群落物种组成的聚类分析
Fig. 1 Cluster analysis of weed community composition among different regions

3 小 结

农田杂草群落的构成及其生物多样性受环境条件、耕作制度、作物种类、种植制度及田间管理、除草措施等影响^[26-27],自然环境因素如水肥条件、地理纬度、土壤类型等决定农田杂草群落的组成和杂草的发生^[12,28]。在西北内陆以及相邻生产条件相对比较恶劣的地区,单纯的免耕处理减产比例非常高,不适合于在本地区应用^[29-30],免耕沟播是青海最具推广价值的耕作模式,其土壤持水量、入渗量均明显高于传统耕作方式^[31]。青海属典型的立体农

业种植,各地区地理环境、气候条件、作物布局、除草水平、管理方式也存在差异。调查结果表明,青海省保护性耕作农田杂草群落共由 25 科 67 种杂草构成,密花香薷、猪殃殃、野燕麦、藜、苣荬菜、大刺儿菜 6 种杂草对作物生长发育及产量影响严重,防除较为困难,是青海保护性耕作农田的优势杂草。不同地区田间群落中优势种群差异较大,除上述 6 种杂草在全省保护性耕作农田普遍发生危害以外,湟中地区芦苇、尼泊尔蓼,民和地区狗尾草、扁蓄、田旋花,平安地区赖草、泽漆、扁蓄,大通地区问荆,化隆地区薄蒴草,刚察地区薄蒴草、西伯利亚蓼、微孔草、

鹅绒委陵菜、野胡萝卜,在本地区危害严重,是当地保护性耕作农田优势杂草种群之一,在其它调查地区很少或未见发生。青海东部农业区定点调查结果表明^[32],保护性耕作农田杂草于 4 月中旬开始出苗,5 月上旬达到出苗高峰,6 月下旬出苗基本结束,杂草出苗过程有 2 次高峰即 5 月上旬和下旬,青海实施保护性耕作地区均为雨养农业区,降雨导致杂草出苗高峰的提前或延后。多数单株结籽量大、出苗深度要求较低的杂草如藜、遏蓝菜等和多年生杂草大刺儿菜、苣荬菜等出苗数量高于传统耕作,其中猪殃殃、苦苣菜出苗数是传统耕作的 2~4 倍。而出苗深度要求较高的野燕麦、密花香薷、冬葵等杂草发生量较传统耕作低。刚察地区海拔高、气候冷凉,白菜型油菜连作,播种期晚,杂草出苗高峰较东部农业区推迟 20~30 d。

当前,我国保护性耕作农田杂草大多采用化学方法防治。在青海保护性耕作油菜田可采用 48% 氟乐灵 EC 2 550~3 000 mL·hm⁻²、55% 油田清 EC 2 700~3 000 mL·hm⁻² 对水 225~300 L(下同)播前土壤处理,或用 22% 油草枯 EC 1 200~1 300 mL·hm⁻² 于杂草 2~8 叶期茎叶喷雾处理,可防除一年生禾本科杂草和多种双子叶杂草。以薄蒴草、遏蓝菜为单一优势种群危害的田块,可选用 25% 胺苯磺隆 WP 120 mL·hm⁻² 双子叶杂草 2~8 叶茎叶喷雾处理。15.8% 精喹禾灵 EC 300~375 mL·hm⁻² 或 5% 精禾草克 EC 300~375 mL·hm⁻² 或 10.8% 高效盖草能 EC 375~450 mL·hm⁻² 茎叶喷雾可有效防除油菜田禾本科杂草旱雀麦、野燕麦,对于芦苇、赖草等多年生禾本科杂草可适当增加剂量。在小麦田,可采用 50% 麦草光 EC 2 400~3 000 mL·hm⁻² 播前土壤处理,或采用 7.5% 啶磺草胺 WG 132.0~199.5 g·hm⁻² 可防除一年生禾本科杂草和多种双子叶杂草。以一年生禾本科为优势群落的田块可选用 6.9% 骠马 EW 750~1 050 mL·hm⁻²,或 15% 麦极 WP 200~300 g·hm⁻²,或 5% 爱秀 EC 900~200 mL·hm⁻² 于禾本科杂草 3~5 叶期茎叶喷雾处理;在双子叶杂草发生的田块,可选用 7% 麦阔净 G 1 900~2 000 g·hm⁻²,或 10% 苯磺隆 WP 135~150 g·hm⁻²,或 10% 苯磺隆 WP 120 g·hm⁻² 同 72% 2,4-D 丁酯 EC 150 mL·hm⁻² 于双子叶杂草 2~8 叶期茎叶喷雾。仅以多年生大刺儿菜、苣荬菜等恶性菊科杂草为主的田块,可采用 75% 龙拳 SGX 195~225 g·hm⁻²、30% 毕克草 AS 600~750 mL·hm⁻² 于目标杂草 6~12 叶时进行茎叶喷雾处理,防效可达 85% 左右。

杂草是农田生态系统中重要的生物成分之一,保持一定的杂草生物多样性对于保护害虫天敌、防止土壤侵蚀、促进养分循环、维持生态系统功能的正常发挥和保持生态系统等具有重要作用^[33-34]。自然界环境的变化和人类生产活动的干扰都能引起杂草群落结构的改变,加速农田生态系统中杂草群落演替过程。杂草群落的物种多样性既能体现物种数量特征,又能体现生态系统中群落结构的合理性,并且与其它环境要素一起,决定生态系统的结构和动态^[35-36]。有研究认为,农田杂草的群落结构、演替趋势与农田耕作制度、经营方式有密切的相关性^[26,28],而且生境相似杂草群落具有趋同性^[37]。魏守辉等^[28]研究认为,化学除草会显著影响杂草群落的生物多样性,郭水良等^[38]也指出,如长期单一使用除草剂,杂草群落结构会发生变化,使杂草物种多样性降低,产生抗药性杂草,增加杂草的防治难度。杂草综合治理的目的不是完全杀灭杂草,而是控制杂草的危害程度和范围,维持杂草的多样性,利用杂草种群间的相互制约,不使某一恶性杂草占优势^[38]。除去控制农药的使用外,如何利用作物种植所形成的景观布局,为它们提供生息、繁育、避难和越冬的必要条件,将是生物多样性持续利用的研究重点。如果农业生态系统管理者能够将杂草在空间、实践及其生态位上和目标作物分离,阻断杂草种子输入及采取措施加大农田杂草种子库输出等生态控草措施,利用植物秸秆覆盖、作物品种自身控草作用、以虫以菌抑草等杂草协调治理技术,将杂草控制在经济危害允许水平以下,一方面可以减少化学除草剂的使用量,减轻对环境的污染,另一方面既可控制优势杂草的危害,又可保持非优势杂草的生物多样性,能使农业生态系统发挥出最大的生态效应。因此,在保护性耕作推广过程中,要加强种植制度、耕作措施、环境因子、除草措施变化等对保护性耕作农田优势杂草生态生物学特征、潜显群落演替的影响,明确主要害草发生危害的关键影响因素、适生区域和种群扩散风险及其防控关键时期,研究揭示新型农作模式下农田潜显杂草群落综合体的发生演变规律,进一步提出保护性耕作农田杂草可持续控制对策。

参考文献:

- [1] 郭予元.我国农作物病虫害生态调控实例分析[J].植物保护, 2006,32(2):1-3.
- [2] Olsen J Kristensen L, Weiner J. Influence of sowing density and spatial pattern of spring wheat (*Triticum aestivum*) on the suppression of different weed species[J]. Weed Biology and Management, 2006,6

- (3):165-173.
- [3] 陈欣,王兆骞,唐建军.农业生态系统杂草多样性保持的生态学功能[J].生态学报,2000,19(4):50-52.
- [4] 钦绳武,顾益初,朱兆良.潮土肥力演变与施肥作用的长期定位试验初报[J].土壤学报,1998,35(3):367-375.
- [5] Buhler D D. Implications of weed seed bank dynamics to weed management[J]. Weed Sci,1997,45:329-336.
- [6] 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.
- [7] 高宗军,李美,高兴祥,等.不同耕作方式对冬小麦田杂草群落的影响[J].草业学报,2011,20(1):15-21.
- [8] 方日尧,赵慧清,方娟.不同保护性耕作下冬小麦田杂草滋生情况调查研究[J].干旱地区农业研究,2008,26(5):93-95.
- [9] 魏有海,郭青云,冯俊涛.保护性耕作制度下青海麦油轮作田间杂草群落组成调查[J].干旱地区农业研究,2011,29(2):101-104.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] 尹力初,蔡祖聪.长期定位施肥小麦田间杂草生物多样性的变化研究[J].中国生态农业学报,2005,13(3):57-59.
- [13] 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.
- [14] 万开元,潘俊峰,李儒海,等.长期施肥对旱地土壤杂草种子库生物多样性影响的研究[J].生态环境学报,2010,19(4):836-842.
- [15] 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的影响[J].生态学报,2011,31(10):2768-2775.
- [16] 谷艳芳,胡楠,丁圣彦,等.种植制度对开封和封丘地区麦田杂草群落结构和生物多样性的影响[J].河南大学学报(自然科学版),2007,37(4):391-394.
- [17] 李照全,尹力初,周卫军,等.农田管理措施对红壤稻田系统杂草种群结构的影响[J].农业现代研究,2008,29(2):239-242.
- [18] 徐华勤,肖润林,向佐湘,等.不同生态管理措施对丘陵茶园杂草生物多样性的影响[J].中国农学通报,2010,26(4):283-286.
- [19] 韩惠芳,宁堂原,田慎重,等.土壤耕作及秸秆还田对夏玉米田杂草生物多样性的影响[J].生态学报,2010,30(5):1140-1147.
- [20] 胡天印,黄华,郭水良,等.城市郊区外来杂草生态位特点及对生物多样性影响研究[J].广西植物,2007,27(6):873-881.
- [21] 林金成,强胜,吴海荣.外来入侵杂草空心莲子草对植物生物多样性的影响[J].农村生态环境,2005,21(2):28-32.
- [22] Thomas A C. Weed survey system used in Saskatchewan for cereal and oilseed crops[J]. Weed Science,1985,33:34-43.
- [23] 张朝贤,胡祥恩,钱益新,等.江汉平原麦田杂草调查[J].植物保护,1998,24(3):14-16.
- [24] 马克平,刘玉明.生物群落多样性的测度方法 I α 多样性的测度方法(下)[J].生物多样性,1994,2(4):231-239.
- [25] 马克平,刘灿然,刘玉明.生物群落多样性的测度方法 II β 多样性的测度方法[J].生物多样性,1995,3(1):38-43.
- [26] 强胜,沈俊明,张成群,等.种植制度对江苏省棉田杂草群落影响的研究[J].植物生态学报,2003,27(2):278-282.
- [27] 王开金,强胜.江苏省南部麦田杂草群落的定量分析[J].生物数学学报,2005,20(1):107-114.
- [28] 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].生态学报,2005,24(4):385-389.
- [29] 谢瑞芝,李少昆,金亚征,等.中国保护性耕作试验研究的产量效应分析[J].中国农业科学,2008,41(2):397-404.
- [30] 高焕文,李问盈,李洪文.中国特色保护性耕作技术[J].农业工程学报,2003,19(3):1-4.
- [31] 王晓燕,高焕文,杜兵,等.保护性耕作的不同因素对降雨入渗的影响[J].中国农业大学学报,2001,6(6):42-47.
- [32] 魏有海,郭青云,冯俊涛.免耕沟播春油菜田杂草发生规律及化学防除研究[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2010,38(2):184-190.
- [33] Johnson K H, Clark H J, Schmitz O J, et al. Biodiversity and the productivity and stability of ecosystem[J]. Trends in Ecology & Evolution, 1996,11:372-377.
- [34] Tilman D, Knops J, Wedin D. The influence of functional diversity and composition on ecosystem processes[J]. Science,1997,277:1300-1302.
- [35] Marti nez-Ghersa M A, Ghersa C M, Satorre E H. Coevolution of agriculture systems and their weed companions: implications for research[J]. Field Crops Research, 2000,67:181-190.
- [36] Walker L R. Successional changes in agroecosystems of the rolling pampa[C]//Ghersa C M, León RJC. Ecosystems of the World, Ecosystems of Disturbed Ground. New York: Elsevier, 1999:487-502.
- [37] 丁圣彦,谷艳芳,苗琛,等.黄河中下游典型地区不同土地利用类型杂草群落比较研究[J].河南大学学报(自然科学版),2006,36(1):75-78.
- [38] 郭水良,赵铁桥.除草剂对杂草微观进化及多样性的影响[J].生物多样性,1997,5(4):301-306.