

吕倩倩, 杨 森, 丛 聪, 等. 耕作和有机物料还田对黑土区坡耕地田间杂草群落和生物量的影响[J]. 江苏农业科学, 2021, 49(24): 121–127.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.24.021

耕作和有机物料还田对黑土区坡耕地 田间杂草群落和生物量的影响

吕倩倩¹, 杨 森², 丛 聪¹, 周 璇¹, 王天舒¹, 尧水红¹

(1. 中国农业科学院农业资源与农业区划研究所, 北京 100081; 2. 河南省商丘市农业农村土壤肥料站, 河南商丘 476000)

摘要: 农田管理对杂草群落变化影响是现代生态农业关注的热点问题, 但耕作和有机物料还田作为最常见的农田管理方式对杂草群落和生物量的交互影响尚未探明。以黑龙江省海伦市一块连续 3 年施行不同耕作方式[免耕(NT)、旋耕(RT)、旋耕+深松(RTS)、翻耕(PT)、翻耕+深松(PTS)、深翻耕(DPT)]和不同有机物料还田方式[无物料还田(0)、秸秆还田(1)、牛粪还田(2)]的玉米轮作农田为研究样地, 调查并比较了不同耕作与有机物料还田管理模式下农田春季杂草群落特征。研究发现, 经过 3 年耕作配施有机物料还田, 玉米地的田间杂草群落结构基本稳定, 常见杂草有稗草、灰菜、节骨草、蓼吊子和鸭拓草, 且这 5 种常见杂草占杂草群落总量的 72.2%~81.9%, 田间偶发杂草仅占杂草群落总量的 18.1%~27.8%。但耕作配施有机物料还田后, 玉米地常见杂草的出现频次和种类在不同的年际间有一定的差异, 耕作方式明显影响稗草、灰菜和蓼吊子在杂草群落中的占比。无物料还田条件下, 翻耕相较于免耕(NT), 明显降低农田杂草的生物量; 且这一降低效益随着翻耕措施的加强而加剧, 即翻耕(PT) < 翻耕+深松(PTS) < 深翻耕(DPT)。在秸秆还田的条件下, 旋耕+深松(RTS)相较于免耕, 在一定程度上增加了田间杂草的生物量; 而在牛粪还田的条件下, 旋耕(RT)及旋耕+深松(RTS)相较于免耕, 显著地增加了田间杂草的生物量($P < 0.05$)。在不同的耕作配施有机物料还田条件下, 土壤的容重和含水量是造成杂草群落组成年际差异的主要农田环境因素。

关键词: 黑土坡耕地; 耕作方式; 有机物料还田; 杂草群落; 年度变化

中图分类号: S181 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2021)24-0121-06

近年来由于土地的分散经营, 大动力及大型农机具在生产上的应用急剧下降, 机械化深翻、深耕面积越来越少, 浅旋、深松和免耕等小动力甚至无动力的保护性耕作措施在我国北方农业中逐渐占据重要的地位^[1-2]。有机物料的施用可以提高土壤有机质, 改善土壤结构, 在一定程度上减少耕作带来的水土流失^[3]。目前, 针对免耕、深松等保护性耕作配施有机物料还田的研究已经涉及作物产量^[4]、土壤理化性状和微生物群落^[5]等多个方面。关于耕作配施有机物料还田的研究也多从农田土壤水分和营养条件着手^[6-8], 考虑农田管理措施的蓄水保墒及节本增效能力。但是新的农田综合管理措施出现后, 原有的生态系统和生物体系, 特别

是病虫草害的危害规律均会随之发生改变^[9-10]。

农田杂草与作物竞争光照、土壤养分与水分等资源, 是影响作物生长导致减产的重要因素之一^[2,11-12]。因而, 为保证作物良好生长, 就必须全面衡量杂草存在的利弊, 在农田管理的过程中采用合理措施控制农田杂草的群落状态^[2]。Légère 等通过多年研究发现, 不同耕作措施对杂草多样性影响不大, 但在决定杂草群落组成方面起主要作用^[13]。韩惠芳等的研究表明, 秸秆还田条件下新型耕作方式提高杂草群落的多样性^[14]。李儒海等研究发现, 长期单施化肥、配施猪粪或秸秆均能显著改变田间杂草的群落组成^[15]; 且王能伟等进一步研究发现, 在不同耕作配施氮肥条件下, 杂草的物种丰富度和均匀度随施肥量的增加而升高^[8]。因此, 监测新的农田综合管理措施(免耕、深松等保护性耕作配施有机物料还田)下杂草群落和生物量的变化, 对作物生长及产地环境杂草防控都有重要的意义。

东北黑土区坡耕地是我国玉米的黄金生产带^[16-17], 在区域乃至全国粮食生产安全起着十分重要的作用。耕作、秸秆的直接或过腹还田将改变土

收稿日期: 2021-03-16

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项(编号: 201503119); 国家自然科学基金面上项目(编号: 41771274)。

作者简介: 吕倩倩(1994—), 女, 山西忻州人, 硕士, 主要从事土壤生态研究。E-mail: 1247902261@qq.com。

通信作者: 尧水红, 博士, 研究员, 研究方向为土壤生态。E-mail: yaoshuihong@caas.cn。

壤的温度、湿度及养分,影响农田杂草的生长发育过程^[7,14],改变田间杂草群落组成,导致部分草害孳生,影响作物产量,因此有必要对其进行专门的研究。国内外学者在研究农田管理措施对杂草群落变化的影响时,大多仅分析了不同耕作^[4,18]、秸秆还田^[19-20]或综合管理措施下^[14,21]杂草群落的当季现状,甚少有研究监测不同农田管理措施下杂草群落的多年动态。本研究选取典型黑土区坡耕地农田为试验对象,连续 3 年监测不同耕作配合有机物料还田处理后,玉米田杂草的群落组成和生物量的变化,以期探明新农田综合管理措施下杂草群落演变的主控因素,为建立杂草综合防控技术提供数据支撑,为黑土区农业可持续发展提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验地点为黑龙江省海伦市中国科学院东北地理与农业生态研究所黑土水土流失监测站(47°21'N,126°50'E),试验地块为东北典型的漫岗坡耕地,坡度约为 3°,海拔 210 m,处于温带大陆性季风气候区,夏季炎热多雨,冬季寒冷干燥,年均气温为 1.5℃,年均降水量为 530 mm,有效积温 2 450℃,日照时间 2 600 ~ 2 800 h,无霜期约 120 d。土壤类型为黄土母质发育的典型黑土,2015 年试验开始前 0 ~ 20 cm 土壤的理化性质为 pH 值 5.92、有机质含量 20.16 g/kg、全氮含量 1.53 g/kg、速效钾含量 226.2 mg/kg、有效磷含量 31.3 mg/kg。

1.2 试验设计

试验采用裂区设计,耕作方式为主处理,包括免耕(NT)、旋耕(RT)、旋耕+深松(RTS)、翻耕(PT)、翻耕+深松(PTS)和深翻耕(DPT)6种方式。有机物料还田为副处理,包括无物料还田(0)、秸秆还田(1)和牛粪还田(2)3种方式。每个处理设3次重复,共18个主处理区,54个裂区,每个裂区面积为55 m²。其中,免耕+无物料还田的NT0处理为其他处理的对照。旋耕的深度为15 cm,采用东方红1GQN-280K旋耕机对浅层土壤进行旋耕同时起垄;翻耕的深度为20 cm,深翻耕的深度为30 cm,小区内翻耕处理均使用铁锹按设定深度人工翻扣土壤,然后旋耕起垄;深松的深度为30 cm,采用豪丰1S-250深松机对土壤进行松动后旋耕起垄。免耕(NT)处理,按区组设计将秸秆和牛粪均匀撒施于地表;仅旋耕(RT)或翻耕的处理(PT和

DPT)按区组设计将秸秆和牛粪撒施于地表后耕作混拌于土壤中;耕作+深松的处理(RTS和PTS)将秸秆和牛粪撒施于深松沟内,深松后耕作起垄。秸秆粉碎成约5 cm,全量还田,还田量为12 t/hm²;牛粪为玉米秸过腹后腐熟肥料,还田量为8 t/hm²。

1.3 杂草调查方法

试验从2015年开始布设,于2015年、2016年和2017年连续3年在玉米大喇叭口期田间调查杂草群落。具体调查方法如下:在每个处理区随机设置3个1 m×1 m的样方,进行杂草种类的抽样调查。根据抽样结果,在保证基本包含整个样地所有杂草种类的前提下,确定样方的最小合理面积为0.5 m×0.5 m的样方。调查项目包括杂草种类、杂草群落组成(统计主要杂草类型在总群落中的占比,作为评价杂草群落变化指标)和杂草干物质量(取1 m²杂草105℃杀青,60℃烘干至恒质量)。

1.4 数据统计

不同的耕作配施有机物料还田对杂草群落组成、生物量影响的数据处理使用单因素方差分析(One-Way ANOVA)和最小显著差异法(LSD);各处理条件下杂草群落组成和生物量差异影响因素采用多因素方差分析(Multi-way ANOVA);各处理杂草群落结构的年际差异和主要影响因素采用主成分分析(PCA)完成。数据分析的统计软件为SPSS 19.0,作图软件为Origin 9.0。

2 结果与分析

2.1 耕作和有机物料还田对杂草群落组成的影响

从玉米田的杂草群落3年连续监测结果可知,在大喇叭口期耕作和有机物料还田的18个处理下共统计到5种单种占比大于1%的田间常见杂草(稗草、灰菜、节骨草、藜吊子和鸭拓草),这5种常见杂草占杂草群落总量的72.2%~81.9%;其他如沁麻果、涝豆秧、苍耳、苣荬菜、打碗花和不知名的田间偶发杂草,因其单种占比均小于1%,因此都归为其他类,占杂草群落总量的18.1%~27.8%(图1)。

在不同的耕作配施有机物料还田条件下,常见杂草的出现频次有一定差异。无物料还田免耕(NT0)、翻耕(PT0)和翻耕+深松(PTS0)处理,在2015年度5种常见杂草均有发现,但旋耕(RT0)、旋耕+深松(RTS0)和深翻耕(DPT0)处理只发现4种常见杂草;秸秆还田和牛粪还田的免耕(NT)、旋耕(RT)和翻耕(PT)处理,5种田间常见杂草均有发

现,但旋耕+深松(RTS)、翻耕+深松(PTS)和深翻耕(DTP)处理的田间常见杂草为2~4种,均少于免耕处理。在2016年度,PT0、PTS0、DPT0、PTS1、DPT1、RTS2、PTS2和DPT2单种占比大于1%的田间常见杂草仅发现3~4种(图1);而在2017年RT0、RTS0、RTS1、DPT1、RT2、RTS2和DPT2单种占比大于1%的田间常见杂草均发现4种(图1)。

由玉米田的杂草群落3年连续监测结果也发现,各处理杂草群落组成在年际间有明显差异。2015年的杂草群落组成,除DPT0外的17个处理均是稗草占比最高(30.0%~69.4%,图1)。2016年免耕的NT0、NT1和NT2处理是藜吊子所占比例最高外,分别为50.0%、30.0%和25.1%,稗草和灰菜次之(16.1%~25.1%);除3个免耕处理外,其他15个处理的杂草群落组成中均为灰菜所占比例最高(35.8%~54.5%),藜吊子所占比例次之(8.5%~35.4%),稗草再次之(2.4%~9.6%,图1)。2017

年免耕的NT0、NT1和NT2处理均是灰菜所占比例最高,分别为54.3%、53.3%和54.9%;稗草次之,分别为11.8%、12.5%和11.1%;藜吊子、节骨草和鸭拓草等3种杂草所占比例较小(1.5%~6.8%);而除3个免耕处理外,其他15个处理的杂草群落组成中也是灰菜所占比例最高(54.8%~69.4%),但稗草、藜吊子、节骨草和鸭拓草等4种杂草所占比例相当,所占比例变幅范围在0%~10.3%之间。

2.2 耕作和有机物料还田对杂草生物量的影响

由玉米田杂草群落3年连续监测结果(图2)发现,各处理生物量在年际间有明显差异。各处理总体为2015年生物量最高,变幅为15.4~478.9 kg/hm²;2017年生物量居中,变幅为14.6~241.5 kg/hm²;2016年生物量最低,变幅为6.48~121.8 kg/hm²。3种物料还田条件下,耕作对杂草生物量均有显著影响($P<0.05$)。2015年和2016年无物料还田的处理杂草生物量最大值要明显低于秸秆还田和牛

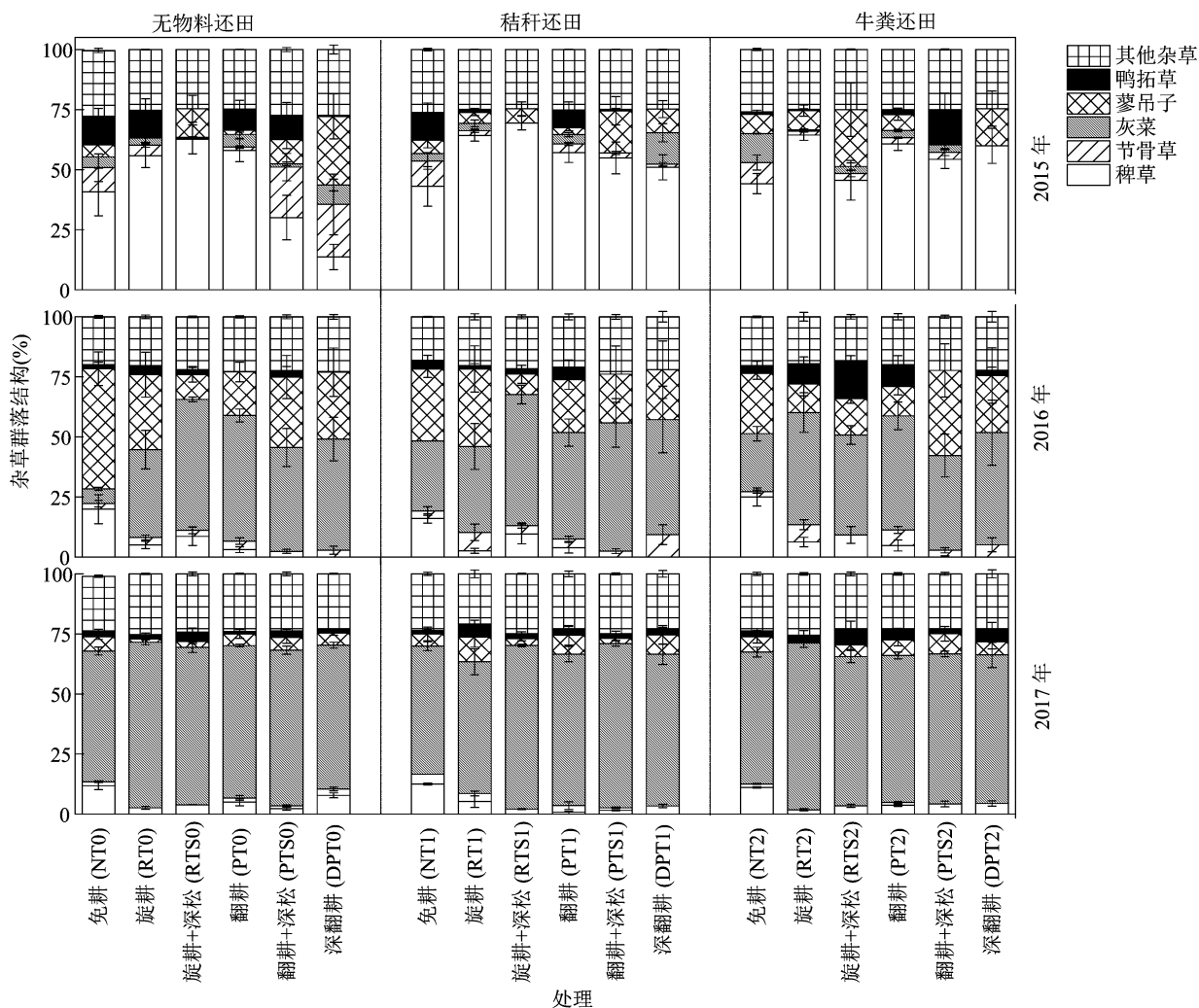
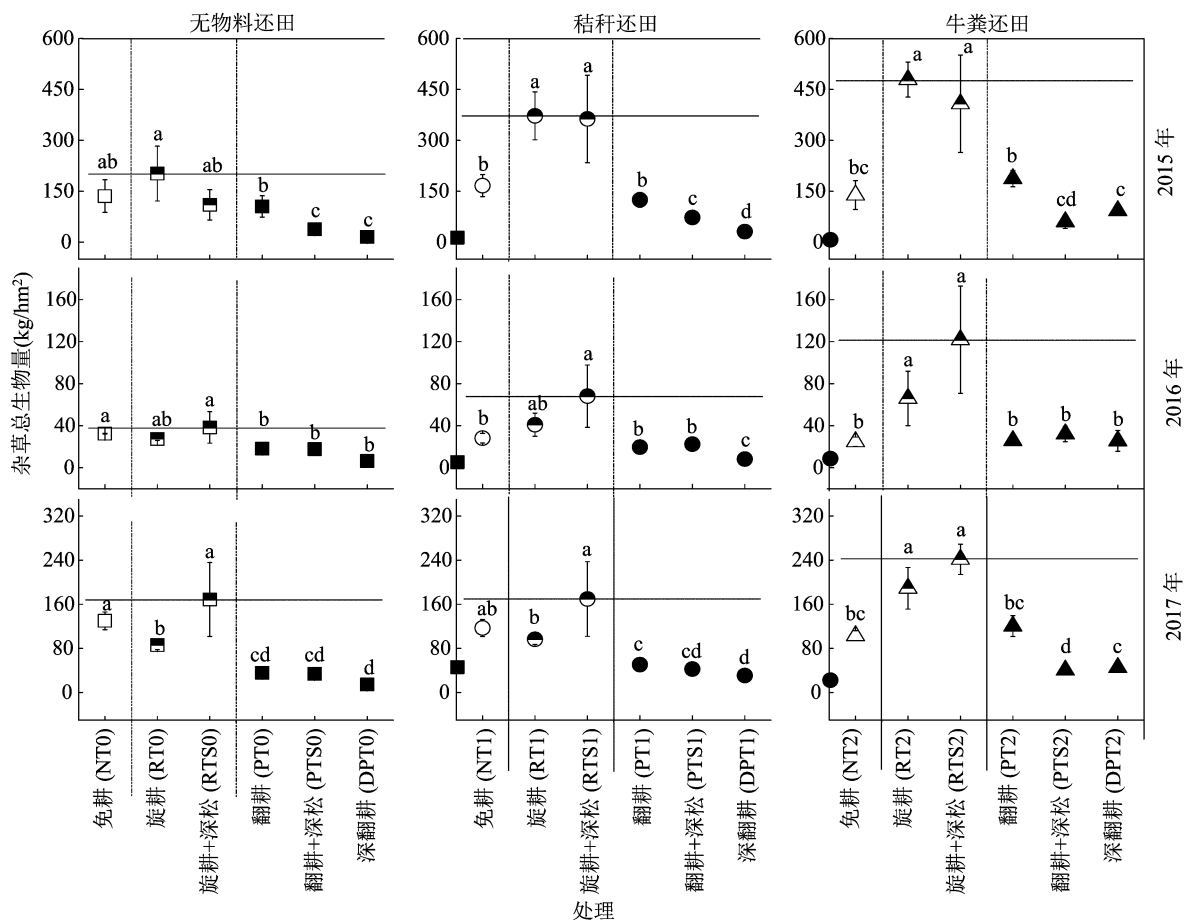


图1 不同耕作和有机物料还田方式下杂草群落组成变化

粪还田的处理,而 2017 年牛粪还田的处理要显著高于无物料和秸秆还田的方式。

无物料还田条件下,旋耕+深松(RTS0)处理的杂草生物量在这 3 年中均表现为与免耕处理(NT0)差异不显著,而旋耕(RT0)处理,除 2017 年外,其余 2 年也表现为与免耕处理(NT0)差异不显著;但翻耕(PT0)、翻耕+深松(PTS0)和深翻耕(DPT0)处理的杂草生物量在这 3 年中均表现为低于免耕处理(NT0),且这一降低效应随着翻耕措施的加强而加剧。秸秆还田条件下,旋耕+深松(RTS1)处理的杂草生物量在这 3 年中均表现为高于免耕(NT1)处

理,而旋耕(RT1)处理,除 2015 年外,其余 2 年也表现为与免耕处理(NT1)差异不显著;但 2015 年的翻耕(PT1)、2016 年的翻耕(PT1)和翻耕+深松(PTS1)处理的杂草生物量均与免耕处理(NT1)差异不显著,深翻耕(DPT0)这 3 年中则表现为显著低于免耕处理(NT1)。牛粪还田条件下,旋耕(RT2)和旋耕+深松(RTS2)处理的杂草生物量在这 3 年中均表现为显著高于免耕处理(NT2);除 2017 年的翻耕+深松(PTS2)处理的杂草生物量外,其他翻耕(PT2)、翻耕+深松(PTS2)和深翻耕(DPT2)处理均与免耕处理(NT2)差异不显著(图 2)。



不同小写字母表示同一年份相同有机物料还田条件下不同耕作处理间杂草生物量有显著差异($P < 0.05$)

图2 不同耕作和有机物料还田方式下杂草生物量差异

2.3 杂草群落组成及生物量年际变化的影响因素分析

从表 1 可以看出,不同耕作方式对杂草群落组成中稗草、灰菜以及蓼吊子这 3 种常见杂草有显著的影响;秸秆还田方式仅显著影响稗草的占比($P < 0.05$),杂草群落内稗草、节骨草、灰菜、蓼吊子和其他杂草所占比例在 2015 年、2016 年和 2017 年 3 个年际间均存在显著差异($P < 0.001$)。此外,耕作方

式和有机物料还田均对杂草生物量造成显著影响($P < 0.05$),杂草生物量在这 3 年间存在显著差异($P < 0.001$)。

本研究利用主成分分析进一步探明了造成杂草群落组成年际变化的农田环境影响因素(图 3)。由图 3 可知,除去 5 种常见杂草外,沁麻果、蒺藜、苍耳和其他田间偶发杂草,因其单种占比小,对杂草群落组成年际变化无显著影响。杂草生长期间

的累积降水和积温仅对杂草的干质量、鲜质量有一定的影响,但对杂草群落组成年际变化也无显著影

响。此外,土壤容重和含水量等农田环境因子是杂草群落组成年际差异的主要影响因素。

表 1 杂草群落组成及生物量的影响因素分析

影响因素	杂草群落组成						杂草生物量 (干质量)
	稗草	节骨草	灰菜	藜吊子	鸭拓草	其他杂草	
耕作方式	**	NS	*	*	NS	NS	***
有机物料	*	NS	NS	NS	NS	NS	*
年际	***	**	***	***	NS	***	***
耕作方式 × 有机物料 × 年际	**	NS	NS	NS	NS	NS	*

注: NS 表示无显著影响; * 表示在 0.05 水平下有显著影响 ($P < 0.05$); ** 表示在 0.01 水平下有显著影响 ($P < 0.01$); *** 表示在 0.001 水平下有显著影响 ($P < 0.001$)。

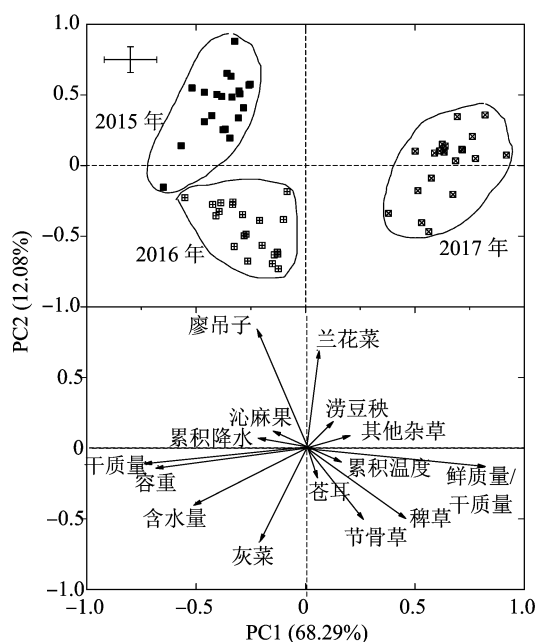


图 3 杂草群落组成及其影响因素的主成分分析

3 讨论与结论

3.1 耕作和有机物料还田对杂草群落组成的影响

田间管理是作物生产中最重要的一环之一,杂草群落组成的变化在一定程度上反映了管理措施的合理性和有效性^[2,22-24]。本研究发现,长期不同耕作方式配施有机物料还田处理下,夏玉米地田间常见杂草种类稳定,但常见杂草出现频次有一定的差异。本区域田间常见杂草为稗草、灰菜、节骨草、藜吊子和鸭拓草,是夏玉米生长季杂草防治的主要对象。常见杂草出现频次差异的主要原因是耕作及有机物料还田改变土壤水分、养分以及温度等状况^[7,25],且不同杂草种子会根据自身生长环境的要求而选择性萌发导致^[19]。此外,杂草种子的埋藏深度和水分、光照等发生改变,决定了其种子萌发生成

为优势杂草的可能。本研究无秸秆还田免耕处理的优势杂草的演变显著区别于旋耕和翻耕,耕作方式显著影响杂草种子的垂直分布^[21]和萌发条件^[19]。有机物料还田对夏玉米田杂草的影响可能与土壤温度的变化有关。低温条件下有机物料还田能提高土壤温度,有利于多年生杂草的安全越冬,这可能是本研究秸秆还田和牛粪还田条件下,田间优势杂草由一年生的稗草转变为多年生灰菜的一个重要原因。低温条件下有机物料还田利于多年生杂草越冬的结论与韩惠芳等在华北区域的研究结果^[14]一致。

3.2 耕作和有机物料还田对杂草生物量的影响

田间杂草的综合防控主要是控制杂草的生物量,避免杂草与作物竞争农田生态系统地上地下资源。耕作措施在防除杂草发生的实践过程中已得到大量的验证,牛新胜等在我国华北平原冬小麦/夏玉米轮作体系中研究发现,半免耕处理在夏玉米季杂草平均生物量低于全免耕处理^[7];杜艳伟等在山西春玉米田间试验中也发现,杂草发生情况从重到轻依次是免耕处理、秋季深松处理、春季深松处理和传统翻耕处理,杂草生物量随耕作强度的增加而降低^[25]。本研究的结果与这些结论一致,本研究发现,在无物料还田的条件下,翻耕相较于免耕,显著降低农田杂草的生物量,且这一降低效益随着翻耕措施的加强(翻耕 < 翻耕 + 深松 < 深翻耕)而加剧。有机物料还田对田间杂草生物量的影响因物料的还田方式、配比及类型的不同而存在显著差异。张丽娟等研究发现,作物秸秆因化感作用对农田杂草生长有明显的抑制^[26-27];李儒海等在江苏的长期定位试验也发现,化肥配施秸秆或猪粪均在一定程度上减少杂草的生物量及密度,抑制杂草的危害^[15];但李昌新等研究却发现,长期施用猪粪显著

提高稻田冬春杂草密度和生物量^[20]。耕作配施有机物料还田后对杂草生长的影响因耕作方式及有机物料组合类型的不同也会产生不一样的效应。韩惠芳等在华北区域的研究发现,在秸秆全量还田条件下耕作导致杂草种类和总密度降低^[14];牛永志等在江苏稻麦轮作田却发现秸秆还田增加各耕作处理春秋杂草种子的密度^[21]。本研究发现秸秆还田条件下,旋耕+深松处理相较于免耕在一定程度上增加田间杂草的生物量;而牛粪还田条件下,旋耕及旋耕+深松处理相较于免耕显著地增加田间杂草的生物量,其原因一方面可能是因为有机物料还田能疏松土壤、增强蓄水和水分入渗的作用^[3];另一方面可能是有机物料还田,尤其是牛粪还田可以为杂草生长提供充足的养分,增加杂草的生物量^[7-8]。

3.3 杂草群落组成及生物量年际变化的影响因素分析

杂草群落动态监测是解释农业管理措施下杂草种群性状特征反应的有效手段^[10,12,28],能为农田生态系统综合管理和可持续发展提供强有力的支撑。赵玉信等通过文献数据分析比较了不同土壤耕作和水肥管理措施下杂草群落的变化^[2];韩惠芳等通过 5 年的连续监测比较了土壤耕作及秸秆还田对夏玉米田杂草生物多样性的影响^[14]。在黑土坡耕地这样不断受到人为管理措施干扰的农田生态系统中,杂草群落组成高度动态且具有长期性和隐蔽性。本研究通过连续 3 年田间监测发现,在不同的耕作配施有机物料措施下,杂草群落组成在年际间均存在显著差异,杂草群落优势物种由稗草转变为藜吊子和灰菜。此外,在黑土区气候变化的条件下,农田杂草的发生和分布与环境特征相关联。本研究利用主成分分析发现,造成杂草群落组成年际差异的主要环境因素为土壤容重和含水量。Bärneri 等利用一组长期耕作和杂草管理的案例分析,也验证了耕作制度对水分和养分的调控是改变杂草种类组成最直接生态因素这一观点^[10]。因此,针对黑土区坡耕地不同耕作配施有机物料还田管理措施下杂草的综合管控,应加强杂草群落演替的长期监测。基于环境因素动力学来监测杂草群落对耕作及有机物料还田等农田管理措施干扰的反应,对正确地评价杂草群落演替及其在农田生态系统中的生态风险有重要研究意义。

参考文献:

[1] 路战远,张德健,李淑芳,等. 农牧交错区保护性耕作玉米田杂草

- 发生规律及防除技术[J]. 河南农业科学,2007,12(5):66-67.
- [2] 赵玉信,杨惠敏. 作物格局、土壤耕作和水肥管理对农田杂草发生的影响及其调控机制[J]. 草业学报,2015,24(8):199-210.
- [3] Guo Z, Zhang J, Fan J, et al. Does animal manure application improve soil aggregation Insights from nine long-term fertilization experiments? [J]. Science of the Total Environment, 2019, 660: 1029-1037.
- [4] 樊翠芹,王贵启,李秉华,等. 不同耕作方式对玉米田杂草发生规律及产量的影响[J]. 中国农学通报,2009,25(10):207-211.
- [5] 王小玲,马 琨,伏云珍,等. 免耕覆盖及有机肥施用对土壤真菌群落组成及多样性的影响[J]. 应用生态学报,2020,31(3):890-898.
- [6] 辛存岳,郭青云,魏有海,等. 干旱地区农田浅耕对杂草控制及土壤水分-养分的影响[J]. 中国农业科学,2006,39(8):1697-1702.
- [7] 牛新胜,刘美菊,张宏彦,等. 不同耕作、秸秆及氮素管理措施对冬小麦—夏玉米轮作田杂草生物量影响的研究[J]. 中国土壤与肥料,2011(6):49-53.
- [8] 王能伟,葛秀丽,李升东. 耕作和养分管理方式对冬小麦—夏玉米轮作农田春季杂草群落的影响[J]. 应用生态学报,2017,28(3):871-876.
- [9] Moonen A C, Barberi P. Size and composition of the weed seedbank after 7 years of different cover-crop-maize management systems [J]. Weed Research, 2004, 44(3):163-177.
- [10] Bärneri P, Bocci G, Carlesi S, et al. Linking species traits to agroecosystem services: a functional analysis of weed communities [J]. Weed Research, 2018, 58(2):76-88.
- [11] 虎 锋,李召虎,武菊英. 农田杂草种子库及其动态研究进展[J]. 杂草科学,2003,21(4):4-6,13.
- [12] 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.
- [13] Legere A, Stevenson F C, Benoit D L. Diversity and assembly of weed communities: contrasting responses across cropping systems [J]. Weed Research, 2005, 45(4):303-315.
- [14] 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.
- [15] 李儒海,强 胜,邱多生,等. 长期不同施肥方式对稻油轮作制水稻田杂草群落的影响[J]. 生态学报,2008,28(7):3236-3243.
- [16] 魏永霞,张忠学,赵雨森. 坡耕地水土保持理论与技术研究[M]. 北京:中国农业出版社,2010.
- [17] 张天宇,郝燕芳. 东北地区坡耕地空间分布及其对水土保持的启示[J]. 水土保持研究,2018,25(2):190-194.
- [18] 张 震,曹亚蒙,武建勇,等. 不同耕作方式对冬小麦田杂草群落多样性的影响[J]. 生态与农村环境学报,2019,35(2):210-216.
- [19] 郭 宪,金玉美,连海明,等. 麦秸覆盖对杂草萌发及玉米产量的影响[J]. 安徽农业科学,2007,9(33):2584,2596.
- [20] 李昌新,赵 锋,芮雯雯,等. 长期秸秆还田和有机肥施用对双季稻田冬春季杂草群落的影响[J]. 草业学报,2009,18(3):142-147.
- [21] 牛永志,李凤博,柳建国,等. 秸秆还田和不同耕作方式对稻麦轮作田土壤杂草种子库的影响[J]. 江苏农业科学,2008,36(1):79-81.

张续周,李金秋,陈雪津,等.低温胁迫下乙酸叶醇酯对茶树耐寒性生理生化的影响[J].江苏农业科学,2021,49(24):127-132.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.24.022

低温胁迫下乙酸叶醇酯对茶树耐寒性生理生化的影响

张续周¹,李金秋²,陈雪津²,王 雯²,李 芳²,马媛春²,房婉萍²,朱旭君²

(1. 青岛职业技术学院,山东青岛 266555; 2. 南京农业大学园艺学院,江苏南京 210095)

摘要:绿叶挥发物(GLVs)作为植物挥发物中的一类化合物,由 C₁₈和 C₁₆不饱和脂肪酸经酶催化分解形成的 C₆和 C₉醛、醇及其相应酯类组成。其中,乙酸叶醇酯是一种主要的 GLVs,以 Z-3-己烯醛和 Z-3-己烯醇经酶作用合成。为了解乙酸叶醇酯在茶树耐寒性中的作用,以一年生茶树品种中茶 108 为材料,使用乙酸叶醇酯后短时低温(4 ℃,1.5 h)和低温过夜(4 ℃,16 h)处理茶苗,测定茶树冷诱导基因表达和茶树生理生化特性指标。结果发现,乙酸叶醇酯在短时低温处理时可以提高冷诱导基因 *CsICE1*、*CsICE2*、*CsCBF1* - *CsCBF5* 的表达;在过夜低温处理时提高冷诱导基因 *CsRDI*、*CsRD2* 的表达;短时低温和过夜低温处理均能分别显著提高茶树过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)的酶活性,从而缓解低温胁迫对茶树的伤害。此外,乙酸叶醇酯还诱导自身合成途径关键酶基因 *CsADH1*、*CsADH3* 和 *CsLOX3* 的表达,进一步增强茶树耐寒能力。

关键词:茶树;绿叶挥发物;乙酸叶醇酯;低温胁迫;耐寒性

中图分类号:S571.101 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2021)24-0127-06

低温是茶树生长发育中遭受的主要非生物胁迫之一,限制了茶树的生长发育^[1]。低温会影响细胞膜流动性,破坏细胞骨架,影响自由基产生和清除系统的平衡以及引起酶活性的改变等^[2-4]。此外,低温还会引起茶树中儿茶素、维生素和氨基酸等品质成分的变化^[5]。茶树受到低温胁迫时,会发生一系列反应以提高自身对低温的抵抗能力,这种

现象称为冷驯化^[5]。冷驯化过程涉及大量的生理生化变化,其中包括冷诱导基因的表达,调节渗透物质的生成和抗氧化酶系统的作用等途径。

某些冷诱导基因在低温胁迫中的作用已经明确^[6-8],如 *ICE*(inducer of CBF expression)在收到冷胁迫信号后,与 *CBF*(C-repeat binding factor)启动子结合诱导 *CBF* 基因表达^[9],*CBF* 识别 *CRT/DRE* 顺式作用元件调控下游 *COR*(cold regulate)基因的转录,编码亲水性多肽增强细胞脂膜稳定性从而提高植物抗寒性^[10]。其中,*COR* 基因是一类在低温下可以快速表达的植物抗寒基因,也可以称为 *LTI*(low temperature induced)、*KIN*(cold induced)、*RD*(response to dehydration)、*ERD*(early dehydration induced)基因^[11]。

绿叶挥发物(green leaf volatiles,简称 GLVs)是植物挥发物中的一类化合物,包括 C₁₆和 C₁₈不饱和

收稿日期:2021-08-23

基金项目:国家自然科学基金(编号:31800588);青岛农业大学科研启动基金(编号:1118025);山东省良种工程子课题(编号:2321401);青岛职业技术学院重点研发专项(编号:2020ZDYF09);北茶技艺技能传承创新平台资助。

作者简介:张续周(1972—),男,山东菏泽人,硕士,副教授,主要从事茶树育种与生物技术研究。E-mail:jiaonancha@126.com。

通信作者:朱旭君,博士,副教授,研究方向为茶树育种与栽培。E-mail:zhuxujun@njau.edu.cn。

[22]王雅丽,李 兰,梁春玲,等.陕西省冬小麦田杂草种类及演替特点[J].杂草学报,2020,38(3):7-12.

[23]Kaur S, Kaur R, Chauhan B S. Understanding crop - weed - fertilizer - water interactions and their implications for weed management in agricultural systems[J]. Crop Protection, 2018, 103:65-72.

[24]苏 瑶,杨艳华,贾生强,等.秸秆还田下的主要产地环境问题及其绿色防控技术[J].农业资源与环境学报,2019,36(6):711-717.

[25]杜艳伟,赵晋锋,王高鸿,等.耕作方式对春玉米田间杂草、土壤容重和含水率的影响[J].安徽农业科学,2019,47(16):21-24.

[26]李淑英,路献勇,程福如,等.油菜秸秆对5种杂草种子萌发和生长的化感效应[J].杂草学报,2020,38(2):33-42.

[27]张丽娟,李凌绪,周 斐,等.玉米秸秆对4种农田杂草生长的抑制作用[J].植物保护,2016,42(6):63-66.

[28]李春花,张艳军,黄金亮,等.荞麦不同播种方式和种植密度对田间杂草及荞麦产量的影响[J].杂草学报,2019,37(3):36-41.