

# 藏药匙叶翼首草人工栽培杂草生态特点和防控效果的分析

许永强<sup>1,2</sup> 安红梅<sup>1</sup> 袁芳<sup>1</sup> 徐元江<sup>1,2</sup> 甄梓娟<sup>1,2</sup> 郑维列<sup>1,2</sup> 兰小中<sup>1,2\*</sup>

(1. 西藏大学 农牧学院, 西藏 林芝 860000;

2. 西藏大学 农牧学院/西南大学药用植物联合研发中心, 西藏 林芝 860000)

**摘要** 为探索一种有效且适应西藏藏药栽培的非化学除草方式, 保证中药材质量与品质, 通过在藏药匙叶翼首草人工栽培样地设置人工除草(MW)、覆黑膜(MF)以及不除草(CK)等不同除草处理, 并调查不同处理措施下各样点的物种组成、数量、高度、盖度以及生物量等杂草群落特征, 探讨人工除草方式和覆黑膜除草方式对翼首草样地杂草防控效果和对翼首草产量的影响。结果表明: MW处理下杂草种类最多, 有20种, CK有18种, MF有8种杂草; 从杂草的数量、高度以及地上生物量来看, 对照杂草的总密度、平均高度以及地上总生物量是MW处理的2.00、1.48和3.80倍, 是MF处理的4.19、3.77和61.21倍, 处理间差异显著( $P < 0.05$ ); 而从杂草功能群多度来看, CK中胁迫忍耐型杂草功能群多度最大, MW中干扰型杂草功能群多度最大, MF中竞争型杂草功能群相对多度最大; 从杂草和翼首草的生态位特征来看, MW处理生态位宽度和种间重叠较小, CK优势杂草生态位宽度和种间重叠较大, MF处理也是杂草生态位宽度较大但种间重叠较小, 各处理翼首草生态位宽度大小依次为MF > MW > CK; 从不同除草措施翼首草产量来看, MF处理翼首草产量分别是MW和CK的1.32和1.78倍( $P < 0.05$ )。总得来看, MF处理除草效果最佳, 且翼首草产量最大, MW处理除草效果次之, 杂草严重影响了翼首草产量。

**关键词** 匙叶翼首草; 人工除草; 覆膜除草; 功能群; 生态位; 产量

中图分类号 S 181

文章编号 1007-4333(2016)09-0105-10

文献标志码 A

## Analysis of weed ecological characteristics and control effect of Tibetan medicine *Pterocephalus hookeri* artificial cultivation

XU Yong-qiang<sup>1,2</sup>, AN Hong-mei<sup>1</sup>, YUAN Fang<sup>1</sup>, XU Yuan-jiang<sup>1,2</sup>,  
ZHEN Zi-juan<sup>1,2</sup>, ZHENG Wei-lie<sup>1,2</sup>, LAN Xiao-zhong<sup>1,2\*</sup>

(1. College of Agricultural and Animal Husbandry, Tibet University, Linzhi 860000, China;

2. College of Agricultural and Animal Husbandry/Southwest University Medicinal Plants Joint Research and Development Centre, Tibet University, Linzhi 860000, China)

**Abstract** To explore non-chemical weed control management which is effectively and suitable for Tibetan medicine cultivation, the weed species, density, height, coverage and above-ground biomass under different weed control measures (no weeding, CK; manual weeding, MW; mulching black film weeding, MF) were investigated in the field of *Pterocephalus hookeri* artificial cultivation. The weed control effect of MW treatment and MF treatment were also studied. The results showed that: MW treatment recorded the most number of species which is 2 and 12 higher than that of MW and CK, respectively; From the aspect of weed density, the mean height and total above-ground biomass, weed density, mean height and total above-ground biomass of CK were 2.00, 1.48 and 3.80, times higher than that of MW, and 4.19, 3.77 and 61.21 times greater than that of MF, showing a significant difference ( $P < 0.05$ ); From the aspect of functional group abundance, the most abundance of stress functional group was in the CK. The most abundance of

收稿日期: 2015-10-16

基金项目: 西藏自治区重大专项西藏濒危藏药材翼首草种植技术示范与规模化(20131225); 2011计划西藏特色农牧资源研发协同创新中心(藏药材方向)

第一作者: 许永强, 硕士研究生, E-mail: 982395281@qq.com

通讯作者: 兰小中, 教授, 主要从事药用植物资源研究, E-mail: lanxiaozhong@163.com

Disturbance functional group was in the MW. And the most abundance of competitiveness functional group was in the MF; As for ecological niche characteristics of weeds and *P. hookeri*, the low niche breadth with interspecific overlap showed in MW. The great niche breadth with interspecific overlap occurred in CK. The great niche breadth with low interspecific overlap was found in MF. And the niche breadth of *P. hookeri* among treatments, in turn, were MF > MW > CK; From the aspect of the yield of *P. hookeri*, MF treatment were 1.86-fold and 3.53-fold greater compared to MW and CK ( $P < 0.01$ ). In conclusion, MF treatment achieved outstanding weed control effect with the greatest yield, followed by MW. However, weed had seriously impact on the yield of *P. hookeri*.

**Keywords** *Pteroccephalus hookeri*; manual weeding; mulching weeding; functional group; niche; yield

杂草是影响药材产量和品质的主要因素之一,与药材的拮抗作用主要表现在对太阳辐射、水分以及养分的竞争<sup>[1]</sup>。化学防控是当前药材地重要的杂草防除方式之一,基于其防除效果好、经济成本低而备受药农喜爱,但其农药残留问题不容忽视。我国作为中药材生产大国,但由于出口药材中重金属富集和农药残留的问题使得我国在国际植物药材市场地位较低<sup>[2]</sup>。为保证中药材质量与品质,杂草非化学防控的措施日渐增多。Brandsaer等<sup>[3]</sup>通过杂草萌发后耕作(Post-emergence harrowing)的方式有效减少了杂草的密度(47%)和生物量(47%);Blubaugh等<sup>[4]</sup>通过引入杂草捕食性昆虫来对其进行防控,有效减少杂草密度和种子数量。但也有研究表明<sup>[5]</sup>生物防控虽避免了化学防控所带来的负面影响,但昆虫随机采食会影响非目标植物(药材或作物)进而造成经济损失。Rask等<sup>[6]</sup>的研究也指出,杂草非化学防控技术虽然对杂草群落的控制以及多样性的保护上有着或多或少的的影响,但这些措施需要多次的重复处理,导致杂草管理经济成本增加。因此,当前药材地的杂草非化学防控措施以人工除草和覆黑膜除草方式为主,而有关其除草经济成本、除草效果以及对药材的品质和产量已有大量报道<sup>[7-9]</sup>。

翼首花属(*Pteroccephalus*)隶属川断续科(Dipsacaceae),大约由25个种组成,主要分布在欧洲和亚洲<sup>[10]</sup>。其中有2个种在我国有分布,即裂叶翼首草(*Pteroccephalus bretschnideri* (Batal.) E. Pritz)和匙叶翼首草(*P. hookeri* (C. B. Clarker) Höec.)。匙叶翼首草是典型的藏药习用药材之一,常用于治疗风寒、流感、内风湿性关节炎以及肠炎等<sup>[11]</sup>,其主要分布在云南、四川、甘肃、青海以及西藏东部海拔3000 m以上的向阳地、草地、林间和林缘。而随着匙叶翼首草野生资源的减少和获得成本增加,人工栽培技术是解决其供求矛盾的有利途径。当前针对翼首草人工栽培技术的研究主要集中在种

子活力、栽培地生境、生长调控、产量提高以及质量标准等方面<sup>[12-14]</sup>,而有关高原环境下翼首草田间管理方式尤其是杂草管理方式以及杂草生态特性的研究少见报道。

摸清杂草的分布、发生和种类与动态规律,明确优势种、恶性杂草的生物学、生态学特性、杂草的危害程度和防治的经济阈值<sup>[15]</sup>,是进行杂草防控的理论基础。为此本研究通过对西藏匙叶翼首草人工栽培样地杂草群落的物种组成、数量、高度、盖度以及生物量进行调查,探讨人工除草方式和覆黑膜除草方式对翼首草样地杂草防控效果,同时利用Grime所提出的C-R-S模型将杂草种群归类于3种功能类群,并结合不同杂草处理下杂草种群和匙叶翼首草的生态位分析,探明不同除草措施对匙叶翼首草生长和产量的影响,旨在为匙叶翼首草田间杂草非化学防控措施以及改进方式提供理论依据。

## 1 试验区域概况

试验地位于西藏林芝市八一镇(29°33' N, 94°21' E),该镇地处尼洋河下游河谷,海拔2980~3100 m,属藏东南温暖半湿润气候区。全年平均温度为8.6℃,全年日均温≥10℃的日数为159.2 d,≥10℃以上积温2225.7℃,全年无霜期177 d;年平均降雨量为634.2 mm,降水主要集中在6~9月,占全年降雨量的71.6%;全年日照时数为1988.6 h,日照百分率为46%。试验地原为农田,无遮荫,土壤条件相对较好,土壤类型为棕壤。

## 2 研究方法

### 2.1 试验设计

2014年6月,用撒播种子方式培育匙叶翼首草种苗,翌年5月,采取行距50 cm,株距40 cm的标准进行整作移栽,农田内设置3种杂草管理方式,不除草(CK),人工除草(Manual weeding),覆膜(Mulching film),各处理种植面积为1 hm<sup>2</sup>。覆膜

处理于移栽时覆上黑膜，缓苗后，人工除草处理于5月20日利用锄头(刀面宽约7 cm)贴地铲除翼首草周围和垄沟内的杂草并用耙子将杂草残体移出翼首草栽培区域。另外1 hm<sup>2</sup> 作为对照(一直不除草)。对于缺苗的部分进行及时补栽，确保在后期数据采集时每个处理上的翼首草植株基本一致。

## 2.2 样品采集

2015年7月30日，采用5点采样法进行取样，每种杂草管理方式的取样面积均为1 m×1 m，记录样方内翼首草和杂草的种类、株数、高度和盖度等，并将杂草齐地剪下(该时期未收获翼首草)带回实验室105℃杀青30 min，在80℃下烘干至恒重，计算杂草地上生物量。9月20日，在3种不同处理样地中的5个点内分别随机收获2株药材(每个处理共10株药材)，带回实验室将翼首草的地上部分与地下部分分开称重后，将采集到的样品在恒温干燥箱中用105℃杀青30 min后，在80℃下烘干至恒重，再分别称重。

## 2.3 数据统计与分析

根据样地调查数据，计算出各样地杂草种群的重要值和多度，计算公式如下<sup>[16]</sup>：

$$\text{相对重要值(IV)} = (\text{相对频度} + \text{相对密度} + \text{相对盖度} + \text{相对高度} + \text{相对生物量}) / 5$$

$$P_i = n_i / N$$

式中： $P_i$ 为某杂草种群多度； $n_i$ 为样地中某种杂草的重要值； $N$ 为样地中杂草的总重要值。

通过对不同杂草管理方式下各杂草种群的多度进行计算后利用聚类分析(Cluster analysis)将各样地杂草种群进行分级，最后利用Grime所提出的C-R-S三角模型将不同杂草管理方式下各杂草种群分为3种功能类群，即竞争型(Competitiveness)，干扰型(Disturbance)以及胁迫忍耐型(Stress)<sup>[17-19]</sup>。

生态位宽度是物种种群对环境资源和空间占用能力的直观体现，其值越大，其对资源的获取能力越强。不同除草处理的农田中设置的5个1 m×1 m的样点并以样点中各杂草种和翼首草的个体数目计算生态位<sup>[20]</sup>。

$$B = - \left( \sum_{i=1}^s D_i \ln D_i \right) / \ln s$$

$$D_i = N_i / N$$

式中： $B$ 为某种群生态位宽度； $D_i$ 为某种群在与样方中物种总数之比； $N_i$ 为某种群在5个样方中的数目； $N_s$ 为个样方中物种总数； $s$ 为样方的数量。

生态位重叠是指2个物种种群生长与发展中所需资源的相同程度，其值越大(0~1)，表明两物种种群对资源的需求越相似，竞争越激烈。生态位重叠的计算公式如下<sup>[20]</sup>：

$$C_{ih} = 1 - \frac{1}{2} \sum \left| \frac{N_{ij}}{N_i} - \frac{N_{hj}}{N_h} \right|$$

式中： $C_{ih}$ 为*i*和*h*2个种之间的重叠指数； $N_{ij}$ 为*i*种在*j*资源等级中的数值； $N_i$ 为*i*种在所有资源等级中的数值； $N_{hj}$ 为*h*种在*j*资源等级中的出现数值； $N_h$ 为*h*种在所有资源等级中的数值。

利用Excel 2003对不同杂草管理方式的杂草数据进行计算，利用SPSS 21.0统计软件对各杂草种群多度进行聚类分析，杂草密度、高度、生物量、多度和翼首草产量等数据采用单因素方差分析(One-way analysis of variance, ANOVA)并利用Fisher的最小显著法(LSD)进行差异显著性分析和事后多重比较。

## 3 结果

### 3.1 不同杂草管理方式下的杂草种类与数量

对不同除草处理的翼首草人工栽培样地进行调查(表1)，从杂草的种类来看，人工除草处理杂草种类最多，有20种杂草，分属10科，其中菊科杂草最多，有6种；其次是对照，有18种杂草，分属10科，同样是菊科杂草最多，有6种；最后是覆膜处理，有8种杂草，分属7科，禾本科杂草最多，有2种。从杂草的数量统计来看，对照的杂草总密度分别是人工除草处理和覆膜处理的2.00和4.19倍，人工除草处理是覆膜处理的2.10倍，处理间差异极显著( $P < 0.01$ )。马唐(*Digitaria sanguinalis*)在3种杂草管理方式中密度均较大，其中对照为419.00株/m<sup>2</sup>，分别是人工除草处理和覆膜处理的2.86和4.80倍，处理间差异显著( $P < 0.05$ )，而人工除草处理马唐的总密度与覆膜处理之间并无显著差异。不同除草措施不仅对优势种的数量具有明显抑制，还对一些亚优势种、常见种的数量防控显著，如鼠麴草(*Gnaphalium affine*)，大籽蒿(*Artemisia sieversiana*)，节节草(*Equisetum ramosissimum*)和尼泊尔蓼(*Polygonum nepalense*)等，处理间差异显著( $P < 0.05$ )。此外在经过人工除草后，杂草的总密度虽减少，但杂草的种类与对照相比增加了2种。与之相反，覆膜处理后杂草数量减少和种类均减少，较对照和人工除草处理分别减少了10和12种，处理间差异显著( $P < 0.05$ )。

表1 不同杂草管理方式下杂草种类与密度特征  
Table 1 Characteristics of weed species and density under different weed management 株/m<sup>2</sup>

种号 Species number	种名 Species	对照 CK	人工除草 Manual weeding	覆膜 Mulching film
1	鼠麴草 <i>Gnaphalium affine</i>	46.67±24.95 A	1.33±1.31 B	—
2	芥菜 <i>Capsella bursa-pastoris</i>	6.67±4.04	—	—
3	马唐 <i>Digitaria sanguinalis</i>	419.00±104.08 a	146.33±85.89 b	87.33±12.34 b
4	白草 <i>Pennisetum flaccidum</i>	12.00±2.65 a	17.33±10.02 a	4.33±2.13 a
5	鸡蛋参 <i>Codonopsis convolvulacea</i>	6.67±2.64	—	—
6	遏蓝菜 <i>Thlaspi caerulescens</i>	0.33±0.18 a	0.67±1.15 a	—
7	灰绿藜 <i>Chenopodium glaucum</i>	5.33±4.73 a	0.67±0.58 a	0.33±0.18 a
8	牛膝菊 <i>Galinsoga parviflora</i>	50.00±10.00 a	38.00±31.32 a	41.33±8.08 a
9	黄花苜蓿 <i>Medicago falcata</i>	4.33±3.86	—	—
10	节节草 <i>Equisetum ramosissimum</i>	35.67±8.14 a	29.67±17.09 a	1.67±0.89 b
11	大籽蒿 <i>Artemisia sieversiana</i>	129.33±57.87 A	24.67±19.66 B	—
12	大麻 <i>Cannabis sativa</i>	4.67±4.16 a	—	0.33±0.18 a
13	尼泊尔蓼 <i>Polygonum nepalense</i>	4.67±4.16 a	23.00±5.20 ab	38.33±28.71 b
14	苍耳 <i>Xanthium sibiricum</i>	1.00±0.78 a	22.33±14.44 a	—
15	桃儿七 <i>Sinopodophyllum hexandrum</i>	0.33±0.58	—	—
16	猪毛蒿 <i>Artemisia scoparia</i>	3.00±2.61 A	31.00±25.71 B	—
17	散生木贼 <i>Equisetum diffusum</i>	0.67±0.15 a	12.33±3.80 b	—
18	野薊 <i>Cirialummaackii Maxim</i>	0.33±0.50	—	—
19	黄苞南星 <i>Arisaema flavum</i>	—	0.67±1.15 a	0.67±1.15 a
20	早熟禾 <i>Poa annua</i>	—	0.33±0.18	—
21	米口袋 <i>Guetdenstaedtia multiflora Bge</i>	—	0.33±0.18	—
22	宝盖草 <i>Lamium amplexicaule</i>	—	1.00±1.00	—
23	繁缕 <i>Stellaria media</i>	—	1.67±0.89	—
24	加拿大白酒草 <i>Conyza Canadensis</i>	—	1.00±1.00	—
25	画眉草 <i>Eragrostis pilosa</i>	—	12.67±10.94	—
26	菊叶香藜 <i>Chenopodium foetidum</i>	—	0.33±0.18	—
总计 Total		730.67±112.12 A	365.33±66.34 B	174.33±26.08 C

注:不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著,不同大写字母表示在 0.01 水平上差异显著。“—”表示该处理未出现该项,下同。

Note: Different lowercase letters in each column indicate a difference between treatments at the 0.05 significance level, and different uppercase letters indicate a difference between treatments at the 0.01 significance level. The “—” indicate that this item was not available in this treatment, the same as below.

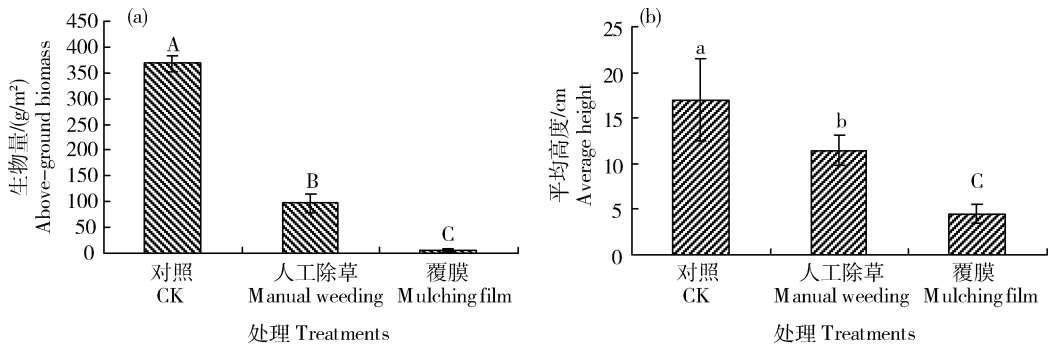
### 3.2 不同杂草管理方式下的杂草总生物量分析

从不同杂草管理方式下杂草总地上生物量分析可以看出(图 1(a)),对照杂草总地上生物量最

大,分别是人工除草处理和覆膜处理 3.80 和 61.21 倍,处理间差异极显著( $P<0.01$ )。其中人工除草处理与覆膜处理相比,人工除草处理是覆

膜处理的16.11倍,处理间差异极显著( $P < 0.01$ )。与杂草地上生物量相同,对照的杂草平均高度最大(图1(b)),分别高出人工除草处理和覆

膜处理48.15% ( $P < 0.05$ )和277.11% ( $P < 0.01$ ),其中人工除草处理高出覆膜处理154.54% ( $P < 0.01$ )。



图柱上的竖线代表各处理生物量和平均高度平均值的标准差。图柱上不同大写字母表示处理间在0.01水平上差异显著,不同小写字母表示在0.05水平上差异显著。下同。

These bars represent the standard error of the mean. Lower-case letters above the bars indicate a difference between treatments at the 0.05 significance level. Upper-case letters above the bars indicate a difference between treatments at the 0.01 significance level. The same below.

图1 不同杂草管理方式下的杂草地上生物量分析

Fig. 1 Analysis of weed above-ground biomass under different weed management

### 3.3 不同杂草管理方式下的杂草多度聚类分析及杂草功能群分类

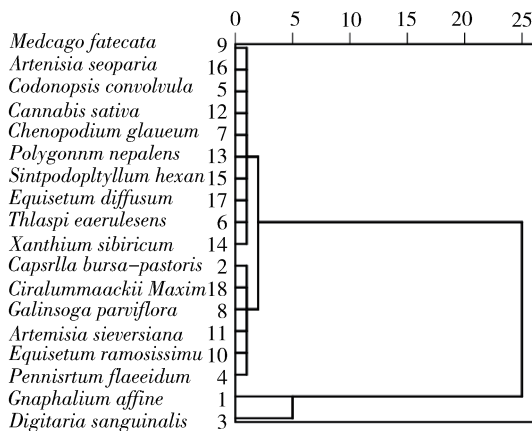
从不同杂草管理方式下杂草的多度聚类分析来看,对照组未进行任何除草措施,各杂草种群多度分配呈现3级(图2(a))。首先是优势种群马唐和鼠麴草,其分别占据了35.29%和17.03%的多度分配比例,其次是相对多度在2%~10%的常见杂草种有6种,最后是相对多度小于2%的偶见杂草种有10种;与对照相比,人工除草处理各杂草种群多度分配呈现4级(图2(b)),优势杂草种仅为马唐(24.30%),相对多度在2%~10%的常见种有9种且与对照相比其相对多度均有不同程度的提升,相对多度小于2%的偶见种有10种;与对照和人工除草处理相比,覆膜处理各杂草种群多度分配呈现3级(图2(c)),马唐和尼泊尔蓼的多度分配最大,分别为31.04%和26.87%,相对多度在20%~10%的常见种有6种。

利用Grime所提出的C-R-S三角模型将杂草种群分为3种功能类群,即竞争型、干扰型以及胁迫忍耐型,同时结合不同杂草管理方式下各杂草种群的多度分级,即相对多度大于10%的优势种、相对多度在2%~10%间的常见种、相对多度小2%的偶见种,利用3种功能类群迎合聚类分析所划分的杂

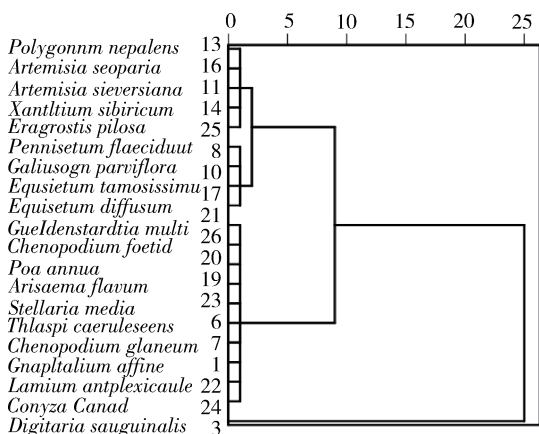
草3个等级,竞争(C)对应优势种,干扰(R)对应常见种、胁迫忍耐(S)对应偶见种。图3是各杂草功能群的多度分析,可以看出,覆膜处理C型功能群分别高出对照和人工除草处理486.37%和180.00%,处理间差异显著( $P < 0.05$ )。在人工除草处理中,R型功能类群相对多度最高,是覆膜处理的1.81倍( $P < 0.05$ ),但与对照间无显著差异。对照中的S型杂草功能类群多度较高,是覆膜处理的1.88倍( $P < 0.05$ ),但与人工除草处理无显著差异。

### 3.4 不同杂草管理方式下翼首草与优势杂草种群生态位分析

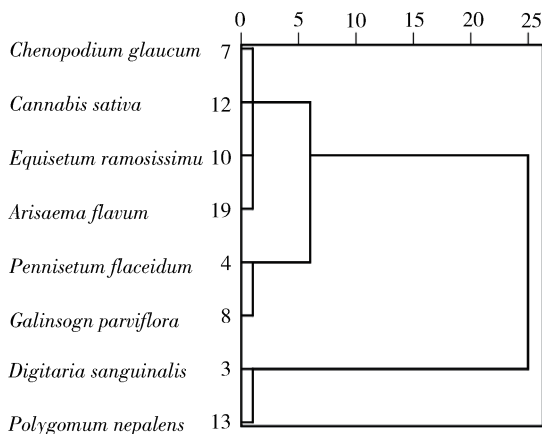
翼首草作为目标药材,在栽培过程中对资源环境的利用直接影响其生长和产量。对比不同的杂草管理方式下翼首草的生态位宽度可以看出(表2),覆膜处理的翼首草生态位宽度最大,对资源空间的占有和利用最大,为0.998,较人工除草和对照高出了1.73%和22.5%。从各处理主要杂草的生态位宽度可以看出,对照中牛膝菊,白草、马唐、节节草、大籽蒿、尼泊尔蓼和鼠麴草占据较大生态位空间;在人工除草处理中,尼泊尔蓼占据了最大生态位空间,相比对照,马唐、牛膝菊、节节草和大籽蒿所占资源空间减小;在覆膜处理中,马唐和牛膝菊占据了较大生态为空间。



(a) 对照 CK



(b) 人工除草处理 Manual weeding treatment



(c) 覆膜除草处理 Mulching film treatment

图中左侧物种名称和数字(为物种号)与表 1 一致。

Species name and numbers which represent species code on the left side are consistent with those listed table 1.

图 2 不同杂草管理方式下的杂草多度聚类分析

Fig. 2 Cluster analysis of weed relative abundance under different weed management

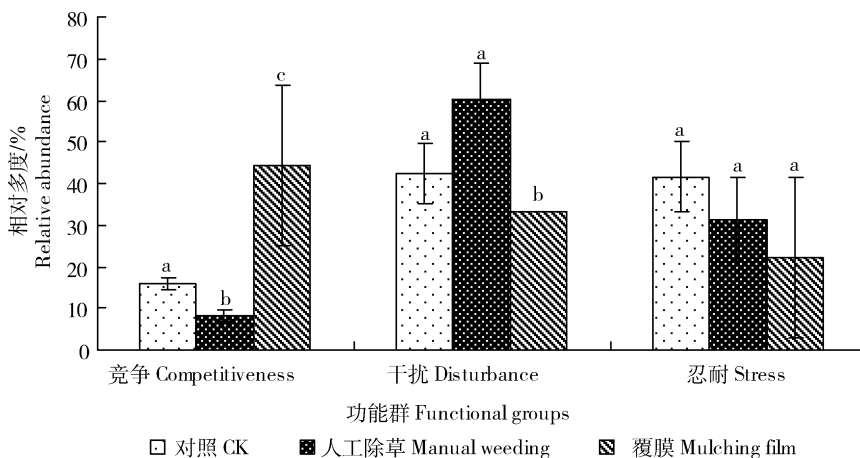


图 3 不同杂草管理方式下的杂草功能群多度分析

Fig. 3 Analysis of weed functional groups under different weed management

表 2 不同杂草管理方式下翼首草与主要杂草种群生态位宽度

Table 2 Niche breadth of *Pterocephalus hookeri* and major weed populations relative to different weeding treatments

种号 Species number	种名 Species	对照 CK	人工除草 MW	覆膜 MF
1	翼首草 <i>Pterocephalus hookeri</i>	0.815	0.981	0.998
2	鼠麴草 <i>Gnaphalium affine</i>	0.918	0.000	—
3	芥菜 <i>Capsella bursa-pastoris</i>	0.887	—	—
4	马唐 <i>Digitaria sanguinalis</i>	0.981	0.880	0.994
5	白草 <i>Pennisetum flaccidum</i>	0.986	0.000	0.492
6	牛膝菊 <i>Galinsoga parviflora</i>	0.988	0.808	0.989
7	节节草 <i>Equisetum ramosissimum</i>	0.985	0.865	0.000
8	大籽蒿 <i>Artemisia sieversiana</i>	0.943	0.816	—
9	尼泊尔蓼 <i>Polygonum nepalense</i>	0.985	0.984	0.830
10	苍耳 <i>Xanthium sibiricum</i>	0.000	0.242	—
11	猪毛蒿 <i>Artemisia scoparia</i>	0.482	0.743	—
12	散生木贼 <i>Equisetum diffusum</i>	0.000	0.622	—

对照中翼首草与主要杂草的生态位重叠主要在 0.364~0.773,并与马唐的重叠度最高(表 3);人工除草的在 0.333~0.957,并与尼泊尔蓼的重叠度最高,马唐次之(表 4);覆膜处理在 0.300~0.924,其中与牛膝菊的重叠度最高,马唐次之。从各处理主

要杂草种群间的重叠度可以看出,对照中白草与节节草的重叠度最高,芥菜与牛膝菊次之(表 5);人工除草处理中鼠麴草与苍耳的重叠度最高,主要杂草种类减少;覆膜处理中马唐和牛膝菊的重叠度最高,主要杂草种类最少。

表 3 对照中翼首草、主要杂草种群生态位重叠

Table 3 Niche overlap of *Pterocephalus hookeri*, major weed populations in CK

种号 Species number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1.000											
2	0.719	1.000										
3	0.723	0.950	1.000									
4	0.773	0.888	0.873	1.000								
5	0.760	0.881	0.867	0.981	1.000							
6	0.721	0.798	0.983	0.859	0.878	1.000						
7	0.754	0.885	0.870	0.978	0.994	0.880	1.000					
8	0.712	0.695	0.645	0.753	0.773	0.895	0.775	1.000				
9	0.455	0.629	0.579	0.682	0.694	0.733	0.701	0.742	1.000			
10	0.273	0.536	0.550	0.423	0.417	0.333	0.421	0.237	0.429	1.000		
11	0.586	0.422	0.372	0.481	0.500	0.622	0.503	0.545	0.571	0.000	1.000	
12	0.364	0.200	0.150	0.259	0.278	0.400	0.280	0.505	0.571	0.000	0.778	1.000

注:种号参考表 2。下表同。

Note:Species number refer to table 2. The same below.

表4 人工除草中翼首草、主要杂草种群生态位重叠

Table 4 Niche overlap of *Ptercephalus hookeri*, major weed populations in manual weeding treatments

种号 Species number	1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1.000										
2	0.333	1.000									
4	0.868	0.380	1.000								
5	0.333	0.000	0.380	1.000							
6	0.684	0.649	0.701	0.649	1.000						
7	0.768	0.101	0.669	0.101	0.452	1.000					
8	0.615	0.230	0.483	0.230	0.514	0.686	1.000				
9	0.957	0.377	0.872	0.377	0.728	0.724	0.611	1.000			
10	0.408	0.925	0.455	0.925	0.724	0.176	0.304	0.451	1.000		
11	0.605	0.118	0.362	0.118	0.469	0.605	0.889	0.601	0.193	1.000	
12	0.493	0.189	0.473	0.189	0.392	0.787	0.878	0.490	0.243	0.818	1.000

表5 覆膜处理中翼首草、主要杂草种群生态位重叠

Table 5 Niche overlap of *Ptercephalus hookeri*, major weed populations in mulch weeding treatments

种号 Species number	1	4	5	6	7	9
1	1.000					
4	0.915	1.000				
5	0.581	0.525	1.000			
6	0.924	0.917	0.505	1.000		
7	0.300	0.386	0.231	0.323	1.000	
9	0.741	0.712	0.391	0.795	0.122	1.000

### 3.5 不同杂草管理方式对翼首草产量的影响

不同杂草处理方式影响着翼首草的生长和产量,从翼首草单株水平的产量来看,单株翼首草地上

部分在各处理间并无显著变化,但覆膜处理的单株地下干重分别高出人工除草处理和对照 1.52 ( $P < 0.05$ )和 2.19 ( $P < 0.05$ )倍(表6);覆膜处理的单株

表6 不同杂草管理方式对翼首草产量的影响

Table 6 Effect of different weed managements on *Ptercephalus hookeri* yield

指标 Index	对照 CK	人工除草 MW	覆膜 MF
单株地上干重/g Above-ground biomass of single species	8.03±4.16 a	10.33±2.58 a	12.20±1.09 a
单株地下干重/g Under-ground biomass of single species	4.98±2.24 a	7.16±1.83 b	10.89±1.79 c
单株合计/g Total biomass of single species	12.99±1.88 a	17.49±5.29 b	23.09±1.46 c
产量/(kg/hm <sup>2</sup> ) Yield	1 039.01±150.41 a	1 399.36±423.50 b	1 847.20±116.89 c



产量分别高出对照和人工除草 1.78 ( $P < 0.05$ ) 和 1.32 ( $P < 0.05$ ) 倍; 从翼首草总产量来看, 覆膜处理的产量为 1 763.63 kg/hm<sup>2</sup>, 高出人工除草和对照 32.00% ( $P < 0.05$ ) 和 77.78% ( $P < 0.05$ )。

## 4 讨论

1) 不同杂草管理方式对翼首草人工栽培样地的杂草防控效果差异明显, 其差异主要体现在杂草的数量、高度和生物量等方面。覆膜处理对杂草的防控效果最佳, 其杂草数量、盖度与生物量最低, 但药材产量最高, 这主要是因为覆盖黑膜后, 杂草获得太阳辐射的途径被阻断, 杂草黑暗中不能合成叶绿素, 但能形成胡萝卜素, 导致叶子发黄, 长期以此, 黑膜下的杂草逐渐死亡<sup>[21]</sup>; 黑膜在抑制杂草生长的同时, 吸收了较多的太阳能, 促使低温升高, 降低土壤水分散失, 提高了土壤墒情, 促进了药材生长。吴伯志等<sup>[7]</sup>利用黑膜控制玉米地杂草时发现, 黑膜覆膜处理的杂草生物量仅为对照的 3.8%, 在本研究中, 覆膜处理的杂草生物量为对照的 1.63%, 为人工除草处理的 6.21%; 此外黑色地膜覆盖还有利于移栽苗成活、保温、保湿保肥等优势<sup>[22]</sup>, 漆璐涛等<sup>[8]</sup>利用黑膜覆盖防除当归栽培地杂草时发现, 黑膜覆盖的产量较对照增加 89.27%, 这与本研究结果相似。

2) 在本研究中, 人工除草处理中杂草经人工铲除, 优势杂草种群的发生发展受到抑制, 除草效果显著, 但除草过程中伴随着表层土壤的扰动, 打破了土壤种子库的休眠, 其结果是生态幅广、种子库密度大的一年生杂草如马唐、牛膝菊以及尼泊尔蓼等杂草的萌发创造了机会, 而人工除去杂草所“空缺”的生态位为其发展提供了充足的资源空间, 因此人工除草后, 杂草的种类增多<sup>[23]</sup>, 但杂草种群的生态位宽度以及各杂草种群生态位重叠较小, 杂草种群多度主要集中在 2%~10% 之间, R 型功能群多度分配最大, C 型功能群多度最小, 这可能是杂草群落演替的一个中间阶段, 即一部分杂草种群由 R 型功能群向 C 型功能群过度的阶段, 也是杂草蔓延和竞争最激烈的阶段, 因此二次除草是必须的, 有力的控制优势种和潜在优势种群才能保证药材的资源的持续利用。人工除草处理费时费力且除草效率低, 刘珊等<sup>[9]</sup>通过对天然麻黄地进行人工除草式发现, 除草次数与麻黄产量呈正比, 在进行 3 次除草后增产率达 21.75%, 而进行一次除草其增产率仅为 6.50%。与本研究相同, 经一次人工除草后杂草的发展虽受

到干扰, 但其与翼首草的资源竞争仍在持续, 翼首草所占生态空间收缩, 最终影响翼首草产量。

3) 在对照中, S 型功能群多度分配最多, 这主要是对照未进行任何除草措施, 杂草的演替过程未受到人为干预, 而随着杂草的发生发展可利用的环境资源受限, 优势杂草种群拓展其生态位空间, 杂草生态位重叠增加即种间竞争加剧使得部分非优势种群的生态位收缩乃至消失, 杂草种类减少<sup>[24]</sup>。在覆膜处理中, C 型功能群多度最大而 S 型功能群多度最小, 这主要是因为黑膜主要覆盖垄作区域, 垄沟内杂草经人工产出后, 资源空间空白, 出现了与人工除草处理相同的情况<sup>[1]</sup>, 但在其垄作区域, 翼首草维持较大生态位宽度, 并在与优势杂草种群的竞争中维持较大优势, 最终维持了最大的翼首草产量。

## 参 考 文 献

- [1] 张宇阳, 王军峰, 沙志鹏, 关法春, 段晶. “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  
Zhang Y Y, Wang J F, Sha Z P, Guan F C, Duan J. Weeds biodiversity and maize growth in agro-pastoral integration system[J]. *Journal of Zhejiang University: Agriculture & Life Science*, 2014, 40(6): 638-646 (in Chinese)
- [2] 王菲. 中药材中农药及有毒代谢物多残留的快速检测方法的研究[D]. 北京: 北京协和医科大学, 2013  
Wang F. Quick analytical method to detect pesticide and their metabolites multiresidue in traditional Chinese herbs [D]. Beijing: Peking Union Medical College, 2013 (in Chinese)
- [3] Brandsaer L O, Mangerud K, Rasmussen J. Interactions between pre- and post-emergence weed harrowing in spring cereals[J]. *Weed Research*, 2012, 52(4): 338-347
- [4] Blubaugh C K, Kaplan I. Tillage compromises weed seed predator activity across developmental stages[J]. *Biological Control*, 2015(8): 176-182
- [5] Hariet L H, Mark S, Andre G, Robert S B. Successes we may not have had: A retrospective analysis of selected weed biological control agents in the United States[J]. *Invasive Plant Science and Management*, 2014(7): 565-579
- [6] Rask A M, Larsen S U, Andreasen C. Determining treatment frequency for controlling weeds on traffic islands using chemical and non-chemical weed control[J]. *Weed Research*, 2013, 53(4): 249-258
- [7] 吴伯志, Howard L. 英国饲用玉米地杂草可持续控制研究初报[J]. 耕作与栽培, 2005(5): 46-48  
Wu B Z, Howard L. Preliminary report on sustainable weed control in the British fodder corn field [J]. *Tillage and Cultivation*, 2005(5): 46-48 (in Chinese)

- [8] 漆璐涛,许彩荷,马占川,王万胜,鞠海明,纪瑛,李应东,晋玲. 覆膜方式对当归成药期产量构成的影响[J]. 中国实验方剂学杂志, 2014, 20(16): 115-118  
 Qi J T, Xu C H, Ma Z C, Wang W C, Lin M H, Ji Y, Li Y D, Ji L. Film mulching modes' effect on yield of *Angelica sinensis* radix during medicine formation period[J]. *Chinese Journal of Traditional Medical Formula*, 2014, 20(16): 115-118 (in Chinese)
- [9] 刘珊,贾云峰,森布尔,刘靖敏. 天然麻黄喷灌及人工除草效果[J]. 中草药, 1999, 22(7): 325-326  
 Liu S, Jia Y F, Sen B E, Liu J M. Effect of sprinkling irrigation and manual weeding on natural Chinese ephedra[J]. *Chinese Traditional and Herbal Dugs*, 1999, 22(7): 325-326 (in Chinese)
- [10] Wu Y C, Lu J, Lu X Q Y, Li R, Guo J, Guo F J, Li Y M. Monoterpenoids and Triterpenoids from *Pterocephalus hookeri* with NF-kB inhibitory activity[J]. *Phytochemistry Letters*, 2015, 13, 30-34
- [11] Wu Y C, Ying Y J, Guo F J, Zhu G F. Bis-iridoid and lignans from traditional Tibetan herb *Pterocephalus hookeri* [J]. *Biochemical Systematics and Ecology*, 2014, 56, 209-212
- [12] 杨敬军,何淑玲,常毓巍,马雄,马海财. 匙叶翼首草不同海拔地区种子活力的研究[J]. 北方园艺, 2011(6): 185-187  
 Yang J J, He S L, Chang Y W, Ma X, Ma H C. Study on seed vitality of *Pterocephalus hookeri* (C B Clarke) Diels at different altitudes area[J]. *Northern Horticulture*, 2011(6): 185-187 (in Chinese)
- [13] 杨敬军,何淑玲,常毓巍. 坡缕石对匙叶翼首草生长、产量和品质的影响[J]. 土壤通报, 2012, 42(3): 461-465  
 Yang J J, He S L, Chang Y W. Effects of playgoskite on growth, yield and quality of *Pterocephalus hookeri* (C B Clarke) Diels[J]. *Chinese Journal of Soil Science*, 2012, 42(3): 461-465 (in Chinese)
- [14] 常毓巍,何淑玲,杨敬军,马令法,巩红冬. 灌溉量对藏匙叶翼首草生长、产量和品质的影响[J]. 北方园艺, 2011(16): 194-196  
 Chang Y W, He S L, Yang J J, Ma L F, Gong H D. Effect of irrigation quantity on yield, quality of *Pterocephalus hookeri* (C B Clarke) Diels[J]. *Northern Horticulture*, 2011(16): 194-196 (in Chinese)
- [15] 梁婷婷. 除草剂和化感植物对远志种苗生长的影响[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2013  
 Liang T T. Effects of 6 herbicides and 4 allelopathic plant aqueous extracts on the seedling growth of *Polygala tenuifolia* willd[D]. Yangling: Northwest A & F University, 2013 (in Chinese)
- [16] Berger W H, Parker F L. Diversity of planktonic foraminifera in deep-sea sediments[J]. *Science*, 1970, 168: 1345-1347
- [17] Grime J P. *Plant Strategies, Vegetation Processes, and Ecosystem Properties* [M]. 2nd ed. Chichester: John Wiley & Sons Ltd, 2002: 417
- [18] Storkey J. A functional group approach to the management of UK arable weeds to support biological diversity [J]. *Weed Research*, 2006, 46: 513-512
- [19] 王斌世,张荣. 半干旱区农田杂草的生活史对策研究[J]. 草业学报, 2011, 20(1): 257-260  
 Wang B S, Zhang R. Study of life-history strategy of farmland weeds in semi-arid areas[J]. *Acta Prataculture Sinica*, 2011, 20(1): 257-260 (in Chinese)
- [20] 张宇阳,沙志鹏,关法春,王军峰. 玉米田养鹅措施对杂草群落生态特征的影响[J]. 生物多样性, 2014, 22(4): 492-501.  
 Zhang Y Y, Sha Z P, Guan F C, Wang J F. Effect of raising geese in cornfield on ecological characteristics of weed community[J]. *Biodiversity Science*, 2014, 22(4): 492-501 (in Chinese)
- [21] 牛翠娟,娄安如,孙儒泳,李庆芬. 基础生态学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2007: 8, 114  
 Niu C J, Lou A R, Sun R Y, Li Q F. *Fundamental Ecology* [M]. Beijing: Higher Education Press, 2007: 8, 114 (in Chinese)
- [22] 孙烈荣. 几种中药材田间杂草防控技术研究[D]. 西宁: 宁夏大学, 2014  
 Sun L R. Research on technology of weed controlling in the field of several herbal medicine[D]. Xining: Ningxia University, 2014 (in Chinese)
- [23] 王军峰,沙志鹏,关法春,张宇阳,段晶. 移栽措施对西藏退化草地生物量和植物多样性的影响[J]. 中国农业大学学报, 2015, 20(1): 103-109  
 Wang J F, Sha Z P, Guan F C, Zhang Y Y, Duan J. Effects of transplanting on the grassland biomass and the plant diversity in the region of Brahmaputra River in Tibet[J]. *Journal of China Agricultural University*, 2015, 20(1): 103-109 (in Chinese)
- [24] 沙志鹏,王军峰,关法春. 西藏东南缘农牧复合系统-玉米田放牧鹅的生物多样性和经济效益分析[J]. 草地学报, 2014, 22(1): 213-216  
 Sha Z P, Wang J F, Guan F C. The agri-pastoral compound ecosystem of southeast tibet-analysis of biodiversity and economic benefits of raising geese in cornfields [J]. *Acta Agrestia Sinica*, 2014, 22(1): 214-216 (in Chinese)

责任编辑: 苏燕