

陇东地区紫花苜蓿播种技术试验

曹 宏¹, 韩 雍¹, 方 刚²

(1. 陇东学院农林科技学院, 甘肃 庆阳 745000; 2. 甘肃省庆阳市西峰区草畜办, 甘肃 庆阳 745000)

摘要:在陇东半干旱地区,对新引进的优良紫花苜蓿(*Medicago sativa*)品种进行了2~3年的播种时期、播种密度和播种方式的试验。结果表明,1)不同播期中,秋播平均产量 $0.772\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$,夏播 $0.700\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$,分别比春播高10.29%和4.79%($P<0.05$);参试品种中,苜蓿王、三得利、金皇后和甘农1号分别比陇东苜蓿高13.88%($P<0.05$)、3.54%、2.22%和7.53%。2)不同密度中,以720和480株 $\cdot\text{m}^{-2}$ 产量较高,平均产量分别为0.72和0.66 $\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$,与240株 $\cdot\text{m}^{-2}$ 间有显著差异($P<0.05$);参试品种中,苜蓿王和金皇后产量较高,并与皇冠差异显著($P<0.05$)。3)播种方式中,膜侧沟播与普通沟播在出苗率、越冬率以及产草量上差异不显著($P>0.05$),但与机械条播差异较显著($P<0.05$)。4)总体来看,不同播种技术及品种对苜蓿第1~2年的生长发育和产量影响较大,当地应以秋季播种并采用普通沟播较好,其种植密度以480~720株 $\cdot\text{m}^{-2}$ 、播种量在15.0~22.5 $\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 为宜。不同试验中,苜蓿王增产效果极显著,应大力推广。

关键词:播种时期;播种密度;播种方式;产量

中图分类号:S816;S541⁺.104

文献标识码:A

文章编号:1001-0629(2013)02-0238-07

紫花苜蓿(*Medicago sativa*)是多年生优良豆科牧草,其营养价值高,生产潜力大,用途广泛,素有“牧草之王”和“饲料皇后”的美称。目前我国苜蓿种植面积为130万 hm^2 ,每年优质商品草的产量为20万t左右^[1-2]。同时,随着我国西部地区生态建设的推进和畜牧养殖业的大力发展,紫花苜蓿的种植面积和产业化功能将进一步不断扩大^[3]。甘肃是苜蓿种植大省,目前全省苜蓿种植面积达55.67万 hm^2 ,约占全国种植面积的1/3,始终位居全国之首;优质牧草种子基地1.5万 hm^2 ,草产品加工能力113万t^[4],其中,在酒泉、张掖、金昌、白银、庆阳等地形成了苜蓿优势产业区^[5]。

陇东地区属于旱半干旱的黄土高原丘陵区,历史上也是重要的半农半牧地区,自2002年以来,当地政府大力推进以紫花苜蓿为主的草食畜产业,到2011年,仅庆阳市完成紫花苜蓿种植1572 hm^2 ,留存面积达到6120 hm^2 ^[6],种植面积已占牧草总面积的90%以上,成为甘肃省紫花苜蓿存留面积最大的地区。在陇东当地,李琪和刘照辉^[7]、曹宏等^[8-9]进行了苜蓿品种的引种和区域试验,胡守林等^[10]、陈

先江等^[11]进行了不同生长年限苜蓿叶片光合特性与产草量及群落动态的研究,杨小利^[12]、晋小军和黄高宝^[13]、王位泰等^[14]、郭海英等^[15]对陇东苜蓿生长的水分利用率及经济效益进行了对比分析。这些研究,对陇东地区优质苜蓿品种的筛选和区域布局起到了至关重要的指导作用,但对苜蓿种植技术的应用报道较少,当地也出现了由于播期不当造成苜蓿大面积越冬死亡等^[16]。同时,在陇东周边及其他地区,张自和^[17]、张俊等^[18]进行了苜蓿不同播期的研究,杜汉强等^[19]、李明芳和张尚宁^[20]、李建伟等^[21]进行了苜蓿不同播种密度的研究,王显国等^[22]、康爱民^[23]进行了苜蓿穴播和膜侧沟播的研究,曹国顺等^[24]在夏河进行了金皇后、苜蓿王等新品种的引种试验。这些研究虽对当地苜蓿种植有一定的指导作用,但由于陇东黄土高原独特的气候和地理位置,还缺乏针对性和科学性,特别是在当地将优质苜蓿品种与种植技术系统结合的研究未见报道。为此,本研究在引种试验的同时进行了优质苜蓿品种播期、密度和播种方式的试验,旨在为当地优良品种的推广提供科学依据,以促进陇东地区苜蓿

*收稿日期:2012-03-26 接受日期:2012-10-31

基金项目:甘肃省科技成果转化项目“优质苜蓿品种示范及加工利用”(0805XCNM069);“小型牧草收获机械示范及苜蓿生产基地建设”(C)1994-2013 CNKI. All rights reserved. 庆阳市科技攻关项目“优质苜蓿种子高效生产技术集成及产业化开发”(CNK2011-22) <http://www.cnki.net>
作者简介:曹宏(1964-),男,甘肃庆阳人,教授,主要从事旱地农作物育种和栽培工作。E-mail:caoh207@163.com

种植及产业化的稳步健康发展。

1 材料与方 法

1.1 试验区自然概况 试验区设在庆阳市西峰区陈户乡八年村和田畔村,属陇东中部半干旱塬区生态类型。地理位置为 107°38′ E, 35°44′ N,海拔 1 421.9 m;年均气温 8.7 ℃,年降水量 527.1 mm,年日照时数 2 457.8 h,无霜期 176 d。试验地为黑垆土,肥力中等,旱地耕作,播前施磷肥 750 kg·hm⁻²、氮磷复合肥 375 kg·hm⁻²。

1.2 试验设计与种植

1.2.1 播种时期 试验设夏播、秋播和春播 3 个处理,参试品种为金皇后、三得利、苜蓿王、甘农 1 号和陇东苜蓿。夏播 2003 年 7 月 27 日种植,秋播 2003

年 8 月 23 日种植,二者前茬为小麦(*Triticum aestivum*);春播 2004 年 5 月 1 日种植,前茬玉米(*Zea mays*)。每个品种为一小区,小区面积 4 m×5 m,随机排列,3 次重复。按 240 株·m⁻²计算小区理论播种量,再根据种子用价和田间出苗率,计算各品种的实际播种量,雨后趁墒手锄开沟条播。

1.2.2 种植密度 参考杜汉强等^[19]的方法,设 4 个处理,即 M₁、M₂、M₃ 和 M₄ 密度分别为 240、480、720 和 960 株·m⁻²,参试品种为苜蓿王、皇冠和金皇后。每密度处理为一小区,小区面积 4 m×5 m,行距 30 cm,随机区组排列,3 次重复。根据播前测试的种子用价和田间出苗率计算不同品种不同密度的实际播种量(表 1)。2004 年 7 月 17 日趁墒人工播种,

表 1 苜蓿密度试验参试品种的种子质量以及实际播种量
Table 1 The quality and sowing rate of *Medicago sativa* seeds in density test

品种 Varieties	千粒重 1 000-grain weight/g	发芽率 Germination rate/%	净度 Purity/ %	种子用价 True value of seeds/%	播种量 sowing rate/kg·hm ⁻²			
					M ₁	M ₂	M ₃	M ₄
苜蓿王 Alfaking	1.70c	85.0a	99.0a	84.2	6.93	13.85	20.78	27.71
皇冠 Phabulous	2.10a	92.0a	96.0a	88.3	8.16	16.32	24.48	32.63
金皇后 Goldenmpress	1.89b	86.3a	98.0a	84.6	7.67	15.33	23.00	30.66
平均 Average	1.90	87.8	97.7	85.7	7.6	15.17	22.74	30.33

注:M₁、M₂、M₃ 和 M₄ 指密度分别为 240、480、720 和 960 株·m⁻²。同列不同小写字母表示差异显著(P<0.05)。
Note:M₁、M₂、M₃ and M₄ mean plant density with 240,480,720 and 960 plant·m⁻²,respectively. Different lower case letters within the same column show significant difference at 0.05 level.

前茬油菜(*Brassia campestris*),播深 1.5~3.0 cm。

1.2.3 播种方式 对当地采用的 3 种主要播种方式[普通沟播(沟距 33 cm,沟内行距 12 cm)、膜侧沟播(沟行距同前)和机械条播(行距 30 cm)],进行了简单对比试验。试验品种为金皇后,其中,普通沟播试验面积 6 666.7 m²,膜侧沟播 5 333.6 m²,二者播种量均为 0.75 kg·667 m⁻²;机械条播试验面积 6 666.7 m²,播种量为 1.0 kg·667 m⁻²,顺序排列,不设重复。前茬油菜,2004 年 6 月 16 日趁墒播种。

1.3 测定指标和方法

1.3.1 出苗率 播期试验中,夏播和秋播分别于 2003 年 8 月 8 日和 9 月 30 日进行调查,春播于 2004 年 5 月 14 日进行调查;调查时统计每小区中间两行的出苗数,计算占每行理论出苗数的百分率,求 3 小区的平均值为出苗率。播种方式中,于 2004 年 6 月 27 日调查,每处理样地取 5 个样点,每样点取 1 m²调查出苗数,计算占理论出苗数的百分率,

求平均值为出苗率。

1.3.2 有效株高 在播期试验初花期测定第 1 茬株高。其中,夏播于 2003 年 10 月上旬测定;秋播 2003 年冬前苗太小,不能形成有效产量,故于 2004 年 6 月下旬测定;春播于 2004 年 8 月下旬测定。测时每小区随机选 10 株,测量植株自地面到顶端生长点高度,求其平均值为有效株高。

1.3.3 根系性状和越冬率 在每年越冬前进行。其中,播期试验中,夏播和秋播于 2003 年 11 月 7 日测定,春播于 2004 年 10 月 26 日测定;测定时选有代表性地段,每小区挖 10 株根系,根深 100 cm,测定主根长度、根颈直径,取平均值;同时,在每小区选中间 3 行,调查冬前和返青后的株数,求平均值为越冬率。播种方式中,在各处理中间 3 行均匀取 3 个样点标记,每样点 1 m²,分别于 2004 年 11 月 3 日和 2005 年 4 月 5 日、2005 年 10 月 30 日和 2006 年 3 月 26 日、2006 年 11 月 6 日和 2007 年 4 月 10 日测

定越冬前和返青后的株数,计算每样点越冬率,求平均值为各播种方式的越冬率。

1.3.4 产草量 在每年第1茬苜蓿初花期测产。播期试验中,夏播于2003年10月11日、2004年6月12日、2005年5月30日测定;秋播于2004年6月27日、2005年6月17日、2006年5月28日测定;春播于2004年9月2日、2005年5月28日、2006年5月20日测定。密度试验中,2004年未测产,2005年5月30日和2006年6月11日分别测定当年第1茬产量。播种方式试验中,于2004年9月30日、2005年6月4日、2006年6月15日分别测产。测产时,播期和密度每小区取3个样点,播种方法取5个样点,每样点均取1 m²,齐地刈割后称量,取平均值为鲜草产量,每处理混合后称鲜草500 g,晒干后分别称量,计算鲜干比(鲜质量/干质量),根据鲜干比计算干草产量。

1.4 数据统计分析 试验数据在Excel中作基本

处理,获得各项目性状参数后,用各重复平均值表示处理数据,用DPS(V7.55)专业统计软件进行方差分析和Duncan比较。其中,对播期、密度试验的产量进行了播期与品种、密度与品种双因素分析比较,对播期试验第1年生物学性状指标和播种方法试验指标进行了单因素分析比较。

2 结果与分析

2.1 播种时期 对于出苗率,秋播>夏播>春播;夏播各品种间出苗率差异不显著($P>0.05$),秋播和春播均以陇东苜蓿最低,且分别显著低于金皇后、苜蓿王(秋播)和甘农1号(春播),其他各品种间差异不显著(表2)。不同播期苜蓿第1年冬前平均主根长、根粗和越冬率都是春播>夏播>秋播,这与它们在冬前生长时间的长短相符;不同播期甘农1号越冬率均最高,且均显著高于金皇后和苜蓿王($P<0.05$)。秋播平均株高62.2 cm,春播45.8 cm,夏播43.8 cm,同一播期不同品种间差异较大。

表2 不同播期对播后第1茬苜蓿生物性状的影响

Table 2 Effects of different sowing dates on biological characteristics of *Medicago sativa*

播期 Sowing date	品种 Variety	出苗率 Emergence rate/%	越冬率 Over-wintering rate/%	主根长 Taproot length/cm	主根粗 Taproot diameter/mm	株高 Plant height/cm
夏播 Summer sowing	金皇后 Goldenmpress	85a	75b	19±4c	2.9±0.6b	43±8ab
	苜蓿王 Alfaking	90a	75b	20±3bc	3.0±1.1ab	48±6a
	三得利 Sanditi	80ab	80b	21±3b	3.1±0.8a	50±6a
	甘农1号 Gannong No.1	90a	90a	21±3a	2.1±0.4c	42±5bc
	陇东苜蓿 Longdong	80ab	91a	23±4a	2.5±0.5bc	36±4c
	平均 Average	85.0	82.2	20.8	2.7	43.8
秋播 Autumn sowing	金皇后 Goldenmpress	90a	63c	12±2b	2.0±0.2c	60±8bc
	苜蓿王 Alfaking	90a	70b	13±2b	2.2±0.7b	63±9b
	三得利 Sanditi	86ab	67bc	12±2b	2.5±0.8b	58±6c
	甘农1号 Gannong No.1	85ab	85a	16±2a	3.0±1.2a	68±10a
	陇东苜蓿 Longdong	80b	70b	20±3a	2.9±0.9a	62±10b
	平均 Average	86.2	71	14.6	2.5	62.2
春播 Spring sowing	金皇后 Goldenmpress	80ab	80b	39±9a	3.8±1.1a	52±9a
	苜蓿王 Alfaking	75b	80b	36±8b	3.2±0.6b	46±7b
	三得利 Sanditi	80ab	90a	31±8b	3.1±0.8b	51±8a
	甘农1号 Gannong No.1	85a	90a	28±5c	3.5±0.7b	42±7bc
	陇东苜蓿 Longdong	70c	90a	36±6b	4.0±1.3a	38±7c
	平均 Average	78.0	86.0	34.0	3.5	45.8

注:秋播株高为第2年第1茬的测定值,其余性状指标为当年测定值;表内数据为平均值±标准差。同列不同小写字母表示同一播期不同品种间差异显著($P<0.05$)。

Note: Height of plants based on the first harvest of the second year, other characteristic data based on the first year. Data in table are average value ± standard deviation. Different lower case letters within the same column mean significant differences at 0.05 level.

2003—2004 年度,苜蓿第 1 茬干草产量播期 ($F=49.43>P=0.000\ 1$)、品种 ($F=7.066>P=0.000\ 4$) 处理效应显著,播期 $\times$ 品种 ($F=2.105>P=0.067$) 不显著。2004—2005 年度,播期 ($F=10.985>P=0.000\ 3$) 处理效应显著,品种 ($F=1.573>P=0.207\ 0$)、播期 $\times$ 品种 ($F=1.363>P=0.252\ 5$) 不显著。2005—2006 年度,播期 ($F=1.645>P=0.209\ 9$)、播期 $\times$ 品种 ($F=0.725>P=0.668$) 和品种 ($F=0.550\ 0<P=0.700\ 7$) 处理效应均不显著(表 3)。3 年产量结果表明,不同播期中,秋播最高,平均产量 $0.772\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$,比春播高 10.29% ;夏播平均产量 $0.700\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$,比春播高 4.79% ;但随苜蓿生长年限的增加,其产量差异越来越小(表 4)。不同品种中,苜蓿王平均产量 $0.771\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$,比陇东苜蓿高 13.88% ($P<0.05$);三得利、金皇后、甘农 1 号分别比陇东苜蓿高 3.54% 、 2.22% 和 7.53% ,但差异不显著 ($P>0.05$) (表 5)。

2.2 种植密度 2005 年度,密度 ($F=43.303>P=0.000\ 1$)、品种 ($F=14.057>P=0.001\ 5$) 及密度 $\times$ 品种 ($F=16.178>P=0.001\ 1$) 处理效应显著。2006 年度,密度 ($F=7.588>P=0.001\ 0$)、品种 ($F=12.265>P=0.000\ 2$) 及密度 $\times$ 品种 ($F=5.029>P=0.001\ 8$) 处理效应显著,其中,240、480 和 $720\text{ 株}\cdot\text{m}^{-2}$ 之间无显著差异,但与 $960\text{ 株}\cdot\text{m}^{-2}$ 差异显著 ($P<0.05$) (表 6)。总体来看,密度处理以 $720\text{ 株}\cdot\text{m}^{-2}$ 产量最高,平均产量为 $0.72\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$,其次为 480、 $960\text{ 株}\cdot\text{m}^{-2}$, $240\text{ 株}\cdot\text{m}^{-2}$ 产量最低,但随着生长年限增加,不同密度间差异变小,因此,苜蓿播种密度在 $480\sim 720\text{ 株}\cdot\text{m}^{-2}$ 较适宜(表 7)。不同品种中,苜蓿王、金皇后平均产量较高,分别为 0.68 和 $0.69\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$,二者之间差异不显著 ($P>0.05$),但显著高于皇冠 ($P<0.05$) (表 8)。

表 3 不同播期不同苜蓿品种各年度第 1 茬平均干草产量

Table 3 The first harvested hay yield of different varieties of *Medicago sativa* in different sowing dates $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$

品种 Variety	2003—2004 年 Year			2004—2005 年 Year			2005—2006 年 Year		
	夏播 Summer sowing	秋播 Autumn sowing	春播 Spring sowing	夏播 Summer sowing	秋播 Autumn sowing	春播 Spring sowing	夏播 Summer sowing	秋播 Autumn sowing	春播 Spring sowing
金皇后 Goldenmpress	0.223fgh	0.343abc	0.287cde	0.789bcd	0.899abc	0.633bcd	1.073ab	1.015ab	0.970ab
苜蓿王 Alfaking	0.217gh	0.407a	0.317bcd	0.862bcd	1.201a	0.703bcd	1.013ab	1.068ab	1.147a
三得利 Sanditi	0.243efgh	0.370ab	0.303cde	0.957ab	0.756bcd	0.623bcd	0.911b	1.059ab	1.083ab
甘农 1 号 Gannong No. 1	0.289cde	0.403a	0.305cde	0.963ab	0.763bcd	0.603cd	1.047ab	1.059ab	1.123ab
陇东苜蓿 Longdong	0.180h	0.273de	0.297cde	0.750bcd	0.873bcd	0.553d	0.989ab	1.103ab	1.073ab

注:同一年度内不同小写字母表示不同播期(密度)、品种间差异显著 ($P<0.05$)。表 6 同。

Note: Different lower case letters for the same years mean significant difference among different varieties or sowing dates (planting density) at 0.05 level. The same in Table 6.

表 4 不同播期各年度苜蓿第 1 茬平均干草产量

Table 4 The first harvested total hay yield of *Medicago sativa* in different sowing dates $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$

播期 Sowing date	2003—2004 年 Year	2004—2005 年 Year	2005—2006 年 Year	平均 Average
夏播 Summer sowing	0.230c	0.864a	1.007a	0.700a
秋播 Autumn sowing	0.359a	0.898a	1.061a	0.772a
春播 Spring sowing	0.302b	0.623b	1.080a	0.668b

注:同列不同小写字母分别表示差异显著 ($P<0.05$)。下同

Note: Different lower case letters within the same column mean significant difference at 0.05 level. The same below.

表 5 不同品种各年度苜蓿第 1 茬平均干草产量

Table 5 The first harvested hay yield of different *Medicago sativa* varieties in different growth years $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$

品种 Variety	2003 — 2004 年 Year	2004 — 2005 年 Year	2005 — 2006 年 Year	平均 Average
金皇后 Goldenmpress	0.284b	0.774ab	1.019a	0.692ab
苜蓿王 Alfaking	0.314ab	0.922a	1.076a	0.771a
三得利 Sanditi	0.305ab	0.779ab	1.018a	0.701ab
甘农 1 号 Gannong No. 1	0.332a	0.776ab	1.076a	0.728b
陇东苜蓿 Longdong	0.250c	0.725b	1.055a	0.677b

表 6 不同密度不同苜蓿品种各年度第 1 茬平均干草产量

Table 6 The first harvested hay yield of different *Medicago sativa* varieties at different density $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$

密度 Density/ 株 plant $\cdot \text{m}^{-2}$	2005 年 Year			2006 年 Year		
	苜蓿王 Alfaking	皇冠 Phabulous	金皇后 Goldenmpress	苜蓿王 Alfaking	皇冠 Phabulous	金皇后 Goldenmpress
240	0.50g	0.50g	0.53fg	0.68bcd	0.67bcd	0.66bcd
480	0.59ef	0.55fg	0.85a	0.68bcd	0.66bcd	0.64bcd
720	0.79abc	0.76bc	0.71cd	0.71ab	0.62d	0.75a
960	0.83ab	0.57fg	0.66de	0.63cd	0.54e	0.69bc

表 7 不同密度各年度苜蓿第 1 茬平均干草产量

Table 7 The first harvested hay yield at different density $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$

密度 Density/ 株 plant $\cdot \text{m}^{-2}$	2005 年 Year	2006 年 Year	平均 Average
240	0.51c	0.67a	0.59c
480	0.66b	0.66a	0.66ab
720	0.75a	0.69a	0.72a
960	0.69b	0.62b	0.66b

2.3 播种方式 膜侧沟播与普通沟播在出苗率、越冬率以及产草量上差异不显著 ($P>0.05$), 但与机械条播间有显著差异 ($P<0.05$), 特别是在第 1、2

年, 越冬率和产草量前两者均显著高于后者, 但第 3 年差异已不显著 ($P>0.05$)。其中, 膜侧沟播 > 普通沟播 > 机械条播, 其 3 年平均干草产量分别为 0.573 3、0.536 7 和 0.506 7 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ (表 9)。

表 8 不同品种各年度苜蓿第 1 茬平均干草产量

Table 8 The first harvested hay yield of different *Medicago sativa* varieties $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$

品种 Variety	2005 年 Year	2006 年 Year	平均 Average
苜蓿王 Alfaking	0.68a	0.68a	0.68a
皇冠 Phabulous	0.60b	0.62b	0.61b
金皇后 Goldenmpress	0.69a	0.69a	0.69a

表 9 不同播种方式各年份苜蓿干草产量和越冬率

Table 9 The hay yield and wintering rate of *Medicago sativa* under different sowing methods

播种方式 Sowing method	出苗率 Germination Rate/%	越冬率 Over-wintering rate/%				产草量 Yield/ $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$			
		2004 年 Year	2005 年 Year	2006 年 Year	平均 Average	2004 年 Year	2005 年 Year	2006 年 Year	平均 Average
膜侧沟播 Plastic film beside furrow sowing	90a	86a	88a	88a	87a	0.49a	0.60a	0.63a	0.57a
普通沟播 Ordinary furrow sowing	85ab	82ab	85a	85a	84ab	0.46a	0.55ab	0.60a	0.54a
机械条播 Mechanical drilling	80b	78b	80b	85a	81b	0.42b	0.53b	0.57a	0.51b

3 讨论与结论

陇东地区,秋播苜蓿翌年第1茬产量比同年夏播苜蓿当年第1茬产量高,这可能与秋播第1茬苜蓿实际生长天数,特别是根系生长天数多于夏播有关。3个年度总体来看,苜蓿第1茬有效产量为秋播>夏播>春播,这说明不同播期对苜蓿当年及持续增产有显著影响,这也与当地不同季节降水和气温有关^[8-9,17]。秋播时,水温适宜杂草少,苜蓿出苗整齐,冬春季能利用深层水分,返青后长势旺盛,因而产量高^[12,14,18],但秋播如果太迟,影响当年根系发育和越冬。夏播虽然雨热同期,苜蓿出苗快,但杂草病虫害多,幼苗生长慢;而春播因春季多风少雨,墒差出苗率低,植株低矮^[25-26]。因此,夏播、春播的当年及第2年的头茬产量不如秋播的高。

本研究表明,在陇东旱地适当增加密度,可以显著增加苜蓿当年和第2年的产量,而对第3年影响不大,可能与第2年以后苜蓿已产生了足够分枝有关^[26],这与李明芳和张尚宁^[20]、李建伟等^[21]的报道一致。同时,本研究表明密度在 $480\sim 720$ 株 $\cdot m^{-2}$ 产量较高,这与杜汉强等^[19]的研究 240 株 $\cdot m^{-2}$ 产量较高不同,这可能与两地苜蓿生长期间气候及品种的差异有关,对此还需进一步的试验探讨。

在陇东旱地,苜蓿膜侧沟播的效果>普通宽窄行>等行距条播,这也验证了膜侧沟播和普通沟播确实具有提高自然降水利用率、降低作物越冬死亡率、增加土壤含水量、提高土壤温度等的量化效果^[23,27]。但膜侧沟播成本高,整地及播种技术不当,会造成放苗困难。机械条播虽然产草量低,但作业效率高,适合夏季轮作抢墒播种。

总体来看,不同播种技术及不同品种对苜蓿第1~2年的生长发育和产量影响较大,第3年后其作用已不显著。结合引种和区域试验研究^[8-9],陇东中北部旱地,苜蓿播种应尽量避免春季和盛夏,一般应安排在7月下旬到8月上旬播种,以保证幼苗安全越冬;种植密度应在 $480\sim 720$ 株 $\cdot m^{-2}$ 、实际播量在 $15.0\sim 22.5$ kg $\cdot hm^{-2}$ 比较适宜;播种方式应首先选择普通沟播,春季墒差时可选择膜侧沟播,夏季轮作抢墒播种可选择机械条播。不同品种中,苜蓿王增产效果极佳^[8-9,28],应大力推广。

参考文献

- [1] 戚志强,王永雄,胡跃高,等.当前我国苜蓿产业发展的形势与任务[J].草业学报,2008,17(1):107-113.
- [2] 胡跃高.中国苜蓿产业十年发展总结与现阶段建设战略[A].见:中国畜牧业协会.第三届中国苜蓿发展大会论文集[C].北京:中国学术期刊(光盘版)电子杂志社,2010:563-567.
- [3] 卢欣成,孟林.中国苜蓿产业发展20年回顾[A].见:第三届中国苜蓿发展大会论文集[C].北京:中国学术期刊(光盘版)电子杂志社,2010:12-16.
- [4] 晁德林,王俊梅.甘肃苜蓿产业化存在的主要问题和展趋势[J].草业科学,2011,28(2):327-330.
- [5] 张怀山.甘肃省苜蓿草产业的品种布局初探[J].内蒙古草业,2009,21(4):5-7.
- [6] 庆阳市农牧局畜牧与渔政管理科.2011年庆阳市农牧业工作综述之五:畜牧养殖工作[EB/OL].(2012-02-10).http://www.gsqynm.com.
- [7] 李琪,刘照辉.庆阳黄土高原苜蓿引种的研究[A].庆阳黄土高原试验站,甘肃草原生态系统研究所.庆阳黄土高原试验站论文集(1)[C].兰州:甘肃科学技术出版社,1987:190-193.
- [8] 曹宏,章会玲,盖琼辉,等.22个紫花苜蓿品种的引种试验和生产性能综合评价[J].草业学报,2011,20(6):219-229.
- [9] 曹宏,章会玲,马永祥,等.陇东地区紫花苜蓿品种区域试验研究[J].草业学报,2009,18(3):184-191.
- [10] 胡守林,万素梅,贾志宽,等.黄土高原半湿润区不同生长年限苜蓿叶片光合性能研究[J].草业学报,2008,17(5):60-67.
- [11] 陈先江,侯扶江,南志标.陇东地区不同生长年限紫花苜蓿草地产草量与群落动态[A].见:中国畜牧业协会.第三届中国苜蓿发展大会论文集[C].北京:中国学术期刊(光盘版)电子杂志社,2010:263-266.
- [12] 杨小利.陇东春播紫花苜蓿生长及水分规律研究[J].干旱地区农业研究,2004,22(4):127-130.
- [13] 晋小军,黄高宝.陇东旱塬特大干旱年份苜蓿、黄花草与主要作物的抗旱性比较[J].草业科学,2004,21(8):41-45.
- [14] 王位泰,张天峰,黄斌,等.陇东黄土高原春播紫花苜蓿生长规律及气候生产潜力评估[J].干旱地区农业研究,2007,25(5):214-219.
- [15] 郭海英,赵建萍,杨兴国,等.陇东塬区适生农作物水分利用率及经济效益对比分析[J].土壤通报,2007,38(4):709-712.
- [16] 曹宏,章会玲,马永祥.陇东地区紫花苜蓿产业化发展前景分析[J].甘肃农业科技,2006(5):34-36.

- [17] 张自和. 紫花苜蓿旱区播期选择与灌区稀植化种子生产[J]. 草业科学, 2004, 21(12): 88-90.
- [18] 张俊, 苏建伟, 刘家文, 等. 不同播种时间对紫花苜蓿生长的影响[J]. 云南畜牧兽医, 2010(4): 37-38.
- [19] 杜汉强, 牛一川, 赵晓玲, 等. 不同播种密度对紫花苜蓿主要性状的影响[J]. 草业学报, 2004, 21(3): 42-45.
- [20] 李明芳, 张尚宁. 紫花苜蓿种植密度试验研究[J]. 陕西农业科学, 2007(1): 62-63.
- [21] 李建伟, 吴建平, 张利平, 等. 播量对红豆草和苜蓿生产特性的影响[J]. 草业科学, 2011, 28(11): 8-15.
- [22] 王显国, 韩建国, 刘富渊, 等. 穴播条件下株行距对紫花苜蓿种子产量和质量的影响[J]. 中国草地学报, 2006, 28(2): 28-32.
- [23] 康爱民. 半干旱山区膜侧沟播苜蓿建植生产性能评析[J]. 湖北农业科学, 2010, 49(12): 313-314.
- [24] 曹国顺, 马隆喜, 夏燕. 甘肃夏河高寒牧区紫花苜蓿引种试验[J]. 草业科学, 2012, 29(4): 686-639.
- [25] 曹宏, 邓芸, 刘运发, 等. 紫花苜蓿产业化生产技术问答[M]. 兰州: 兰州大学出版社, 2009: 54-62.
- [26] 曹致中. 优质苜蓿栽培与利用[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002: 11.
- [27] 李志军. 沟播栽培蓄水保土效应研究[J]. 土壤, 2006(3): 331-336.
- [28] 曹宏, 邓芸, 章会玲. 陇东地区紫花苜蓿优质高产栽培技术[J]. 牧草与饲料, 2009, 3(1): 51-55.

A study on sowing techniques of *Medicago sativa* in Longdong dry land

CAO Hong¹, HAN Yong¹, FANG Gang²

(1. College of Agriculture and Forestry, Longdong University, Qingyang 745000, China;

2. Xifeng District Animal Husbandry Bureau, Qingyang 745000, China)

Abstract: A study on sowing date, sowing density and sowing methods of the newly introduced alfalfa (*Medicago sativa*) varieties was carried on in arid and semi-arid areas of Longdong during last 2—3 years. The results show that: 1) in yield, the autumn sowing gave the best performance with the average yield of $0.772 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}$ and the summer sowing followed with the average yield of $0.700 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}$. Compared with spring sowing, the yields of autumn and summer sowing increased by 10.29% ($P < 0.05$) and 4.79% ($P < 0.05$), respectively. Compared with Longdong alfalfa, the yields of Alfaking, Sanditi, Goldenmpress and Gannong No. 1 increased by 13.08% ($P < 0.05$), 3.54%, 2.22% and 7.53% ($P < 0.05$), respectively. 2) In the sowing density, there were higher yields at 720 and 480 plants $\cdot \text{m}^{-2}$, which had significant differences ($P < 0.05$) comparing with the density of 960 and 240 plants $\cdot \text{m}^{-2}$, with the average yield of 0.72 and $0.66 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}$, respectively. Among the tested varieties, Alfaking and Goldenmpress had higher yields than Phabulous ($P < 0.05$). 3) In sowing methods, there were no significant difference on germination rate, over-wintering rate and hay yield between plastic film beside furrow and ordinary furrow sowing, and there was no obvious difference compared with the mechanical drilling. 4) Overall, different sowing date, sowing density, sowing methods and varieties had great influences on alfalfa growth and yields in the first to second growth years, and no significant effect at the third year. According to the trial, the alfalfa should be sown in autumn by ordinary furrow sowing method and the optimum density was 480 to 720 plants $\cdot \text{m}^{-2}$ ($15.0\text{--}22.5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$). Alfaking showed significant yield increases in the experiments and should be aggressively promoted in Longdong arid and semi-arid areas.

Key words: sowing date; sowing density; sowing method; yield

Corresponding author: CAO Hong E-mail: caoh207@163.com