

玉米田养鹅对农田杂草群落结构影响的初步研究

边步云^{1,2,3,4} 张永锋⁵ 关法春^{5*} 程犇^{1,2,3,4} 仝淑萍^{1,2,3,4} 王东⁶

(1.西藏林芝高山森林生态系统国家野外科学观测研究站, 西藏林芝 860000; 2.西藏高原森林生态教育部重点实验室, 西藏林芝 860000; 3.西藏农牧学院高原生态研究所, 西藏林芝 860000; 4.“农牧一体化”农业生态试验站(林芝), 西藏林芝 860000; 5.吉林省农业科学院, 吉林长春 130124; 6.哈尔滨思香园农业科技有限公司, 黑龙江哈尔滨 150000)

摘要 以西藏林芝八一镇“农牧一体化”农业生态试验站为平台, 于2015年开展玉米田养鹅(RGICF)、常规(CCP)和对照(CK)长期定位试验, 调查统计放牧前、放牧中和放牧后玉米农田杂草种类和密度, 从杂草群落结构和功能群层面对比分析, 以期揭示不同杂草管理方式对田间杂草群落结构的影响。结果表明: 放牧前, RGICF和CK杂草种类高达14种, 密度接近141.82株/m², 依次高于CCP 10种和135.82株/m², 杂草优势种少而突出, 杂草功能群DA占优势。放牧中, RGICF和CK杂草总密度下降了75.68%和17.41%; CCP杂草功能群DA比重上升, 总密度增加了13.07%, 但优势种少而突出。放牧后, RGICF杂草种类和密度基本恒定, CK杂草总密度减少了71.74%, CCP杂草总密度增加了1.71倍, RGICF、CCP和CK均以功能群DA为主。这说明了玉米田养鹅模式下既能充分利用杂草资源, 又可维持杂草群落结构的稳定性。

关键词 玉米田养鹅; 杂草; 群落结构; 农田

中图分类号: S 365

文献标识码: A

文章编号: 2096-4781 (2018) 03-0253-08

DOI: 10.19707/j.cnki.jpa.2018.03.006

A Preliminary Study on the Effects of Raising Geese in Corn Fields on the Community Structure of Farmland Weeds

BIAN Buyun^{1,2,3,4}, ZHANG Yongfeng⁵, GUAN Fachun^{5*}, CHENG Ben^{1,2,3,4}, TONG Shuping^{1,2,3,4}, WANG Dong⁶

(1. National Key Station of Field Scientific Observation & Experiment in Nyingchi Tibet, Nyingchi Tibet, 860000, China; 2. Tibet Key Laboratory of Forest in Plateau Area, Ministry of Education, Nyingchi Tibet, 860000, China; 3. Tibet Agriculture and Animal Husbandry College, Ecological Research Institute of Tibet plateau, Nyingchi Tibet, 860000, China; 4. Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun Jilin, 130033, China; 5. Station of Agro-ecology Research on Agro-pastoral Integration (Nyingchi), Nyingchi Tibet, 860000, China; 6. Si-xiang-yuan agricultural Science & Technology Co. Ltd in Harbin, Heilongjiang Harbin, 150000)

Abstract: A long-term localization experiment for raising geese in corn fields (RGICF), conventional corn planting (CCP) and control (CK) - was conducted in 2015 in “agro-pastoral integration” agricultural experiment station in Bayi Town, Nyingchi, Tibet. The species and

收稿日期: 2018-03-23

作者简介: 边步云 (1990-), 男, 汉族, 陕西靖边人, 在读硕士研究生。研究方向: 从事高原农业生态学研究。

通讯作者: 关法春 (1976-), 男, 汉族, 黑龙江桦南人, 博士, 副教授。研究方向: 主要从事农牧一体化研究。

基金项目: 吉林省农业科技创新工程项目“基于玉米富氮秸秆利用的循环农业生产模式应用研究”; 西藏特色农牧资源研发协同创新中心高原生态研究平台资助。

density of weeds in farmland Bef-, Dur-, and Aft-grazing were investigated, and comparative analysis of weed community structure and functional groups was made to reveal the effect of different weed management practices on the community structure of weeds in the field. The results showed: Bef-grazing, there were 14 species of RGICF and CK weeds with a density close to 141.82 plants/m², which was higher than CCP with 10 species and 135.82 plants/m²; the dominant species of weeds were few and prominent, and the weed functional group DA predominated. Dur-grazing, the total density of RGICF and CK weeds decreased by 75.68% and 17.41%; the proportion of DA of CCP weed functional group increased, and the total density increased by 13.07%, but the dominant species were less prominent. Aft-grazing, the species and density of RGICF weeds were basically constant, the total density of CK weeds was reduced by 71.74%, and the total density of CCP weeds was increased by 1.71 times. The functional groups of DA were mainly found in RGICF, CCP and CK. This shows that raising geese in corn geese model can fully utilize the weed resources and maintain the stability of the weed community structure.

Keywords: Raising geese in corn fields, weed, community structure, farmland

农田杂草与农作物存在种间竞争关系，主要表现在水分、养分和空间等方面的竞争作用，同时，杂草生长存在传播病虫害的危害^[1]，通过以上途径影响作物的产量和质量^[2]。田间试验证实，除草剂能有效抑制田间杂草，但显著降低了农田物种多样性，进一步影响生态系统的稳定性。此外，除草剂具有选择性，使敏感杂草群落无法生存甚至趋于物种灭绝的处境^[3]。*Boutin*^[4]等研究证实，长期使用除草剂导致田间植物多样性显著下降。

目前，农业杂草管理方式均改变杂草群落特征，加速了杂草群落演替进程^[5]。农田生态系统杂草具有其合理性，也可能带来潜在价值^[6]。考虑生态系统稳定性，任何一种生物不可能脱离环境和生物而生存。杂草生物多样性以一定杂草群落结构为前提^[7]，其对维持生态系统稳定性极其重要，并能提升杂草群落的服务功能^[8]。研究显示：田间杂草多样性可防止水土流失，保持土壤养分和肥力、促进养分循环、增加害虫天敌以及消除环境污染^[9-10]。农田系统抗旱能力随着田间植物种类的减少而下降^[11]，保护生物多样性，对作物生产积极效应^[12-14]。探索一种杂草资源化的农业生产模式，并能维持生态系统群落结构稳定性和提升经济效益，对农业发

展具有重要优势和指导价值。

“农牧一体化”理论指导下的玉米田养鹅生产模式是借助放牧而有效利用田间杂草资源，在维持较高生物多样性的基础上实现农牧复合系统的生态经济效益^[15]。为了进一步探究玉米田养鹅模式对杂草的累积效应，本文分析牧鹅前、中、后期杂草的种类、密度和功能群的动态变化规律，探明不同管理方式下杂草群落结构的差异性，以期揭示玉米田养鹅模式下鹅对杂草取食的选择性，为充分利用杂草资源提升生产力提供科学依据。

1 试验区概况

试验地设在西藏林芝市八一镇章麦村(N 29°50'、E 93°25')，位于雅鲁藏布江下游的尼洋河谷地带，海拔 2980~3100 m。试验地所在区域受藏东南受孟加拉湾暖湿气流影响，以高原温带湿润季风气候为主。年降水量 649.7 mm，6~9 月降雨集中，降雨量占全年 85%以上；年均温度 8.7℃，全年日均温≥10℃的日数 165.2 d，无霜期 180 d，年日照时数高达 2015.2 h，日照率为 46.3%。试验地于 2013 年至今开展玉米田养鹅长期定位试验，试验地

土质为沙壤土。农田杂草主要有灰绿藜(*Chenopodium glaucum*)、马唐(*Digitaria sanguinalis*)、牛膝菊(*Galinsoga parviflora*)及散生木贼(*Equisetum diffusum*)等。

2 材料与方法

2.1 试验设计

以林芝农牧一体化长期定位试验为研究对象,开展玉米田养鹅(RGICF)、常规(CCP)和对照(CK)田间试验调查研究。4月中旬进行旋地、覆膜和播种,底肥为“史丹利”复合肥 300 kg/hm² (w(N)=15%, w(P₂O₅)=15%, w(K₂O)=15%), 100 kg/hm² 尿素 (w(N)=46.2%), 复合肥: 尿素=3: 1 质量混合, 采用播种机(手提式自动施肥播种器)进行人工播种。玉米品种为“酒单 6 号”, 植株行间距 25 cm×45 cm, 玉米薄膜垄宽为 60 cm, 并设置保护行。出苗期田间设置 3 种处理: 玉米田养鹅(RGICF)、常规(CCP)和对照(CK), 处理 3 次重复, 每小区面积 80 m², 小区划分相互交错(指同一处理 3 个小区不相邻或相接)。玉米田养鹅(RGICF)处理田间不除草, 尼龙网围封高 60 cm 放鹅, 鹅以取食玉米行间杂草为主; 常规(CCP)处理优选“阿特拉津”除草剂抑制田间杂草, 施用量为 1.65 kg/hm², 按照 1:100 用水稀释, 使用装置罩头的喷雾器均匀喷洒, 放鹅前(7 月初)喷洒 1 次, 喷施周期 30 d, 控制行间杂草的萌发生长; 对照杂草自然发生发展。8 月初放入幼鹅(体重 1.5~2.0 kg), 放鹅量为 10 只, 每小区连续 3 d, 3 个小区轮流放养, 10 月初结束放鹅。早晨 9 点放入鹅, 下午 6 点赶回鹅, 投喂复合饲料≤100 g/只, 昼夜供应足量水。

2.2 数据采集

8 月初玉米吐丝期, 采用“W”型五点取样法, 样方面积 1 m×1 m, 对不同处理下田间杂草进行放牧前调查, 采集与记录杂草的种类和株数(为确保杂

草密度的准确性, 均以杂草根部为基准进行株数统计)。待牧鹅 30 d 后, 对田间杂草进行放牧中调查。10 月中旬玉米成熟期, 进行放牧后杂草调查。

2.3 数据统计与分析

依据杂草类型、生长周期以及子叶类型将本研究农田杂草分为 6 大功能类群(见表 1)。

表 1 杂草功能群分类^[16]

Tab. 1 Classification of weed functional groups^[16]

功能群	代表意义
MA	单子叶一年生或越年生被子植物
MP	单子叶多年生被子植物
DA	双子叶一年生或越年生被子植物
DP	双子叶多年生被子植物
FA	一年生或越年生蕨类植物
FP	多年生蕨类植物

利用 Excel 2003 统计处理田间杂草数据; 采用 Origin 9.0 科学作图; SPSS 17.0 单因素方差分析判断差异显著性, 置信水平 95%。

3 结果与分析

3.1 田间杂草种类、密度调查

调查显示(表 2): 放牧前, RGICF 处理杂草总密度接近 134.32 株/m², 分别是 CCP 处理和 CK 的 22.39 倍和 0.90 倍, RGICF 和 CK 与 CCP 处理间总密度差异显著(P<0.05), 经调查, RGICF 处理杂草密度遵循: 灰绿藜(*Chenopodium glaucum*)>马唐(*Digitaria sanguinalis*)>牛膝菊(*Galinsoga parviflora*)>12 株/m², 分别占其杂草总密度的 45.04%、25.19%和 9.92%, 累积贡献率高达 80.15%, CK 马唐和灰绿藜杂草密度比重较大, 分别占杂草总密度的 64.87%和 15.13%, CCP 处理的散生木贼(*Equisetum diffusum*)和马唐杂草总密度贡献率为 69.33%。放牧中, RGICF 处理的杂草总密度为 32.66 株/m², 减少了近 75.68%, 主要是鹅取食践踏马唐、灰绿藜和牛膝菊等优势种杂草所致, 但其杂草种类

仍存在，而密度较低的芥菜 (*Capsella bursa-pastoris*)、野燕麦 (*Avena fatua*) 和香薷 (*Elsholtzia ciliata*) 趋于灭绝，节节草 (*Equisetum ramosissimum* Desf) 从无到有；CCP 处理的杂草总密度增加了 1.5 倍，鼠麴草 (*Gnaphalium affine*) 和丝叶球柱草 (*Bulbostylis densa*) 出现贡献率达 33.33%；CK 杂草总密度减少了 17.41%，马唐和灰绿藜杂草总密度降低了 19.60%，而鼠麴草杂草密度贡献率从零增至 12.84%，野燕麦、豨莶 (*Siegesbeckia orientalis*) 和中华野葵 (*Malva verticillata*) 受种间竞争趋于灭亡，但 RGICF 和 CCP 与 CK 处理间杂草总密度呈差异显著 ($P < 0.05$)。放牧后，RGICF 处理的杂草总密度为 33.00 株/m²，依次低于 CCP 和 CK 的 18.86% 和 5.31%，处理间差异不显著 ($P > 0.05$)；相对放牧中，RGICF 和 CCP 处理的总密度依次增加了 0.34 株/m² 和 25.67 株/m²，归因于鹅取食优势种为鼠麴草、豨莶、猪毛蒿 (*Artemisia scoparia*) 和蓟 (*Cirsium japonicum*) 等杂草的发生发展提供空间格局，以及鼠麴草、马唐和加拿大白酒草 (*Conyza japonica*) 抗药性杂草的大量萌发；CK 杂草总密度减少了 88.48 株/m²，主要在于杂草与玉米植株间争夺空间和营养致使优势种生长受限而减少杂草密度。

放牧前，RGICF 处理的杂草有 13 种，杂草主要分布在菊科、禾本科及莎草科等，其中菊科和禾本科杂草占到杂草群落总物种数的 38.46%；CCP 处理有 4 种，木贼科占 50.00%；CK 杂草种类高达 15 种，菊科占 26.67%。放牧中，RGICF 处理有 11 种杂草，鹅采食杂草导致杂草种类发生稍微变化，降低率为 15.38%；CCP 处理增加 2 种，木贼科和菊科各增 1 种，归因于各科某类杂草抗药性强；CK 减少 2 种，资源空间竞争激烈，锦葵科杂草呈灭亡态势。放牧后，RGICF 处理杂草种类接近 12 种，说明田间养鹅能动态平衡调节杂草种类，其中菊科占总物种数 50.00%，也表明鹅对野燕麦和芥菜取食

选择性较高；CCP 处理菊科 3 种、禾本科和木贼科各 1 种，菊科杂草呈上升趋势，进而说明阿特拉津对藜科、莎草科杂草控制效果显著；CK 有 16 种，说明放牧期田间杂草种间竞争导致杂草种类呈“先减后增”趋势。

3.2 田间杂草群落功能群结构

由图 1 可知，放牧前，RGICF 处理和 CK 杂草功能群 DA 均占据最大优势，功能群相对多度 RGICF (71.37%) > CK (50.06%)，而 CCP 处理未出现该 DA 功能群杂草，处理间差异显著 ($P < 0.05$)；MA 功能群相对多度 CK (44.71%) > CCP (31.07%) > RGICF (21.00%)，处理间差异不显著 ($P > 0.05$)；CCP 处理的 FP 功能群杂草相对多度高达 59.43%，与 RGICF 处理和 CK 间差异显著 ($P < 0.05$)；功能群 DP 和 FA 均无杂草出现。放牧中，RGICF 处理和 CK 杂草功能群 DA 仍占较大比例，RGICF 处理呈略微下降趋势，而 CK 和 CCP 处理分别增加了 5.23% 和 14.95%，RGICF 和 CK 与 CCP 间差异显著 ($P < 0.05$)，说明了鹅取食杂草有利于改变杂草种类和频度，为杂草功能群更替创造空间格局。RGICF 处理的功能群 MA 和 FP 分别增加到 1.04 倍和 2.35 倍，而 MP 和 DA 分别减少了 20.59% 和 2.11%；CCP 处理的功能群 MP 降低接近 57.35%，功能群 DA 上升极显著，其相对多度从零增到 14.95%，功能群 FP 减少了 16.81%；CK 功能群 DA 和 FP 依次增加到 1.10 倍和 1.26 倍，受到杂草群落拮抗作用，使功能群 MA 和 MP 分别降低 12.39% 和 27.41%。放牧后，功能群 DA 相对多度满足：CCP (70.53%) > RGICF (53.46%) > CK (24.25%)，CCP 和 RGICF 处理分别是 CK 的 2.91 倍和 2.20 倍，处理间差异显著 ($P < 0.05$)；RGICF 处理的杂草功能群 FP 和 MP 消失，可见鹅对其杂草取食性极高，而功能群 DP 相对多度从零增到 5.11%，表明鹅采食践踏有利于杂草功能群的演替，功能群 MA 增加了 0.90 倍；CCP

处理的杂草功能群 MP 和 DP 均未杂草, 功能群 MA 和 FP 依次减少了 49.75%和 72.55%, 显然, 阿特拉津除草剂对玉米农田以上功能群杂草控制效果显著, 但功能群 DA 杂草相对多度增加高达 3.72 倍, 进而说明除草剂的选择性及杂草的抗药性; CK 功

能群 MP 和 DA 依次下降 64.63%和 56.14%, 说明杂草种间生态位竞争改变了杂草空间格局, MA 和 FP 功能群分别增加了 55.59%和 69.46%, 功能群 DP 相对多度从零增到 7.33%。

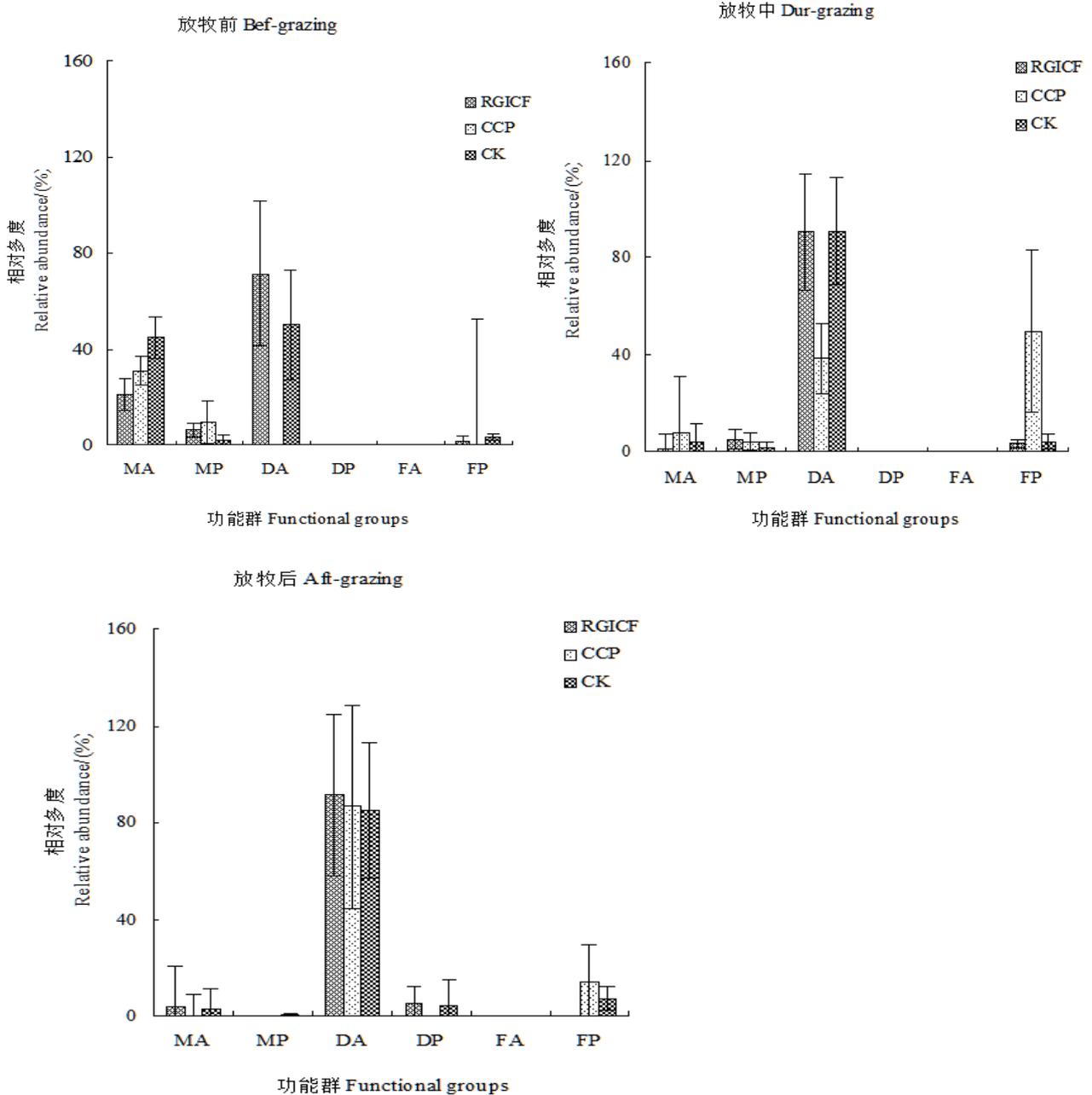


图 1 不同处理下放牧前、放牧中和放牧后杂草功能群相对多度

Fig.1 Relative abundance of weed functional groups in the periods of Bef-grazing、Dur-grazing and Aft-grazing under different treatments

注: 每个功能群缩写详见表 1。

表 2 不同处理下杂草的种类及密度

Tab. 2 Weed species and density under different treatments

杂草种类	杂草密度/m ²								
	放牧前			放牧中			放牧后		
	RGICF	CCP	CK	RGICF	CCP	CK	RGICF	CCP	CK
丝叶球柱草	0.33±	—	4.17±	0.33±	1.50±	3.67±	1.17±	—	1.50±
<i>Bulbostylis densa</i>	0.33		3.83	0.33	1.50	1.67	1.17		1.50
野燕麦	0.50±	—	0.50±	—	—	—	—	—	—
<i>Avena fatua</i>	0.50		0.50						
半夏	3.17±	—	1.00±	1.17±	—	0.83±	—	—	—
<i>Pinellia ternata</i>	0.83		1.00	0.17		0.83			
萨嘎苔草	5.33±	0.67±	1.83±	0.67±	—	1.33±1.3	—	—	0.17±
<i>Carex sagaensis</i>	5.00	0.67	1.83	0.67		3			0.17
马唐	33.83±	1.83±	95.83±	11.00±	2.50±	59.67±	13.00±	7.00±	22.50±
<i>Digitaria sanguinalis</i>	9.17	0.50	24.17	1.33	0.17	4.33	6.67	5.33	1.83
牛膝菊	13.33±	—	5.17±	3.33±	—	8.00±	1.33±	—	0.67±
<i>Galinsoga parviflora</i>	7.67		4.50	1.33		8.00	1.00		0.67
灰绿藜	60.50±	—	21.83±	9.00±	1.00±	16.17±	0.33±	—	0.50±
<i>Chenopodium glaucum</i>	14.5		4.50	4.00	1.00	7.17	0.33		0.50
鼠麴草	—	—	—	—	3.50±	15.83±	12.83±	28.50±	3.67±
<i>Gnaphalium affine</i>					3.50	4.50	6.17	25.17	3.67
芥菜	0.17±	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	0.17								
大籽蒿	2.50±	—	1.33±	1.50±	—	1.00±	0.17±	0.17±	—
<i>Artemisia sieversiana</i>	2.50		1.00	0.50		1.00	0.17	0.17	
加拿大白酒草	4.33±	—	0.67±	1.50±	—	1.50±	2.83±	3.17±	1.33±
<i>Conyza japonica</i>	4.33		0.67	0.83		1.50	0.50	3.17	1.33
豨莶	—	—	0.83±	—	—	—	0.33±	—	—
<i>Siegesbeckia orientalis</i>			0.83				0.33		
尼泊尔酸模	—	—	—	—	—	—	0.17±	—	0.83±
<i>Rumex nepalensis</i>							0.17		0.83
香薷	0.50±	—	0.50±	—	—	0.83±	0.17±	—	0.50±
<i>Elsholtzia ciliata</i>	0.50		0.50			0.83	0.17		0.50
中华野葵	—	—	0.17±	—	—	—	—	—	—
<i>Malva verticillata</i>			0.17						
尼泊尔蓼 <i>Polygonum</i>	9.00±	—	14.33±	3.33±	—	12.83±	0.17±	—	0.67±
<i>nepalense</i>	6.33		3.33	2.33		3.17	0.17		0.67
当归	—	—	—	—	—	—	—	—	0.50±
<i>Angelica sinensis</i>									0.50
鹅肠菜	—	—	—	—	—	—	—	—	0.67±
<i>Malachium aquaticum</i>									0.67
猪毛蒿	—	—	—	—	—	—	0.17±	—	0.17±
<i>Artemisia scoparia</i>							0.17		0.17
蓟	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Cirsium japonicum</i>									
蒲公英	—	—	—	—	—	—	—	—	0.17±
<i>Taraxacum mongolicum</i>									0.17

杂草密度/ m ²	杂草密度/ m ²								
	放牧前			放牧中			放牧后		
	RGICF	CCP	CK	RGICF	CCP	CK	RGICF	CCP	CK
节节草	—	1.17±	0.83±	0.50±	3.33±	0.50±	—	—	0.17±
<i>Equisetum ramosissimum</i>		1.17	0.83	0.50	1.67	0.50			0.17
散生木贼	0.83±	2.33±	0.33±	0.33±	3.17±	1.17±	—	1.83±	0.83±
<i>Equisetum diffusum</i>	0.83	1.67	0.33	0.33	2.50	0.50		1.83	0.50
Total	134.32±	6.00±	149.32±	32.66±	15.00±	123.33±	33.00±	40.67±	34.85±
	52.66b	4.01a	47.99b	12.32a	10.34a	35.33b	17.35a	35.67a	13.85a

注: 1)“—”表示该样地区域未出现杂草; 2)“a、b”表示 RGICF、CCP 和 CK 处理下杂草密度间存在差异显著性, 置信水平 95%, 下同。

4 讨论

田间杂草的发生、生长及其群落结构等与管理方式有密切关系^[17-19]。放牧前、中, CK 杂草群落种间竞争激烈, 优势种少而突出, 放牧后, 杂草受到生长期和养分供应失衡的限制, 致使杂草种群多度分配比例趋于均匀态势。CCP 处理杂草群落物种种类少, 优势种单一且密度低, 尤其放牧后, 受除草剂选择性和时效性的影响, 耐受性杂草种类占据较大度的分配空间格局。放牧前, RGICF 处理田间杂草优势种单一且多度分配比较大, 种类及密度均远高于 CCP 处理, 进入放鹅期, 鹅采食干扰杂草控制了优势种的蔓延, 降低其多度分配比, 削弱杂草竞争力而改变生态位空间格局, 放牧后, 各杂草种群的多度分配呈均匀分布, 取食选择性使多度为 1% 的偶见种消失, 杂草群落物种数呈现略微下降趋势。

传统田间杂草管理措施以彻底消灭为主, 杂草资源充分未有效利用。RGICF 处理能有效控制杂草生长和发展事态, 将田间杂草群落资源化供鹅, 鹅粪以有机肥还田, 实现“农牧一体化”系统物流循环利用。放牧前, RGICF 处理杂草地上生物量均大于 CCP 处理和 CK, 说明了 RGICF 处理田间拥有丰富的杂草群落资源, 牧草输出潜能较大。放牧中, 鹅采食和践踏使杂草地上生物量下降 6.26 倍。

Mahn^[20]田间试验证实, 阿特拉津可高效控制杂草群落的发展, 但降低了田间杂草群落生物多样性, 还增加了抗药性物种的出现甚至无限繁殖。杂草种群对除草剂存在选择性或敏感性, 杂草萌发初期喷洒除草剂可有效控制田间杂草密度^[21]。CCP 处理试验也验证了整个放牧期阿特拉津能控制杂草种类为 4~6, 且杂草密度较低。CK 杂草生存符合自然选择规律, 杂草种间竞争激烈, 但放牧前、中杂草物种较多, 随放牧期延续, CK 杂草群落分布不均匀。RGICF 处理鹅粪还田提供养分资源, 鹅采食为新杂草萌发提供空间, 提高杂草物种数和密度, 使 RGICF 处理维持了较高的生物多样性和物种丰富度, 也增加系统稳定性和提升杂草群落生产力。“农牧一体化”指导模式借助鹅提高经济效益和杂草生产力^[22-23], 可见玉米田养鹅模式具有提高系统生物多样性和经济效益的统一性。

5 结论

田间杂草选择不同的管理方式, 对田间杂草群落结构特征具有明显影响。放牧前, RGICF 处理和 CK 杂草生境基本一致, 杂草群落结构均呈现出种类多、密度大的特点, 杂草群落功能群 DA 占优势, 但优势种单一且突出杂草种群结构分布不均匀, 而 CCP 处理杂草群落物种数少密度小, 杂草群落均匀度较高。放牧中, CCP 处理和 CK 杂草种类密度变

化甚微,杂草功能群 DA 均呈上升趋势,而 RGICF 处理由于鹅采食践踏杂草显著降低田间杂草种群间的竞争优势,引起杂草密度急剧下降,但导致杂草群落的均匀度有所增加,杂草功能群 DA 仍占优势。放牧后, RGICF 处理和 CK 杂草密度相近,种群结构分布较均匀,而 CCP 处理杂草群落物种有所更替,但优势种单一突出致使群落结构分布不均匀, RGICF 处理、CCP 处理和 CK 农田杂草均以功能群 DA 为主。

参考文献:

- [1] Cui L.L, Yang S.L, Liu Y, *et al.* A research on mode of transmission and occurrence dynamics of *Sitodiplosis mosellana* Gehin in Shandong Province. *Food Safety and the Technology Innovation of Plant Protection*. 2009:247-251.
- [2] Kropff M.J, Spitters C.J. A simple model of crop loss by weed competition from early observations on relative leaf area of the weeds. *Weed Research*, 1991, 31(2):97-105.
- [3] Holzner W, Numata M. Biology and Ecology of weeds[M]. Dr W. Junk Publish, 1982, 2(20):47-73.
- [4] Boutin C, Jobin B. Intensity of agricultural practice and effects on adjacent habitats. *Ecological Applications*, 1998, 8(2): 544-558.
- [5] 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(4):391-394.
- [6] Wortman S.E, Lindquist J.L, Haar M.J, *et al.* Increased weed diversity, density and above-ground biomass in long-term organic crop rotations. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 2010, 25(4):281-295.
- [7] 张宇阳, 王军峰, 沙志鹏, 等. “农牧一体化”下玉米田杂草多样性及玉米生长状况[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2014, 40(6):638-646.
- [8] 侯向阳. 农业生态系统的稳定机制. 生态学杂志, 1990, 9(6): 40-42.
- [9] Wyss E. The effects of artificial weed strips on diversity and abundance of the arthropod fauna in a Swiss experimental apple orchard. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 1996, 60:47-59.
- [10] Tilman D, Downing J A. Biodiversity and stability in grasslands. *Nature*, 1994, 367(27):363-365.
- [11] 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. 生态学报, 2000, 19(4):50-52.
- [12] Menalled F.D, Gross K.L, Hammond M. Weed above ground and seedbank community responses to agriculture management systems. *Ecological Applications*, 2001, 11: 1586-1601.
- [13] Liebman M.Dyck E. Crop rotation and intercropping strategies for weed management. *Ecological applications*, 1993, 3(1):92-122.
- [14] Rydgerg N T, Milberg P.A survey of weeds in organic farming in Sweden. *Biological Agriculture and Horticultuer*, 2000, 18:175-185.
- [15] Mayor J.P, Dessaint F. Influence of weed management strategies on soil seedbank diversity. *Weed Research*, 1998, 38:95-105.
- [16] Puricelli E.C, Tuesca D.H. Weed density and diversity under glyphosate-resistant crop sequences. *Crop Protection*, 2005, 24: 533-542.
- [17] 谷艳芳, 胡楠, 丁圣彦, 等. 开封地区不同土地利用方式农田杂草群落结构及动态. 生态学报, 2007, 27(4): 1359-1367.
- [18] 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. 生态学杂志, 2005, 24(4):385-389.
- [19] Goldberg D.E, Miller T E. Effects of the different resource additions on species diversity in an annual plant community. *Ecology*, 1990, 71:213-225.
- [20] Mahn E.G. Structural changes of weed communities and populations. *Vegetatio*, 1984, 58(2):79-85.
- [21] Derksen D.A, Thomas A G, Lafond G P, *et al.* Impact of post-emergence herbicides on weed community diversity within conservation-tillage systems. *Weed Research*, 1995, 35(4): 311-320.
- [22] 王明君, 韩国栋, 崔国文, 等. 放牧强度对草甸草原生产力和多样性的影响. 生态学杂志, 2010, 29(5):862-868.
- [23] 关法春, 田飞鹏, 沙志鹏, 等. 不同生产方式下肉鹅养殖场地的贡献及生产效果. 中国农业大学学报, 2013, 18(4): 129-133.

审稿人: 卓嘎