文章编号:1000-7601(2017)06-0065-08 doi:10.7606/j.issn.1000-7601.2017.06.10

自然降水条件下林地套种茶菊高产栽培技术研究

张 婕,任 磊,尚嘉琪,胡小燕,黄如鑫,郝晓冬,贺思腾,吕晋慧
(山西农业大学林学院, 山西 太谷 030801)

摘 要: 以茶菊品种'乳荷'为材料,在自然降水条件下,就移栽方式、栽植密度、摘心次数和施肥处理等栽培技术对林地套种茶菊栽培模式下'乳荷'的生长发育及开花等的影响进行了研究。结果表明:'裸根移栽+生根粉+塑料薄膜覆盖'处理移栽成活率最高,比裸根移栽提高了 2.42%;覆膜条件下,40 cm×40 cm 株行距处理,'乳荷'植株株高、冠幅、每平方米花产量显著高于其它处理,其中产花量分别比 30 cm×30 cm、40 cm×40 cm 株行距处理高出 45 g·m^{-2}、58.33 g·m^{-2},比不覆膜下 40 cm×40 cm 株行距处理高出 236.67 g·m^{-2};摘心 1 次处理,'乳荷'冠幅、单株花朵数和每平方米花产量显著高于其它处理,其中每平方米花产量分别比摘心 2 次和对照增加 40 g 和 20 g;单施肥试验表明,N1 处理下(幼苗期和生殖生长期分别施用 50% 的氮),促进'乳荷'生长,表现在分枝数、花径、重瓣性、冠幅、植株总生物量显著高于其它处理,N1、N2 处理下(幼苗期、快速生长期、生殖生长期分别施用 40%、30%、30% 的氮)'乳荷'单朵花鲜重、单株花朵数和每平米花产量显著高于其它处理,每平米花产量分别达 125.00 g·m^{-2} 和 126.66 g·m^{-2}。综上,山西林地套种茶菊适宜栽培技术为:裸根移栽结合生根粉处理和塑料薄膜覆盖技术,定植株行距为 40 cm×40 cm,摘心 1 次,并采用 N1 或 N2 施肥处理可获得较高生产量。

关键词: 茶菊;林地;套种;施肥;摘心;覆膜技术;干物质量;每平方米产量

中图分类号: S344.3;S682.1^{+}1 **文献标志码:** A

Cultivation technology for high yield of tea/chrysanthemum interplanting in woodland under rainfed condition

ZHANG Jie, REN Lei, SHANG Jia-qi, HU Xiao-yan, HUANG Ru-xin, HAO Xiao-dong, HE Si-teng, LV Jin-hui
(*Department of Foresty, Shanxi Agricultural University, Taigu Shanxi* 030801, *China*)

Abstract: Under natural rainfed condition, factors affecting the growth, development, flowering and the productivity of 'Ruhe' (a tea chrysanthemum cultivar) were studied regarding cultivation techniques like transplanting method, planting density, the number of pinching and fertilization management. When planting seedlings 'Ruhe' with naked root were treated with the rooting powder, and covered with plastic film, a 2.42% increase was obtained compared to direct planting seedlings with naked root. Planting at row spacing 40 cm × 40 cm with film covering showed higher plant height, canopy and flower yield per square meter than that of other treatments, with flower yields being 45 g·m^{-2}, 58.33 g·m^{-2} higher than 30 cm × 30 cm, 40 cm × 40 cm row spacing and 236.67 g·m^{-2} higher than the 40 cm × 40 cm row spacing. Flower per square meter for pinch once was 40 g and 20 g higher than pinch twice and control, respectively. Results of single fertilization experiment demonstrated N1 treatment promotes plant growth and performs better in number of branches, flower diameter, double layer flower, canopy breadth, plant total biomass than other treatments, with flower fresh weight, number and per square meter per plant flowers flower production being significantly higher for N1 and N2 treatments. In conclusion, the best practice for Shanxi forest land interplanting cultivation techniques of chrysanthemum tea is using naked-root transplanting with plastic film covering technology, setting the plant row spacing of 40 cm × 40 cm, pinching once, and using the N1 and N2 fertilization treatment.

Keywords: tea chrysanthemum; woodland; interplanting; fertilization; pinch; covering film technology; dry biomass; flower yield per square metre

收稿日期: 2016-07-20 **修回日期:** 2017-10-27

基金项目: 国家"十二五"科技支撑计划课题(2013BAD01B07);山西省攻关项目(20120311015-2);2014 年山西省高等学校大学生创新创业训练项目(2014089)

作者简介: 张 婕(1993—),女,山西汾阳人,主要从事经济植物高产栽培研究。E-mail:501339558@qq.com。

通信作者: 吕晋慧(1972—),女,山西祁县人,教授,硕士生导师,主要从事园林植物遗传育种与生物技术研究。E-mail: 335493446@qq.com。

茶菊是菊花(*Chrysanthemum morifolium*)中一类以茶用为主的品种,味甘芳香,含有多种对人体有益的成分[1-2],具有较高的观赏和经济价值[3]。目前,大部分的茶菊种植于农耕地,在当前农耕地不断减少和巨大的粮食安全压力下,茶菊与农作物的争地矛盾日渐突显,减少茶菊生产对农耕地的依赖性具有重要意义[3]。林地套种茶菊,可充分利用林地资源,解决林、农争地矛盾,提高土地利用率和产出率。同时,林地污染少、昼夜温差大、茶菊与林木的共生病虫害少,是发展高品质茶菊的优良场所[4]。国外相关研究始于20世纪80年代,主要进行农林复合经营系统的理论基础、系统分类、诊断和设计,以及农林复合经营系统数据库的建立等研究[5-8]。20世纪90年代,对于农林复合经营系统的研究由定性转向定量的、有组织的大规模定位实验研究[9]。如Monteith J L等[10-11]认为树木套种作物后,树木与作物产生竞争,且地下比地上竞争激烈。Carlos[12]认为套种后土壤总氮、有机碳与对照相比无明显差异。Odhiambo等[13]则认为南洋樱、银桦套种玉米后玉米产量下降。Gottwald T R等[14]和Katsuya Ichinose等[15]认为柑橘林套种番石榴可在一定程度上抑制柑橘黄龙病。有关林地套种茶菊的复合经营鲜见报道。国内相关研究认为毛竹林[4]、桑林[16]、梨园[17]等林地套种茶菊均取得较好的效果[18],其中张瑞琪[4]认为毛竹套种贡菊使竹林提前5年以上成林,王清斌等[19]也认为套种菊花促进杨树生长,有效利用了林地,杨尊峰[18]认为林下套种杭白菊减轻了早霜对杭白菊的危害。以上林地套种茶菊相关研究均在自然降水充足或灌溉条件良好的林地进行。山西林地光照充足、昼夜温差大,但土壤瘠薄、立地条件差、干旱少雨,大部分无灌溉条件,主要依靠自然降水。那么在自然降水条件下如何使茶菊获得高产是亟待解决的问题。同时,以往研究报道多以南方品种杭白菊和贡菊为主要研究对象[4,16-20],林地套种北方茶菊品种如'乳荷'、'玉胎二号'等未见相关报道。因此,本文在山西原平市林海绿原生态园进行林地套种茶菊试验,研究自然降水条件下林地套种茶菊高产栽培技术,以期为自然降水条件下林地套种茶菊提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于2014年在山西原平市林海绿原生态园进行,该地位于山西省原平市闫庄镇麻港村,西临云中山,依山傍水,地形东西高、中部低平,呈盆地状,属温带大陆性气候,四季分明,年均降水量500 mm,年均蒸发量1 848.5 mm,年均气温8.4℃,极端最高气温40.4℃,极端最低气温-27.2℃,有效积温2 887℃,无霜期150 d左右,年日照时数2 764.21 h,日照率为63%。园内主要种植油松、白皮松。土壤为沙壤土。林地以附近河水灌溉为主,因此易受降水量等气候条件影响。

2014年该区降水量为252.5 mm,较平均年降水量少约250 mm,降水分布不均匀,茶菊生育前期(5—7月)降水较少,降水量约27 mm;降水多集中在茶菊生育中后期(7—9月),降水量为211.6 mm,约占总降水量的83%。其它气象条件同往年。

1.2 试验材料

以茶菊品种'乳荷'为试验材料,引自北京林业大学。

1.3 试验设计

于2013年进行预试验后,根据光照条件、水分条件等筛选白皮松林地为林地套种茶菊高产栽培模式试验地。其中,白皮松株高1.23 m,冠幅1.22 m,株行距2 m。试验区紧邻河流,地下水充足。2014年4月下旬,施入腐熟牛粪3×10^4 kg·hm^{-2},撒施后深翻地30~40 cm,耙细整平。距树干0.5 m起垄做畦、设置样方。

1.3.1 不同移栽方式对'乳荷'移栽成活率的影响

选生长均匀一致的扦插苗移栽,株行距为40 cm×40 cm,栽后及时摘心、浇水。移栽方式共设5个处理,分别为:裸根移栽、带土团移栽、裸根移栽+生根粉处理、裸根移栽+塑料薄膜覆盖和裸根移栽+生根粉处理+塑料薄膜覆盖。每处理3次重复。一个月后统计移栽成活率。

1.3.2 不同株行距和覆膜处理对'乳荷'生长和开花的影响

选生长均匀一致的扦插苗裸根移栽,栽后及时摘心、浇水。试验采用双因素完全随机区组设计,设覆膜和株行距两个因素。覆膜分为不覆膜和覆盖黑色薄膜2种处理;株行距设3个处理,分别为30 cm×30 cm、40 cm×40 cm和50 cm×50 cm,每处理3次重复。定植后20 d摘心1次。盛花期在各处理小区选择有代表性的植株20株,测定株高、冠幅、叶面积、花径、每朵花鲜重、单株花朵数和每平方米花产量。

1.3.3 不同摘心次数对'乳荷'生长和开花的影响

选生长均匀一致的扦插苗裸根移栽,株行距为40 cm×40 cm。摘心设2个处理:摘心1次,摘心2次,以不摘心为对照,每处理重复3次。第1次摘心为定植后20 d,间隔20 d进行第二次摘心。记录现蕾

期、始花期、盛花期、末花期,并计算群体花期。在盛花期于各处理小区随机抽取 20 株测量株高、冠幅、花径、单朵花鲜重、单株花朵数、分枝数和每平方米花产量。

1.3.4　不同施肥处理对'乳荷'生长和开花的影响　选生长一致的扦插苗裸根移栽,株行距为 40 cm × 40 cm,植株于定植后 20 d 摘心 1 次。不同施肥处理见表 1,'乳荷'整个生长期施肥量为 N 素 120 kg·hm^{-2}、P_2O_5 90 kg·hm^{-2}、K_2O 105 kg·hm^{-2},所用氮肥为尿素,磷肥为重过磷酸钙,钾肥为氯化钾。施肥深度为 10 ~ 20 cm,每处理重复 3 次。施肥结合自然降雨进行。每处理随机选取 20 株标记,分别于苗期、孕蕾期、开花期测定株高、冠幅、叶面积;盛花期测定植株的分枝数、花径、花重瓣性、单朵花花鲜重、单株花朵数、每平方米花产量;采收期测定植株生物量,测地上部分和地下部分的干重。

表 1　'乳荷'不同生长阶段施肥组合

Table 1　Fertilization combination during various growth stages of 'Ruhe'

生长时期 Growth stage	N 肥 Nitrogenous fertilizer				P 肥 Phosphate fertilizer				K 肥 Potassium fertilizer			
	N1	N2	N3	N4	P1	P2	P3	P4	K1	K2	K3	K4
幼苗期 Seeding stage	50%	40%	40%	40%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
快速生长期 Vegetative growth stage	0%	30%	20%	40%	0%	25%	15%	35%	0%	25%	15%	35%
生殖生长期 Reproductive growth stage	50%	30%	40%	20%	50%	25%	35%	15%	50%	25%	35%	15%

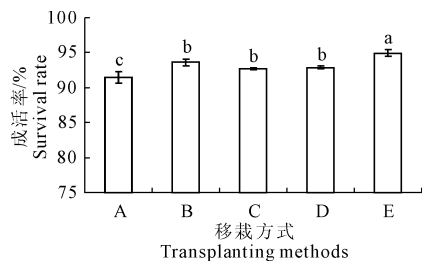
1.4　数据统计与分析

试验数据采用 Excel 2003 和 SPSS 13.0 等分析软件进行统计分析。

2　结果与分析

2.1　不同移栽方式对'乳荷'移栽成活率的影响

试验结果表明,不同移栽方式显著影响'乳荷'成活率(图 1)。其中,裸根移栽 + 生根粉处理 + 塑料薄膜覆盖处理移栽成活率显著高于其它处理,比裸根移栽提高了 2.42%。带土团移栽,裸根移栽 + 塑料薄膜覆盖和裸根移栽 + 生根粉处理,三个处理间差异不显著,但显著高于裸根移栽。覆盖塑料薄膜、生根粉处理和带土团移栽,在一定程度上促进地上地下水分平衡。水分是影响'乳荷'移栽成活率的关键因素。



注:A,裸根移栽;B,带土团移栽;C,裸根移栽 + 生根粉处理;D,裸根移栽 + 塑料薄膜覆盖;E,裸根移栽 + 生根粉处理 + 塑料薄膜覆盖

Note: A, Bare root; B, Earth ball; C, Bare root + rooting powder; D, Bare root + plastic film mulching; E, Bare root + rooting powder + plastic film mulching

图 1　不同移栽方式对'乳荷'成活率的影响

Fig.1　Effects of different transplanting methods on survival rate of 'Ruhe'

2.2　不同株行距和覆膜处理对'乳荷'生长和开花的影响

由表 2 可知,不覆膜条件下各株行距处理的'乳荷'株高、冠幅、叶面积差异不显著;覆膜条件下'乳荷'株高、冠幅、叶面积显著高于不覆膜处理。覆膜条件下,40 cm × 40 cm 株行距处理的株高、冠幅显著高于其它处理,株高分别比 30 cm × 30 cm、50 cm × 50 cm 株行距处理高 2.5 cm、3.11 cm,比不覆膜 40 cm × 40 cm 株行距处理高 8.82 cm,冠幅分别高 8.14 cm、2.24 cm 和 14.89 cm。覆膜条件下不同处理间叶面积无显著差异。

不同株行距和覆膜处理显著影响'乳荷'开花(表 3)。覆膜处理下'乳荷'花径、单株花朵数、单朵花鲜重和每平方米花产量显著高于不覆膜处理。其中,覆膜处理下,单株花朵数、单朵花鲜重在 40 cm × 40 cm 与 50 cm × 50 cm 株行距间差异不显著,但显著高于 30 cm × 30 cm 株行距处理。40 cm × 40 cm 株行距'乳荷'每平方米花产量显著高于其它处理,分别比 30 cm × 30 cm、40 cm × 40 cm 株行距处理高出 45、58.33 g·m^{-2},比不覆膜下 40 cm × 40 cm 株行距处理高出 236.67 g·m^{-2};不覆膜条件下,单株花朵数、单朵花鲜重在 40 cm × 40 cm 和 50 cm × 50 cm 株行距下显著高于 30 cm × 30 cm 株行距下,但每平方米花产量处理间差异不显著。

表2 不同株行距和覆膜处理对'乳荷'生长的影响

Table 2 Effect of planting density and plastic film mulching on the growth of 'Ruhe'

覆膜处理 Treatment	不同株行距/cm Different spacing	株高/cm Plant height	冠幅/cm Grown	叶面积/cm^2 Leaf area
不覆膜 Not covered	30×30	25.15±0.63c	22.07±0.74c	8.98±1.14bc
	40×40	27.35±1.20c	24.81±1.14c	7.76±0.14c
	50×50	26.92±1.16c	24.08±2.00c	7.10±1.38c
覆膜 Covering film	30×30	33.67±0.39b	31.56±0.26b	10.38±0.73ab
	40×40	36.17±1.30a	39.70±1.91a	10.66±1.08ab
	50×50	33.06±0.79b	37.46±0.96a	11.50±0.42a

注:表中数据为平均值± 标准误,同一列数值后不同字母表示处理间差异显著($P<0.05$),下同。

Note: The data in the table were average ± SE. Data within a column followed by different letters indicated significantly different at 0.05 levels. The same below.

表3 不同株行距和覆膜处理对'乳荷'开花的影响

Table 3 Effect of planting density and plastic film mulching on flowering of 'Ruhe'

覆膜处理 Treatment	不同株行距 Different spacing/cm	花径 Flower diameter/cm	单株花朵数 Number of flowers per plant	单朵花鲜重 Single flower fresh weight/g	每平方米花产量 Flower production/($g\cdot m^{-2}$)
不覆膜 Not covered	30×30	4.98±0.12b	22.00±1.83d	1.63±0.00d	75.00±5.03c
	40×40	5.07±0.05b	34.23±3.56c	1.86±0.01c	93.33±8.33c
	50×50	5.00±0.11b	34.20±5.16c	1.80±0.05c	73.33±8.33c
覆膜 Covering film	30×30	5.36±0.02a	63.40±3.67b	2.15±0.03b	285.00±1.66b
	40×40	5.51±0.03a	102.03±0.93a	2.21±0.06ab	330.00±5.03a
	50×50	5.53±0.04a	99.21±3.05a	2.28±0.07a	271.67±6.67b

2.3 不同摘心次数对'乳荷'生长和开花的影响

摘心处理下,'乳荷'株高、花径、单朵花鲜重降低,分枝数、植株冠幅、单株花朵数和每平方米花产量增加(表4)。其中,摘心1次处理时,'乳荷'单株花朵数、每平方米花产量显著高于其它处理,其中单株花朵数分别比摘心2次和对照增加9.2朵和12.01朵,每平方米花产量分别比摘心2次和对照增加40 g和20 g。摘心2次处理虽然增加了分枝数,但由于花径和单朵花鲜重降低,每平方米花产量显著少于对照。综上,'乳荷'适宜的摘心次数为1次。

摘心处理推迟了'乳荷'现蕾期、始花期、盛花期和末花期(表5)。摘心1次、2次,'乳荷'现蕾期分别比对照推迟3 d和7 d,盛花期分别比对照推迟3 d和10 d;不同摘心次数对'乳荷'群体花期影响较小。

2.4 不同施肥处理对'乳荷'生长和开花的影响

在整个生长发育阶段,'乳荷'对养分的需求不同,施用能够提供整个生长期内植株生长并与'乳荷'需肥规律相吻合的肥料是其丰产的关键措施。

表4 不同摘心次数对'乳荷'生长和开花的影响

Table 4 Effect of topping times on the growth and flowering of 'Ruhe'

指标 Index	对照 Control	摘心1次 Topping 1 times	摘心2次 Topping 2 times
株高 Plant height/cm	34.51±0.25a	31.33±0.00b	23.74±1.22c
冠幅 Plant grown/cm	27.59±0.01ab	29.30±1.13a	26.92±0.02b
单株花朵数 Number of flowers per plant	50.62±3.07b	62.63±1.30a	53.43±0.32b
分枝数 The number of branches	4.40±0.14c	10.72±0.39b	23.78±0.30a
花径 Flower diameter/cm	5.44±0.01a	5.24±0.06b	5.16±0.03b
单朵花鲜重 Single flower fresh weight/g	2.34±0.00a	2.10±0.00a	1.95±0.10b
每平方米花产量 Flower production/($g\cdot m^{-2}$)	173.33±4.06b	193.33±3.33a	153.33±2.33c

表 5　不同摘心次数对'乳荷'花期的影响

Table 5　Effect of topping times on florescence of 'Ruhe'

指标 Index	对照 Control	摘心 1 次 Topping 1 times	摘心 2 次 Topping 2 times
现蕾期 Squaring stage	07 – 20	07 – 23	07 – 27
始花期 Early flowering stage	08 – 28	08 – 30	09 – 05
盛花期 Flowering stage	09 – 04	09 – 07	09 – 14
末花期 Late flowering stage	09 – 19	09 – 23	09 – 28
群体花期 Groups flowering/d	22	24	23

2.4.1　不同施肥处理对'乳荷'生长的影响　氮肥对'乳荷'生长有明显促进作用,并随着生长发育,其促进作用日益明显。单施氮肥处理下,'乳荷'株高和冠幅高于单施磷肥和钾肥。由表 6 可知,N1、N2 处理下株高显著高于其它处理,N1 处理下冠幅显著高于其它处理,株高、冠幅最高分别为 36.50 cm、29.62 cm。N3 处理下植株株高、冠幅显著低于其它施氮处理;单施磷肥处理下,'乳荷'株高和冠幅偏小,植株在各生长期株高、冠幅于各处理间无显著差异,施用磷肥对'乳荷'生长影响不大;单施钾肥处理中,'乳荷'株高、冠幅在苗期差异不显著,孕蕾期、开花期生长差异逐渐增大。开花期,K4 处理下冠幅、株高显著高于其它施钾处理,K3 处理下冠幅显著小于 K1、K2 处理。K1、K2、K3 施肥处理下,'乳荷'株高无显著差异(表 6)。

2.4.2　不同施肥处理对'乳荷'干物质量的影响　由表 7 可知,不同施肥处理中,地下部分干物质总量依次为 N4 > N1 > N2 > K1 > N3 > K4 > K2 > P1 > K3 > P3 > P2 > P4,N4、N1、N2、K1 处理显著高于其它处理;地上部分干物质总量为 N1 > K4 > N2 > N4 > K2 > N3 > K1 > P4 > P2 > P1 > K3 > P3,N1 和 K4 处理显著高于其它处理;干物质总量依次为 N1 > N4 > N2 > K4 > K1 > K2 > N3 > P1 > P4 > K3 > P2 > P3,N1 处理显著高于其它处理,其次是 N1、N4 和 N2 处理。氮肥是'乳荷'干物质积累的首要因子。其中,单施氮肥中,N1 处理的'乳荷'干物质总量显著高于其它施氮处理,N3 处理下干物质总量显著低于其它施氮处理,N2 和 N4 处理之间无显著差异;单施磷肥处理中,不同处理下地上、地下干物质积累量和总干物质量总体偏低,其中 P1 处理总干物质量高于其它施磷处理,P1、P4 处理分别显著促进地下和地上部分干物质积累;单施钾肥中,K1、K2、K4 地上部分干物质量和总干物质量显著高于 K3 处理,K1 和 K4 分别促进地下和地上干物质积累。

2.4.3　不同施肥处理对'乳荷'开花的影响　施肥显著影响'乳荷'开花质量和产量(表 8)。其中 N1 处理下分枝数、花径和花重瓣性显著高于其它处理,单株花朵数由高到低依次为 N2 > N1 > K4 > N4 > K2 > K1 > P1 > P3 > P2 > N3 > K3 > P4,单朵花鲜重依次为 N1 > N2 > N4 > K1 > K4 > P1 > K2 > P3 > P2 > P4 > N3 > K3,每平方米产花量依次为 N2 > N1 > N4(K4) > K2 > K1 > P1 > P3 > N3(P2) > K3 > P4,N2、N1 处理下,株高、单朵花鲜重、每平方米产花量显著高于其它处理,每平方米花量分别达 126.66 $g \cdot m^{-2}$ 和 125.00 $g \cdot m^{-2}$。由表8可知,单施氮肥处理的植株

表 6　不同施肥处理对'乳荷'生长的影响

Table 6　Effect of fertilization treatments on the growth of 'Ruhe'

施肥处理 Treatment	株高 Plant height/cm			冠幅 Grown/cm		
	苗期 Seedling stage	孕蕾期 Bud stage	开花期 Blossom stage	苗期 Seedling stage	孕蕾期 Bud stage	开花期 Blossom stage
N1	12.15 ± 0.77a	28.67 ± 0.31a	36.50 ± 0.42a	11.81 ± 0.47a	22.48 ± 0.68a	29.62 ± 1.59a
N2	11.22 ± 0.03ab	25.00 ± 1.06bc	35.95 ± 0.49a	11.35 ± 0.18abc	22.16 ± 0.18a	26.21 ± 0.97b
N3	9.82 ± 0.45bcd	23.21 ± 0.93def	31.27 ± 1.33cd	10.03 ± 0.79def	18.07 ± 1.13d	22.31 ± 1.38cde
N4	10.45 ± 0.91bc	25.82 ± 0.95b	33.90 ± 1.68b	11.66 ± 1.11ab	21.45 ± 0.28a	26.68 ± 0.04b
P1	9.90 ± 0.28bcd	21.40 ± 0.28g	29.35 ± 0.21de	9.45 ± 0.10ef	18.43 ± 0.16d	22.16 ± 1.04cde
P2	8.60 ± 0.42d	22.32 ± 0.60efg	27.60 ± 0.56e	10.00 ± 0.10def	18.25 ± 0.88d	21.91 ± 0.26de
P3	9.06 ± 0.02cd	21.62 ± 0.88fg	29.35 ± 0.21de	9.08 ± 0.53f	19.90 ± 0.59bc	22.53 ± 0.54cde
P4	9.10 ± 1.06cd	22.65 ± 0.91defg	30.05 ± 1.48d	9.39 ± 0.08ef	18.22 ± 0.24d	21.51 ± 0.01e
K1	9.26 ± 0.61cd	23.52 ± 0.31cde	30.82 ± 0.10cd	10.44 ± 0.59bcde	19.87 ± 0.88bc	23.96 ± 0.40cd
K2	9.23 ± 0.08cd	24.10 ± 0.84cd	30.45 ± 0.07d	10.03 ± 0.32def	19.93 ± 0.72bc	24.18 ± 0.12c
K3	9.75 ± 0.77cd	23.02 ± 0.10defg	29.70 ± 0.70d	10.33 ± 0.19def	18.87 ± 0.24cd	21.27 ± 1.09e
K4	10.45 ± 0.14bc	25.77 ± 0.24b	32.50 ± 0.14bc	10.93 ± 0.43abcd	21.28 ± 0.01ab	26.11 ± 0.96b

开花质量及产量较高,单施钾肥次之,单施磷肥产量较低。说明氮肥是影响'乳荷'生长和开花的关键因素,钾肥也有一定的影响,磷肥影响甚微。单施氮肥处理中,N1、N2 和 N4 处理的'乳荷'单朵花鲜重、单株花朵数、每平方米花产量差异不显著,但显著高于 N3 处理。单施磷肥处理中,各处理的分枝数、花重瓣性、单朵花鲜重、单株花朵数和每平方米花产量差异不显著。单施钾肥处理下,K1、K2 和 K4 处理间单株花朵数和每平方米花产量差异不显著,但显著高于 K3 处理。

3 讨 论

3.1 不同移栽方式对'乳荷'成活率的影响

不同移栽方式对'乳荷'成活率影响研究表明,水分是影响'乳荷'移栽成活率的关键因素。林区风大,干燥,土层薄,且土壤水分保持差,覆盖地膜可增温保湿,提高土壤含水量,从而提高移栽成活率。扦插苗在起苗、运输和储藏等过程中根系损伤严重,尤其是有主要吸水功能的根尖损伤严重,导致根系吸水少,成活率低。生根粉处理后促进不定根原基萌发,进而促进根的分裂,降低因移栽等栽培措施引起的根系损伤,促进不定根再生[21],进而提高根系吸水能力,促进地上地下水分平衡,提高移栽成活率。杨尊峰等[18]研究也认为定植前采用 ABT 生根粉 3 号对菊苗进行喷根处理,可有效提高成活率。带土团移栽成活率高,但带土团移栽生产成本、运输成本高。林区大规模作业时,带土团移栽也给实际生产带来不便,因此,林地移栽'乳荷'以生根粉处理并覆盖地膜效果较好。

3.2 不同株行距和覆膜处理对'乳荷'生长和开花的影响

温度、湿度、光照、土壤肥沃度等多种因素均会影响栽培植物的产量,而种植密度适宜与否,直接关系着植物能否合理利用这些资源,进而影响产量高低。合理的种植密度可提高单位面积的土地利用率和光能利用率,保证个体的正常发育和群体的协调发展,从而获得高产[22]。林地套种'乳荷',以覆膜条件下、40 cm × 40 cm 株行距套种效果最好。50 cm × 50 cm 株行距下,植株枝叶对地面覆盖小,土壤水分蒸发量大,植株易遭受干旱胁迫,从而影响'乳荷'生长和开花,加之种植密度小,不利于其群体花产量

表 7 不同施肥处理对'乳荷'干物质量的影响

Table 7 Effect of irrigation treatments on biomass of 'Ruhe'

处理 Treatment	地下部分干物质量/g Root biomass	地上部分干物质量/g Aboveground biomass	总干物质量/g Total biomass
N1	11.41 ± 0.11a	17.59 ± 1.06a	29.0 ± 0.73a
N2	11.38 ± 0.35a	15.63 ± 0.77b	27.01 ± 0.87b
N3	9.85 ± 0.69b	14.57 ± 1.06bc	24.42 ± 1.49c
N4	11.91 ± 0.88a	15.32 ± 0.82b	27.23 ± 0.48b
P1	9.17 ± 0.22b	11.74 ± 0.15d	20.91 ± 0.13d
P2	6.93 ± 0.50d	12.04 ± 0.25d	18.97 ± 0.70ef
P3	7.83 ± 0.07c	10.41 ± 1.04e	18.24 ± 1.12f
P4	6.62 ± 0.19d	13.60 ± 0.21c	20.22 ± 0.38de
K1	11.21 ± 0.85a	14.54 ± 0.19bc	25.75 ± 1.01bc
K2	9.64 ± 0.27b	15.00 ± 0.63b	24.64 ± 0.72c
K3	8.12 ± 0.26c	11.10 ± 0.16de	19.22 ± 0.17ef
K4	9.74 ± 0.58b	16.93 ± 0.52a	26.67 ± 1.10b

表 8 不同施肥处理对'乳荷'开花的影响

Table 8 Effect of fertilization treatments on the flowering of 'Ruhe'

处理 Treatment	分枝数 The number of branches	花径 Flower diameter/cm	花重瓣性 Petals of flowers	单朵花花鲜重 Single flower fresh weight/g	单株花朵数 Number of flowers per plant	每平方米花产量 Flower production /(g·m^{-2})
N1	7.98 ± 0.18a	5.76 ± 0.07a	8.98 ± 0.25a	1.91 ± 0.00a	47.20 ± 0.28a	125.00 ± 0.66a
N2	6.35 ± 0.07bcd	5.49 ± 0.00b	7.59 ± 0.13b	1.91 ± 0.07a	47.60 ± 1.83a	126.66 ± 1.33a
N3	4.37 ± 0.24g	5.11 ± 0.01ef	7.60 ± 0.02b	1.78 ± 0.02bc	34.00 ± 4.87cd	85.00 ± 10.00d
N4	5.76 ± 0.09e	5.32 ± 0.06cd	7.20 ± 0.27bcde	1.88 ± 0.06ab	44.10 ± 0.73a	115.00 ± 1.66ab
P1	5.52 ± 0.03ef	5.32 ± 0.06cd	7.28 ± 0.04bc	1.81 ± 0.00abc	35.86 ± 1.08bcd	90.00 ± 1.66cd
P2	5.93 ± 0.37cde	5.13 ± 0.03d	6.97 ± 0.04cdef	1.79 ± 0.00bc	34.02 ± 0.45cd	85.00 ± 1.00d
P3	5.87 ± 0.03de	5.31 ± 0.01abc	7.26 ± 0.14bcd	1.80 ± 0.00bc	35.47 ± 4.63cd	88.33 ± 10.00cd
P4	5.82 ± 0.53de	4.88 ± 0.00f	6.73 ± 0.14f	1.78 ± 0.00bc	30.12 ± 1.16d	75.00 ± 1.66d
K1	5.15 ± 0.07f	5.37 ± 0.04c	7.50 ± 0.32b	1.86 ± 0.01ab	40.62 ± 3.92abc	105.00 ± 8.33bc
K2	6.45 ± 0.35bc	5.36 ± 0.04c	6.85 ± 0.01ef	1.80 ± 0.08bc	42.40 ± 2.26ab	106.66 ± 10.00bc
K3	5.02 ± 0.10f	5.22 ± 0.07de	6.99 ± 0.06cdef	1.75 ± 0.03c	31.92 ± 3.35d	78.33 ± 8.33d
K4	6.60 ± 0.14b	5.27 ± 0.05cd	6.87 ± 0.13def	1.84 ± 0.03abc	44.87 ± 4.27a	115.00 ± 11.66ab

的提高;30 cm × 30 cm 株行距较小,植株易相互遮阴,田间透气性差,造成株间生长竞争[23],且不利于植株与周围环境进行热量交换,影响根系吸水,叶片蒸腾[24],进而影响'乳荷'的生长。林区风大,保水力差,覆膜可有效提高土壤含水量[25-26],增大根系吸收面积和提高根系活力[25],促进土壤有机氮矿化,提高氮素的有效性,促进植物对氮素的吸收[27],促进植物光合作用[25],从而促进植株生长。地膜覆盖有效减轻了旱作农业区水热条件不足对植物生长的限制,且水热限制越强烈的地区增产效应越明显[27],支持本研究结果。此外,覆膜在不同程度上缓解了因种植密度增加而导致的蒸散量增加与降水不足之间的矛盾[28]。

3.3　不同摘心次数对'乳荷'生长和开花的影响

菊花品种不同,适宜摘心的时间及次数也不同。张瑞琪[4]认为黄山贡菊与毛竹间种时,摘心 3 – 4 次较适宜。吴江等[17]认为杭白菊适宜摘心次数为 2 – 3 次。江虹[29]则认为雪菊不摘心,生长、开花状况和产量最佳。'乳荷'花序于小枝顶端开花,摘心可促进侧枝萌发,增加开花枝的量,进而增加开花量,提高产量。摘心降低了'乳荷'株高,促进了植株分枝和冠幅的增长,单株花朵数、每平方米花产量增加,而花径、单朵花鲜重降低,这可能与摘心促进分枝,植株供给每朵花的营养物质减少有关。摘心次数过多会影响植株生长,使单株花朵数减少,每平方米花产量降低。摘心是获得较高花产量,调节花品质与产量关系,同时降低生产成本的一种手段[4,30]。本研究中,摘心 1 次,'乳荷'冠幅、单株花朵数和每平方米花产量显著高于其它处理,且花径、单朵花鲜重降低幅度小,为最佳摘心次数。同时,摘心处理具有延长营养生长和推迟生殖生长的作用[31],本试验结果表明,'乳荷'花期随着摘心次数的增加而推迟,与莫丹等的研究一致[32]。

3.4　不同施肥处理对'乳荷'生长和开花的影响

本研究认为氮肥是影响'乳荷'生长和干物质量积累的主要因子,其次是钾肥,最后是磷肥,与植株生长量和不同时期对养分的需求不同有关[33],马良等[34]也有类似报道。幼苗期和生殖生长期施用比例较多的氮肥有助于促进'乳荷'生长和花的发育,磷肥主要在生殖生长期施用,促进花蕾的形成[29]。幼苗期和快速生长期适宜施用较多钾肥。根据植物不同生育期的需肥规律调控肥料施用,使养分供应与植物需求尽量吻合,有利于植物增产、肥料增效[33]。成春彦[35]认为菊花需氮高峰期在营养生长期和花蕾发育期。本研究中,需氮高峰期在幼苗期和生殖生长期(包括花蕾发育期)。其中,N1 处理的'乳荷'分枝数、花径、重瓣性、冠幅、植株总生物量显著高于其它处理。N1、N2 处理下,'乳荷'单朵花鲜重、单株花朵数和每平方米花产量显著高于其它处理,每平方米产花量分别达 125.00 $g \cdot m^{-2}$和 126.66 $g \cdot m^{-2}$。幼苗期提供充足的氮营养,促进了植株根系生长和地上部的生长,从而为后期高产奠定基础。营养生长期没有出现需氮高峰期可能与'乳荷'营养生长期干旱少雨、营养生长偏小有关。生殖生长期充足的氮也是植物干物质量积累的重要基础。生殖生长期 N1、N2、N4 处理分别提供了 50%、30% 和 20%的氮素,促进了'乳荷'开花,N3 处理虽提供了 40%的氮素,但在营养生长期仅提供了 20% 的氮素,影响了地上部分生长。生物量是作物经济产量的基础[36],N3 处理植株的生物量积累少影响了'乳荷'开花。本研究中磷肥对乳荷生长没有明显促进作用,可能与试验地土壤营养成分有关。实验当年降雨量较平均年降水量低约 250 mm,植株生长量总体偏低,导致植株对磷营养的需求减少。单施磷肥处理中,P1 处理的花质量及产量明显高于其它施磷处理,祝丽香[37]认为菊花对磷元素的吸收旺盛期在现蕾至开花期,支持本研究结果。生殖生长期施用磷肥促进了植株花蕾的形成,从而促进了开花。成春彦等[35]研究认为在菊花整个生育期对钾保持较高吸收速率,开花期是植株钾需求量最多的时期,而本研究中 K1、K2 和 K4 处理下的植株开花质量及产量显著高于 K3 处理。幼苗期和营养生长期施用较多钾肥有利于'乳荷'干物质积累和开花,这可能与林地立地条件和不同品种对养分的需求不同有关。本研究只进行了单施氮、磷、钾肥研究,氮磷钾复合施肥效果可能会更好,在本研究基础上,复合施肥及施肥量对'乳荷'生长和开花的影响将在后续研究中展开。

4　结　论

本研究在自然降水条件下,就移栽方式、栽植密度、摘心次数和施肥处理等栽培技术对林地套种茶菊栽培模式下'乳荷'的生长发育及开花等的影响进行了研究。得出如下结论:

(1) 裸根移栽结合生根粉处理和塑料薄膜覆盖技术,移栽成活率最高;

(2) 林地套种'乳荷',以覆膜条件下、40 cm × 40 cm 株行距套种效果最好;

(3) 摘心1次,'乳荷'冠幅、单株花朵数和每平方米花产量显著高于其它处理,且花径、单朵花鲜重降低幅度小,为最佳摘心次数;

(4) 施肥处理,按N1(幼苗期和生殖生长期分别施用50%的氮)或N2(幼苗期、快速生长期和生殖生长期分别施用40%、30%和30%的氮)进行,可获得较高产量。

参 考 文 献:

[1] 徐国钧,何宏贤,徐珞珊.中国药材学[M].北京:中国医药科技出版社,1996:1337-1338.

[2] 裴凌鹏,惠伯棣,金宗濂,等.黄酮类化合物的生理活性及其制备技术研究进展[J].食品科技,2004,25(2):203-205.

[3] 吕晋慧,任 磊,李艳锋,等.不同基因型茶菊对盐胁迫的响应[J].植物生态学报,2013,37(7):656-664.

[4] 张瑞琪.毛竹间种黄山贡菊试验[J].安徽林业,2010,(3):58-59.

[5] Young A. 10 hypotheses for soil-agroforestry research[J]. Agroforestry Today, 1989,1(1):13-16.

[6] Nair P K R. Classification of agroforestry systems[J]. Agroforestry Systems, 1985,3(2):97-128.

[7] Raintree J B. The state of the art of agroforestry diagnoses and design [J]. Agroforestry Systems, 1987,5(3):219-250.

[8] Odual P A, Muraya P, Femandes E C M. The agroforestry systems database at ICRAF[J]. Agroforestry Systems, 1987,6(3):253-270.

[9] 况小宝,张本傻,史志华.农林复合经营系统研究现状[J].江西林业科技,2003,(2):29-31.

[10] Monteith J L, Ong C K, Corlett J E. Microclimatic interactions in agroforestry systems[J]. Forest Ecology and Management, 1991,45(1):31-44.

[11] Ong C K, Corlett J E, Singh R P. Above and below ground interactions in agroforestry systems[J]. Forest Geology and Management, 1991,45(1):45-57.

[12] Carlos G T. Agroforestry system effects on soil characteristics of the Sarapiqui region of Costa Rica[J]. Agric Ecosys and Environ., 1999,73(1):19-28.

[13] Odhiambo H O, Ong C K, Deans J D, et al. Roots, soil water and crop yield: Tree crop interactions in a semi-arid agroforestry system in Kenya[J]. Plant and Soil, 2001,235:221-233.

[14] Gottwald T R, Hall D G, Kriss A B, et al. Orchard and nursery dynamics of the effect of interplanting citrus with guava for huanglongbing, vector, and disease management[J]. Crop Protection, 2014, 64:93-103.

[15] Katsuya Ichinose, Nguyen V Hoa, Doan V Bang, et al. Limited efficacy of guava interplanting on citrus greening disease: Effectiveness of protection against disease invasion breaks down after one year[J]. Crop Protection, 2012,34:119-126.

[16] 张兴龙,伴金湘.桑地间作杭白菊的经济效益[J].江苏蚕业,1986,(4):55-56.

[17] 吴 江,缪文建,陈俊伟,等.幼龄梨园套种杭白菊栽培技术[J].现代中药研究与实践,2004,18(1):27-28.

[18] 杨尊峰,何 红,王 涛,等.杭白菊林下无公害栽培试验[J].山东农业科学,2009,(5):54-55.

[19] 王清斌,胡国朋,王占伟.林下间作菊花的效益分析[J].河北林业科技,2007,(2):17.

[20] 张建海.灰毡毛忍冬与野菊间作套种及有效成分研究[D].重庆:西南大学,2009.

[21] 耿 慧,王志峰,刘 卓,等.生根剂对苜蓿扦插的影响初探[J].草业科学,2011,28(3):496-497.

[22] 陈 兰,江建华,陈爱柳,等.不同移栽期与移栽密度对中早39产量及构成因素的影响[J].中国稻米,2013,(3):62-63.

[23] 赵锐明,孙连虎,郭凤霞,等.移栽密度对红芪生长发育及药材产量和质量的影响[J].草业学报,2014,23(3):167-174.

[24] 谭 敏.种植密度对番植株体温及其生长发育的影响[D].太谷:山西农业大学,2013.

[25] 江 燕,史春余,王振振,等.地膜覆盖对耕层土壤温度水分和甘薯产量的影响[J].中国生态农业学报,2014,22(6):627-634.

[26] 高 翔,龚道枝,顾峰雪,等.覆膜抑制土壤呼吸提高旱作春玉米产量[J].农业工程学报,2014,30(6):62-70.

[27] 李小刚,李凤民.旱作地膜覆盖农田土壤有机碳平衡及氮循环特征[J].中国农业科学,2015,48(23):4630-4638.

[28] 任新茂,孙东宝,王庆锁.覆膜和种植密度对旱作春玉米产量和蒸散量的影响[J].农业机械学报,2017,48(1):206-211.

[29] 江 虹.栽培措施对雪菊产量和品质的影响[D].乌鲁木齐:新疆农业大学,2016.

[30] 唐 楠,唐道城,徐 虎.摘心方式对日光温室香石竹切花产量及品质的影响[J]. 北方园艺,2011,(17):101-103.

[31] 吴文新,王洪铭.菊花花期调控技术的研究概况及展望[J].福建农业科技,2001,13(3):21-23.

[32] 莫 丹,陈发棣,徐迎春,等.定植期和摘心次数对小花型盆栽夏菊开花的影响[J].南京农业大学学报,2008,31(3):51-54.

[33] 刘 佳,陈静蕊,谢 杰.不同施氮时期对红壤旱地花生生物量和氮素累积的影响[J].中国油料作物学报,2017,39(4):515-523.

[34] 马 良,朱玉祥,朱黎明,等.平衡施肥对杭白菊产量及经济效益的影响[J].浙江农业科学,2011,(6):1267-1268.

[35] 成春彦,熊顺贵.氮、磷、钾不同施肥水平对菊花生长发育的影响[J].中国农业大学学报,1997,(增刊):93-96.

[36] 张晓萍,宗良纲,郑建伟,等.不同施肥措施对镉污染土壤上菊花生长及其品质的影响[J].农业环境科学学报,2008,27(4):1617-1622.

[37] 祝丽香,王建华,孙印石,等.两种配比的控释肥对杭白菊养分吸收和生长效应的影响[J].应用生态学报,2009,20(7):1671-1677.