

DOI:10.11937/bfyy.201610022

施氮、覆膜处理对紫锥菊物候期及活性物质的影响

王艳萍, 吴 华, 李洪兵, 陈新梅

(青海大学 农牧学院, 青海 西宁 810016)

摘 要:以紫锥菊为试材,采用田间试验方法,研究了施氮、覆膜处理对紫锥菊物候期、生物产量及活性成分的影响,以期为紫锥菊资源的有效开发提供基础数据。结果表明:最先进入蕾期是覆膜处理,其次是对照,施肥处理最晚,覆膜与施氮相比盛花期提前 14 d;与对照和施氮相比,覆膜处理地上部分单株平均重差异极显著($P<0.01$),对照和施氮之间差异不显著($P>0.05$);与对照相比,覆膜、施氮处理地上部分菊苣酸含量分别提高 84.98%和 11.64%。由此可见,覆膜处理对紫锥菊生物产量和活性物质为最佳。

关键词:紫锥菊;物候期;菊苣酸;开花率

中图分类号:S 681.906⁺.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)10-0088-05

紫锥菊(*Echinacea purpurea* Moench)属菊科(Compositae)紫锥菊属(*Echinacea* Moench)多年生草本植物,原产美国中东部和加拿大南部地区,株高 70~150 cm。茎叶多生硬毛,叶卵状披针形至阔卵形,互生,叶缘具锯齿。头状花单生或几朵聚生,花序长 15 cm。舌状花玫瑰红色,管状花深紫色突出呈球形,花期在夏秋季节。紫锥菊全株均可利用,具有很高的药用价值和观赏价值^[1-5],是北美印第安人的传统药物。

在 19 世纪末欧洲开始盛行栽培,之后以德国为中心,积极研究紫锥菊花的功效,一直延续到今天。紫锥菊花在欧洲已是很普遍的医药品^[6],能有效对抗一般感冒、上呼吸道慢性感染、下泌尿道慢性感染;特别是在感冒初期使用效果会更好。中国工程院院士、中国药物植物及中草药研究人,传统药物学家肖培根^[7]院士特别指出,紫锥菊是预防和治疗流感效果很好的天然草药。

紫锥菊提取物的药理研究显示,紫锥菊因对多种免疫功能有促进作用而受到国际上的普遍重视。研究者对紫锥菊在畜牧业中的免疫调节作用做了广泛的研究。紫锥菊对体液免疫和细胞免疫均起到促进作用^[8];在日粮中添加不同紫锥菊提取物均能显著增加肉鸡的平均日增重,降低料重比,增加肉仔鸡的免疫功能;利用紫锥菊(主要有效成分为菊苣酸)、黄芪(主要有效成分为黄芪多糖)合剂可缓解法氏囊病毒造成的雏鸡法氏囊病理

损伤,增加免疫器官指数,缓解病毒引起的免疫抑制,进而调节机体免疫机能,增强机体的防御功能,有利于疾病的防治^[4]。

不同肥料配比对紫锥菊生物产量和活性物质也有影响。单施钾 123 kg·hm⁻²或 246 kg·hm⁻²,施用氮 246 kg·hm⁻²同时配施钾 123 kg·hm⁻²或配施钾 246 kg·hm⁻²,这 4 种处理的情况下均提高了紫锥菊的地上及地下部分产量和花球数^[9-14]。在磷、钾肥施用量不变,不同氮肥用量对紫锥菊中多酚类成分没有影响,所有处理中氮肥用量为 100 kg·hm⁻²时生物产量最高^[15-17]。不同配施肥对紫锥菊主要有效成分菊苣酸含量影响不大;对产量的影响,N 起主导效应,P 效应不明显,而氯化钾导致减产;微量元素肥料铁肥、锰肥对紫锥菊生物产量有显著促进作用;铁肥处理后花期有提前趋势,且显著增加了紫锥菊的花球数;而锰肥使种子的发芽率显著降低;微量元素肥料对菊苣酸含量无显著影响^[18-19]。

近几年,我国在北京、上海、广州等 15 个省及直辖市引种成功,以其提取物为主要原料的复方药紫锥菊胶囊 2005 年在上海上市,但各引种区域栽培紫锥菊的物候期、形态特征等尚鲜见报道。西宁地区气候与紫锥菊的原产地差别较大,有必要对紫锥菊在西宁地区的适应性进行栽培研究和综合评价。因此,以紫锥菊(*Echinacea purpurea* Moench)为试材,在青海西宁试栽培,研究施肥、覆膜处理对紫锥菊物候期形态性状及活性物质的影响,以期为紫锥菊资源的有效开发提供基础数据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

田间试验地为青海大学昆仑学院农场试验田

第一作者简介:王艳萍(1965-),女,硕士,教授,现主要从事植物营养与施肥的教学与科研工作。E-mail:wypzhp@163.com.

责任作者:吴华(1971-),女,博士,教授,现主要从事植物产品开发等研究工作。E-mail:qhwhuhua@163.com.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31260567)。

收稿日期:2016-01-18

(4.2 m×21 m),该地土壤肥沃、疏松、排水良好,处于北纬 36°56',东经 101°74',海拔 2 150~2 200 m,年平均气温 4.9℃,平均降水量 379 mm。土壤为栗钙土,质地为壤质土,pH 7.7,有机质 47.52 g·kg⁻¹,碱解氮 128 mg·kg⁻¹,有效磷 350 mg·kg⁻¹。

1.2 试验材料

供试紫锥菊种子来源于北京丰台区新发地种业市场;种子浅棕色或浅土黄色,呈不规则四棱形,种脐部近圆形,稍尖平。种子千粒重 3.865 g。播种前先用细土和种子拌匀。其它试验材料采购于莫家泉湾农资市场;尿素(含氮 4%),塑料膜,遮阳网。

1.3 试验方法

1.3.1 育苗 2013 年 4 月 12 日温室育苗;翻耕土壤每 10 cm 左右开一条深 4~5 cm 的小沟,将紫锥菊种子均匀撒入沟内,用耙磨平、镇压,保持土壤湿润,最后覆膜,紫锥菊种子最适宜的萌发温度为 24℃,试验测得温室最低温度 11℃,中午最高温度 29℃。4 月 17 日紫锥菊出苗,揭去塑料膜防止温度太高烧伤幼苗,出苗期保持足够水分,根据土壤墒情每隔 3~5 d 浇水 1 次。4 月 28 日已有 50% 左右出苗,出苗历时 10~16 d。5 月 3 日长出第 1 片真叶,5 月 18 日后出现第 2 片真叶,20 d 后第 3 片真叶长出。5 月 28 日少数长出第 4 片真叶。6 月 3 日有 650 株左右的苗已长出 3~4 片真叶,已达到移栽的标准。从整个温室育苗情况看,出苗不整齐,出苗时间和报道的相比较慢(报道 7~14 d),长势也较为缓慢,大致 10 d 长 1 片叶子,从出苗到长出 3~4 片真叶共 54 d,适于移栽的苗占总出苗数的 80.43%。

1.3.2 大田移栽及管理 6 月 7 日进行移苗,已有 80% 苗长到 3~4 片真叶,平均苗高 8~9 cm,移苗前先要保证苗地足够湿润,垄栽;深耕土层,碎土,施足基肥,按 50 cm 宽度开沟,沟宽 20 cm,沟深 15~20 cm,移栽时株行距为 25 cm×35 cm;移苗要求带土移栽,不伤根系,可充分选择大苗先种,小苗可以 2 株或 3 株并 1 株同种一穴,以保证当年产量。用手指压紧育苗周围的土壤,然后浇定根水,确保成活;最后搭建遮阳网,防止缓苗期间叶片水分蒸发。移栽后 3 d,每天浇 1 次水,以后根据天气情况浇水。移栽成活后适当松土,以保证小苗正常生

长,随时除去田间杂草,以促进根和叶发育及抽苔、开花。2013 年 6 月 18 日苗木全部基本缓过来,统计移栽后的成活率为 69.46%。

1.3.3 田间处理 移栽缓苗约 10 d 后,8 垄做施肥处理(每垄施尿素(N 肥)32 g),条施,然后覆土浇水;20 d 后每垄再追肥 32 g。8 垄覆膜处理(膜采用渗水膜(厚度 6 μm,宽度 80 cm),顺垄覆膜,用土将膜两边压实;剪刀放苗)。8 垄对照(正常田间管理)。

1.4 项目测定

从每垄选取 6 株长势一致的苗进行挂牌,并观测记录株高、叶片数、最大叶宽和最大叶长等。记录蕾期(5%以上植株现蕾时的日期)、始花期(5%以上植株开花时的日期)、盛花期(50%以上植株开花时的日期)、果期(5%以上植株结果时的日期,往往与盛花期并存,同一植株上花果均有)、果熟期(50%以上植株果熟时的日期,果熟是指总花柄近总苞处自然干枯)、枯苗期(30%以上植株枯苗)^[18-19]。在 9 月 14 日,每垄随机选取 2 株挂牌紫锥菊,全株采样,流水洗干净自然晾干。记录花蕾数,计算开花株率,开花株率(%)=小区内开花植株数/小区内所有植株数×100;地上地下部分称重,计算根冠比;风干样品活性物质的测定。11 月 11 日做越冬处理,点清苗数以便第 2 年观察萌芽率,割去地上部分然后覆 30 cm 左右厚的土,对 24 垄中随机抽取 8 垄进行覆膜做越冬处理,并进行冬灌。

多糖含量测定采用紫外分光光度法;菊苣酸含量测定采用高效液相色谱法。

1.5 数据分析

采用 Excel 2007 软件进行数据处理,得出各指标的数值及平均值。

2 结果与分析

2.1 施氮、覆膜处理对紫锥菊叶片数、株高、最大叶片长和宽的影响

从表 1 可以看出,3 种不同方式的叶片数虽然在 7 月 11 日观察结果中相差不大,但 7 月 24 日表现明显,覆膜比施肥要多出 5 片叶片,而对照叶片数与施肥的相差不大,总的比较叶片数表现为覆膜>对照>施肥。

表 1 施氮、覆膜处理对紫锥菊叶片数、株高、最大叶片长宽的影响

Table 1 Effect of application nitrogen, film mulching on leaf number, plant height, length and width of the max leaf in *Echinacea purpurea*

处理 Treatment	7 月 11 日			7 月 24 日			9 月 5 日		
	施氮	覆膜	对照	施氮	覆膜	对照	施氮	覆膜	对照
	Application nitrogen	Film mulching	CK	Application nitrogen	Film mulching	CK	Application nitrogen	Film mulching	CK
叶片数 Leaf number/片	5±0.80	7±1.14	6±1.34	9±3.74	14±5.52	9±4.03	—	—	—
株高 Plant height/cm	15.79±4.10	15.28±3.80	13.93±3.27	25.41±5.11	27.07±4.42	22.70±4.46	56.13±12.16	68.83±14.27	50.55±11.25
最大叶宽 Width of the max leaf/cm	4.85±0.88	5.22±1.23	4.56±0.83	7.68±1.31	8.62±1.37	7.01±1.35	12.20±1.75	12.40±1.88	11.90±1.48
最大叶长 Length of the max leaf/cm	7.32±1.66	7.63±1.79	6.75±1.42	12.00±2.08	14.10±2.36	11.20±2.22	23.10±3.94	21.80±2.89	21.30±3.27

注:表中数据为 48 株紫锥菊测定结果的平均值。

Note: The data of 48 *Echinacea purpurea* of average.

2.2 施氮、覆膜处理对紫锥菊物候期的影响

由表 2 可以看出,最先进入蕾期的是覆膜处理,其次是对照,施肥处理最晚,可以初步看出氮肥推迟物候期;虽然覆膜蕾期时间与施氮蕾期只差 7 d,但盛花期时间相差 14 d,可见覆膜对花期影响明显。但是,无论哪种处理最后都未观察到果期,2013 年青海西宁地区霜降时间为公历 10 月 23 日,气温骤然下降到 0℃ 以下,而该时间段,紫锥菊正在盛花期,2013 年 10 月 29 日田间观察,有 30% 以上苗已枯萎,植株上部花下垂,茎、叶绿色,但失水青干,霜降使紫锥菊没有完成生活史未正常成熟而干枯。2014 年 3 月观察紫锥菊萌动,结果发现,所有处理未发现紫锥菊安全越冬,这有可能是去年播种及移栽的时间较晚,盛花期前后天气转冷,养分没来得及向根部转移,造成根部储存养分不足,而影响了今年的萌芽;也有可能是紫锥菊在青海露天不能安全越冬,这还需进一步研究。

表 2 施氮、覆膜处理对紫锥菊物候期的影响

Table 2 Effect of application nitrogen, film mulching on phenological phase in *Echinacea purpurea* 月-日

处理 Treatment	物候期 Phenological phase			
	蕾期 Bud stage	初花期 Initial-bloom stage	盛花期 Full-bloom stage	果期 Pod stage
施氮处理 Application nitrogen	08-15	09-05	09-25	—
覆膜处理 Film mulching	08-08	08-30	09-11	—
对照 CK	08-13	09-03	09-22	—

2.3 施氮、覆膜处理对紫锥菊开花率的影响

由表 3 可以看出,随着时间不同处理紫锥菊开花数都是增加的,但覆膜处理相比其它处理提前 13 d 左右,开花率达到 51.30%,可以看出覆膜对紫锥菊促进开花有很大的促进作用;相比覆膜处理,施氮与对照迟于覆膜而同一时间才达到 50% 以上的开花,而且对照处理开花率比施氮多 2%,说明施肥处理对紫锥菊开花有推迟的作用;这应该与施氮处理促进营养生长而抑制生殖生

表 4 施肥、覆膜处理对紫锥菊盛花期生物指标的影响

Table 4 Effect of application nitrogen, film mulching on biological index in full-bloom stage in *Echinacea purpurea*

处理 Treatment	地上部分单株平均质量 Individual plant yield of the ground-part	地下部分单株平均质量 Individual plant yield of the underground-part	花蕾数 Bud number	花蕾平均单朵质量 Individual bud yield	根冠比 R/S	生物产量 Biomass
	/g	/g	/个	/g	/%	/(kg·hm ⁻²)
覆膜 Film mulching	356.06±148.71	38.47±11.24	5.94±4.68	8.94±7.07	15.28±3.37	45 090.83 ^A
施肥 Application nitrogen	173.00±119.92	25.19±10.48	2.25±3.32	3.44±5.08	17.16±6.20	22 651.42 ^B
对照 CK	190.13±91.22	31.09±10.70	1.31±1.25	2.09±2.09	18.28±7.16	25 283.23 ^B

注:表中数据为 16 株紫锥菊测定结果平均值。

Note: The data of 16 *Echinacea purpurea* of average.

2.5 施氮、覆膜处理对紫锥菊中多糖、菊苣酸含量的影响

紫锥菊主要活性物质有菊苣酸,多糖、烷基酰胺类化合物等活性成分;近年来研究表明,其主要活性物质菊苣酸(cichoric acid)具有抗氧化、调节免疫刺激、抑制 HIV 整合酶、促进胰岛素释放,增强免疫功能、抗苗,并

长有关,而覆膜处理有利于紫锥菊根部保持水土和地温,到 10 月 29 日覆膜处理开花率达到 86.96%,对照 75.00%,而施氮比覆膜、对照都低。

表 3 施氮、覆膜处理对紫锥菊开花率的影响

Table 3 Effect of application nitrogen, film mulching on

flowering rate in *Echinacea purpurea* %

时间 Time/(月-日)	处理 Treatment		
	施氮 Application nitrogen	覆膜 Film mulching	对照 CK
09-05	5.22	21.54	7.25
09-07	8.21	26.15	10.14
09-09	8.21	30.00	11.59
09-11	8.96	33.08	15.94
09-14	13.43	39.23	21.01
09-16	16.10	41.22	22.95
09-19	21.17	44.35	29.84
09-20	23.73	46.09	32.26
09-23	29.66	51.30	38.71
09-27	45.76	58.26	41.94
10-05	55.93	70.43	57.26
10-11	61.86	76.52	63.71
10-15	66.10	80.87	67.74
10-20	68.64	84.35	70.16
10-25	71.19	85.22	73.39
10-29	72.03	86.96	75.00

2.4 施氮、覆膜处理对紫锥菊生物产量的影响

由表 4 可以看出,覆膜处理有助于提高紫锥菊的生物产量,地上部分生长旺盛单株平均质量达 356.06 g,平均花蕾数 5.94 个,是施肥处理地上部分单株平均质量与平均花蕾数的 2 倍。覆膜地下部分单株平均质量为 38.47 g,明显高于对照与施肥处理,但覆膜处理的根冠比却最低只有 15.28%,而通常根部的活动与生长所需要的温度比地上部分低些,说明覆膜使地面气温升高,地上部分生长加快,根冠比低于施肥处理。3 种不同方式中覆膜生物产量最高可达 45 090.83 kg·hm⁻²,与对照相比,施肥方式稍差些,只有 22 651.42 kg·hm⁻²,经方差分析,覆膜生物产量与对照和施氮之间达极显著水平。

表 4 施肥、覆膜处理对紫锥菊盛花期生物指标的影响

Table 4 Effect of application nitrogen, film mulching on biological index in full-bloom stage in *Echinacea purpurea*

处理 Treatment	地上部分单株平均质量 Individual plant yield of the ground-part	地下部分单株平均质量 Individual plant yield of the underground-part	花蕾数 Bud number	花蕾平均单朵质量 Individual bud yield	根冠比 R/S	生物产量 Biomass
	/g	/g	/个	/g	/%	/(kg·hm ⁻²)
覆膜 Film mulching	356.06±148.71	38.47±11.24	5.94±4.68	8.94±7.07	15.28±3.37	45 090.83 ^A
施肥 Application nitrogen	173.00±119.92	25.19±10.48	2.25±3.32	3.44±5.08	17.16±6.20	22 651.42 ^B
对照 CK	190.13±91.22	31.09±10.70	1.31±1.25	2.09±2.09	18.28±7.16	25 283.23 ^B

注:表中数据为 16 株紫锥菊测定结果平均值。

Note: The data of 16 *Echinacea purpurea* of average.

具有抑制透明质酸酶,保护胶原蛋白Ⅲ等作用;多糖具有免疫增强作用和降血糖作用。WILLS 等^[20]对澳大利亚零售的 32 个紫锥菊产品进行调查,发现产品中菊苣酸生物量为 0~8.3 mg·g⁻¹;而菊苣酸和多糖是紫锥菊药材在国际市场上评价其质量优劣的指标性成分,产品质量的差异与原料紫锥菊的质量有很大关系。

由表 5 可以看出,施氮和对照处理中多糖含量比覆膜处理多,且施氮处理的地上部分多糖含量最高;覆膜处理的地上部分菊苣酸含量比其它 2 组多 $7 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 左右,覆膜对地上部分菊苣酸含量的积累有一定的作用;与购置样比较,覆膜处理地上部分中菊苣酸含量比购置样多 $3.98 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 。北京地区引种的紫锥菊盛花期地上部分菊苣酸含量为 $10.1 \sim 11.1 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,根及根茎含量为 $7.69 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ^[21],西宁种植的和北京引种的相比较

活性物质菊苣酸含量覆膜比其高 $7 \sim 8 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,施氮和对照菊苣酸含量与其基本一致,根部含量低于北京引种的含量,与原产地 ($6.71 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$) 含量相比^[21],西宁地区地上部分菊苣酸含量是其 2.8 倍。对照根部含量和其它 2 种处理相比很大,其数值有待于进一步确认,从多糖和菊苣酸含量看,所有处理地上部分含量都大于地下部分,说明在采集样品的盛花期活性物质还未向根部转移。

表 5 施氮、覆膜处理对紫锥菊中多糖、菊苣酸含量的影响

Table 5 Effect of application nitrogen, film mulching on polysaccharide, cichoric acid content in *Echinacea purpurea*

处理 Treatment	多糖含量 Polysaccharide content/%		菊苣酸含量 Cichoric acid content/($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)	
	地上部分 Ground-part	地下部分 Underground-part	地上部分 Ground-part	地下部分 Underground-part
施氮 Application nitrogen	3.13	1.28	11.22	1.90
覆膜 Film mulching	1.25	1.05	18.59	1.83
对照 CK	2.15	1.21	10.05	13.32
全草(购置样) All grass	2.06		14.61	

3 结论

该研究结果表明,3 个处理中最先进入蕾期是覆膜处理,其次是对照,施肥处理最晚,虽然覆膜方式蕾期时间与施肥方式蕾期只差 7 d,但盛花期时间相差 14 d,可见覆膜对花期影响明显。但是,无论哪种处理最后都未观察到果期。

覆膜处理地上部分单株平均质量为 356.06 g ,地下部分单株平均质量 38.47 g ,经方差分析覆膜处理生物产量与对照和施氮相比达极显著水平,对照和施氮之间没有差异。

覆膜处理地上部分菊苣酸含量最高为 $18.59 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,施氮和对照分别为 $11.22 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 和 $10.05 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,3 个处理菊苣酸含量都比原产地 $6.71 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 高。

参考文献

- [1] 吴华. 紫锥菊提取物对奶牛外周血单核细胞增殖的影响[J]. 安徽农业科学, 2010(11): 5660-5661.
- [2] 郝智慧, 陈杖榴, 邱梅, 等. 不同紫锥菊提取物对肉仔鸡免疫功能影响[J]. 中国兽医杂志, 2008, 44(9): 48-49.
- [3] 杨芬芳, 郝智慧, 丁兆明. 紫锥菊口服液质量评价[J]. 中国实验方剂学杂志, 2013, 19(20): 65-67.
- [4] 李旭, 陈阳, 章玲玲, 等. 紫锥菊主要功能及其在鸡疾病防治上的研究进展[J]. 中国饲料, 2011(23): 10-12.
- [5] 吴华. 紫锥菊提取物 polinacea TM 对乳牛外周血单核细胞免疫功能的影响[J]. 中国兽医科学, 2010(5): 532-398.
- [6] 吴华, 方和沐. 免疫增强剂: 紫锥菊的研究进展[J]. 青海畜牧兽医杂志, 2010(3): 16-18.
- [7] 肖培根. 国际流行的免疫调节剂-紫锥菊及其制剂[J]. 中草药, 1996, 27(1): 46-48.

- [8] 王树琴, 世宁, 胡焯丹, 等. 紫锥菊对肉鸡体液免疫及细胞免疫的影响[J]. 中兽医医药杂志, 2010(2): 7-11.
- [9] HUA W, ALESSANDRO N, NICOLA L. Effects of a standardized purified dry extract from *Echinacea angustifolia* on proliferation and interferon gamma secretion of peripheral blood mononuclear cells in dairy heifers[J]. Research in Veterinary Science, 2009(3): 396-398.
- [10] WILLS R B H, STUART D L. Levels of active constituents in manufactured *Echinacea products*[J]. Chem Aust, 1998, 67(8): 17-19.
- [11] WILLS R B H, STUART D L. Alkylamide and cichoric acid levels in *Echinacea purpurea* grows in Australia[J]. Food Chem, 1999, 67: 385-388.
- [12] SOICKE H, AL-HASSAN G, GORLER K. Weitere Kaffees aure Derivate aus *Echinacea purpurea* [J]. Plants Med, 1988, 54: 175.
- [13] HOBBS C. Echinacea: The Immune Herb[M]. California: Botanica Press, 1995.
- [14] EL-GENGAIHI S E, SHALABY A S, AGINA F A, et al. Alkylamides of *Echinacea purpurea* L. as influence by plant ontogeny and fertilization[J]. J Herbs Med Plants, 1998, 5(4): 35-41.
- [15] 张雷, 邹任贤, 邓韵, 等. 紫锥菊有效部位提取工艺的研究[J]. 中成药, 2008, 30(4): 603-605.
- [16] 罗炼辉, 曾建国, 谈满良. 紫锥菊的成分及研究进展[J]. 湖南中医药大学学报, 2007, 8(27): 382-383.
- [17] 陈荣, 吴鸿. 微肥对紫锥菊产量及种子生产的影响[J]. 中草药, 2007, 38(9): 1400-1403.
- [18] 陈荣, 杨跃生, 吴鸿. 不同采收期紫锥菊产量及菊苣酸动态变化研究[J]. 中草药, 2012, 43(6): 1186-1189.
- [19] 陈荣, 年海, 吴鸿. 氮磷钾配施对紫锥菊产量和质量的影响[J]. 中草药, 2007, 38(6): 917-921.
- [20] WILLS R B H, STUART D L. Levels of active constituents in manufactured *Echinacea products*[J]. Chem Aust, 1998, 67(8): 17-19.
- [21] 窦德明, 崔树玉, 曹永智, 等. 引种紫锥菊有效成分菊苣酸含量研究[J]. 中草药, 2001, 32(11): 987-988.

Effect of Treatment of Application Nitrogen and Covering Plastic Film on Phenological Phase and Active Material in *Echinacea purpurea*

WANG Yanping, WU Hua, LI Hongbing, CHEN Xinmei

(College of Agriculture and Animal Husbandry, Qinghai University, Xining, Qinghai 810016)

DOI:10.11937/bfyy.201610023

罗布泊钾盐矿区绿化施工与管护技术

王世杰, 孙永强, 李从娟, 范敬龙, 张恒, 李步军

(中国科学院 新疆生态与地理研究所, 国家荒漠-绿洲生态建设工程技术研究中心, 新疆 乌鲁木齐 830011)

摘 要:罗布泊钾盐矿区绿化工程项目区位于素有“绿化禁区”之称的罗布泊腹地, 该工程克服了极端干旱、高温、多风大风、盐土和盐尘等诸多不利环境因素, 采用了适宜的盐土改良措施和管护技术, 让“死亡之海”出现了人工绿色, 同时改善了矿区的办公环境, 为极端环境下的绿化工程提供了成功案例。

关键词:罗布泊; 绿化施工; 管护; 极端干旱; 高温; 盐土

中图分类号:S 156 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2016)10-0092-03

罗布泊地区属于极端干旱荒漠区, 是全球最干旱的地区, 被称为地球的“旱极”。特别是干涸的湖盆区, 无地表水, 地下水位很高, 且为咸水。降水量仅 10~20 mm, 蒸发量在 3 000 mm 以上, 干燥度可达 30~60, 相对湿度在夏季几乎为零, 植物难以生存。据统计, 罗布泊地区现有植物种类约占新疆维管束植物的 1%、全国的 0.13%, 是国内植物种类最少的地区之一。多年以来, 其恶劣的水土条件被视为“绿化禁区”^[1-3]。地处罗布泊腹地的国投新疆罗布泊钾盐有限责任公司(以下简称“罗钾”), 是我国最大的硫酸钾生产企业, 有上千名员工生活在干旱荒芜的环境中。罗钾矿区绿化工程位于食堂

与办公楼之间的区域, 绿化面积约 1 500 m², 该工程不仅对改善矿区荒漠生态景观、小气候和生活环境有非常重要的现实意义, 而且可为极端环境绿化工程提供示范样板。

1 自然环境特殊性

项目区气候极端干旱, 降水极少而蒸发强烈, 月降水量不足 1 mm 的月份占 73%, 大于 20 mm 的月数仅占 3%, 年均降水量 29 mm, 年均蒸发量 4 820.5 mm, 蒸降比约为 166。全年盛行东北风, 3—5 月为多风季节, 6—8 月为大风季节, 风力为 8~10 级, 年平均风速大于 5 m·s⁻¹, 8 级大风日大于 60 d, 最大风速 17~25 m·s⁻¹, 瞬时最大风速超过 40 m·s⁻¹^[4], 植物极难生存。春秋季短, 夏季较长。年平均气温 10.6℃, 7 月平均气温 26.7℃^[5-6], 夏季最高气温 3—8 月的多风、大风气候不仅不利于草本的播种及出苗, 而且也会使植株蒸腾加剧, 体内水分平衡失调, 枯萎死亡。项目区原状土为盐土, 盐壳厚度达 60 cm, 剥离盐壳后, 其下土壤含盐量依然在 30% 左右, 土壤养分为极贫, 质地坚硬^[7]。由于项目区盐壳分布广泛, 风力较大, 则高盐降尘多发。极端干旱、高温、多风大风、盐土和盐尘等诸多不利因素为矿区的绿化造成了极大挑战。

第一作者简介:王世杰(1985-), 男, 河南项城人, 硕士, 工程师, 现主要从事风沙地貌和荒漠化防治等研究工作。E-mail: wangshijie163@163.com

责任作者:孙永强(1968-), 男, 博士, 副研究员, 现主要从事生态学等研究工作。E-mail: cxinyuan7231@sian.com

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31300449); 新疆维吾尔自治区科技支撑资助项目(201433101); 中科院西部博士专项资助项目(XBBS201205); 新疆维吾尔自治区重大科技专项资助项目(201130106-3)。

收稿日期:2016-02-14

Abstract: Through analysis of the field trial, observation of phenological phase, determination of biomass and active material of *Echinacea purpurea* were studied in different treatment. The results showed that the treatment of covering film mulching was the first to enter the bud stage, followed control, application nitrogen was last, full-bloom stage of covering plastic film was 14 days in advance compared with application nitrogen. Compared with the control and application nitrogen treatment, individual plant yield of the ground-part of film mulching was significantly increased ($P < 0.01$), control and application nitrogen treatment was not significantly ($P > 0.05$); compared with the control, cichoric acid content of the ground-part by film mulching and application nitrogen were increased 84.98% and 11.64% respectively. It was considered that the film mulching treatment was optimal for biomass and active material of *Echinacea purpurea*.

Keywords: *Echinacea purpurea*; phenological phase; cichoric acid; flowering rate