文章编号: 1674 - 1730(2019) 05 - 0062 - 05

不同种植方式对“甘农5号”紫花苜蓿生产性能的影响

李茜¹, 曹宏¹, 李彬¹, 杨丽霞¹, 张慧²

(1. 陇东学院 农林科技学院, 甘肃 庆阳 745000; 2. 环县草原工作站, 甘肃 环县 745700)

摘要: 为研究优质紫花苜蓿品种甘农5号在不同种植方式下的生产特性, 采用种植行距和覆膜种类作为试验因素在环县对其进行双因素交叉分组试验。结果表明, 70cm的种植行距可显著提高甘农5号紫花苜蓿的种子产量, 50cm的种植行距则可显著提高其饲草产量并抑制田间杂草量; 白膜覆盖可提高甘农5号紫花苜蓿的饲草产量, 黑膜覆盖则可显著抑制其田间杂草量; 两种种植方式间无显著交互作用。

关键词: 甘农5号; 种植行距; 覆膜种类; 饲草生产; 种子生产

中图分类号: S816; S541 **文献标识码:** A

Effects of Different Planting Methods on the Production Performance of Gannong No. 5 Alfalfa

LI Qian¹, CAO Hong¹, LI Bin¹, YANG Li-xia¹, ZHANG Hui²

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

2. Huanxian Grassland Station, Huanxian 745700, Gansu)

Abstract: In order to clarify the production performance of the high-quality alfalfa variety Gannong No. 5 in different planting methods, row spacing and film type were chosen to conduct the two-factors cross-over classification experiments in Huanxian. The results show that: 1) The row spacing of 70cm can significantly increase the seed yield of Gannong No. 5 and the row spacing of 50cm can significantly increase the forage yield and inhibit the biomass of weeds in the field. 2) The white film can increase the forage yield of Gannong No. 5 and black film coverage can significantly inhibit the biomass of weeds. 3) There was no significant interaction between row spacing and film type.

Key words: Gannon No. 5; row spacing; film type; forage production; seed production

紫花苜蓿(*Medicago sativa*)为豆科苜蓿属多年生草本植物,其含有丰富的蛋白质、矿物质、多种维生素及胡萝卜素,适口性好,根系发达,具有良好的生物固氮能力,是我国最重要的一种优良牧草,也被广泛誉为“牧草之王”^[1-3]。甘肃省作为我国紫花苜蓿的主要产区,2013年时紫花苜蓿种植面积已达650000公顷,位居全国首位^[4],在甘肃发展优质紫花苜蓿高效生产技术具有重要意义。紫花苜蓿的生产不仅包括饲草生产,也包括种子生产,种植行距和覆盖材料等不同的种植方式对紫花苜蓿的生产性能影响甚巨^[5]。其中种子的生产不仅是发展苜蓿种植的一个重要环

节,也具有较高的经济效益^[6]。我国目前对于紫花苜蓿生产性能的研究多集中在饲草生产方面,对种子生产技术的研究则较为落后^[1,7-8]。

目前甘肃省栽培面积较大的苜蓿品种有:陇东苜蓿、陇中苜蓿、甘农3号、三得利、皇后、阿尔冈金等,而培育潜力大但因种子生产赶不上致使栽培面积有限的品种有新疆大叶、甘农4号、甘农5号、中苜2号等^[9]。其中甘农5号紫花苜蓿作为我国第一个抗虫(高抗蚜虫、兼抗蓟马)且高秋眠级(在内蒙古表现为非秋眠型)的苜蓿品种,其在多地表现出适应性强,生产性能高的特点,多名学者认为此品种具有较强的发

收稿日期: 2018-05-29

基金项目: 甘肃省科技成果转化项目(1205NCNM138); 甘肃省科技支撑计划项目(1604NKCM054); 甘肃省高等学校科学研究项目(2016A-086)

作者简介: 李茜(1990—),女,甘肃庆阳人,实验师,硕士,主要从事草地生理生态研究。

展潜力^[9-12]。

甘肃省环县地处我国农牧交错带,是牧草种植和家畜养殖的传统区域,有着悠久的紫花苜蓿栽培历史^[13-14]。为此本研究以甘农5号紫花苜蓿作为试验材料,选取种植行距和覆膜种类这两种生产上常用的种植方式进行双因素交叉分组试验,研究其在环县的生产表现,以期总结出甘农5号紫花苜蓿高效生产的技术要点,为环县及其相似气候区域的饲草生产和种子生产实践提供一定的理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于庆阳市环县曲子镇五里桥村黄道咀湾组,海拔1136m,年平均降水量480mm,年均气温9.2℃,无霜期165d,年均日照时数2596.2h,日照率58%,前作为玉米,土壤肥厚,有灌溉条件。

1.2 试验材料

1.2.1 紫花苜蓿种子 供试甘农5号紫花苜蓿种子来源于甘肃农业大学,播前测定种子的千粒重、净度、发芽势、发芽率^[15]分别为:1.83g、97%、86.7%、89%。

1.2.2 地膜 试验选用聚乙烯白色地膜和黑色地膜,白膜厚度为0.015mm,黑膜厚度为0.018mm。

1.3 试验设计与种植管理

1.3.1 试验设计

试验采用双因素交叉分组试验(又称两向分组试验或复因子试验)^[16],两因素分别为种植行距(A)和覆膜种类(B)。种植行距分为两水平:A1-行距70cm,A2-行距50cm(株距都为20cm);覆膜种类亦分两水平:B1-白膜,B2-黑膜。试验共形成4(2×2)个处理(表1),每处理设3个重复。

表1 试验设计(2×2)

种植行距	覆膜种类	
	1	2
1	A1B1	A1B2
2	A2B1	A2B2

1.3.2 试验种植管理

1.3.2.1 试验地设计 试验地分为12个小区,小区面积为70m²(7m×10m),区间距和走道均为0.5m,采用随机区组设计将4个处理及其3个重复排在12个小区中。

1.3.2.2 播前土地整理 试验地在种植前进行了精细整地:人工打碎土块,拾净根茬,在耕翻、耙细、整平后随即镇压,以使播种深度匀称^[17]。各小区施底肥粪肥25kg,施磷酸二铵1kg,然后分别覆膜,进行种植。

1.3.2.3 播种方式 播种前浸种,采用穴播的方式,按照设定的行株距种植,每穴下籽3~4粒,播种深度为2cm。播种日期为2013年5月17日。

1.3.2.4 田间管理 播种后,于出苗期结合降雨进行松土、锄草,并对个别小区伤根未出苗的穴进行补种,之后人工灌溉以保证出苗。为保证试验田的成功建植,在分枝期之前,紫花苜蓿苗较弱的情况下适时除草及浇灌;分枝期之后,紫花苜蓿苗完全在自然环境下生长,无任何人工措施。

1.4 测定指标与方法

1.4.1 生长性状 于种植第一年(2013年)第一茬紫花苜蓿收割时,测定各小区紫花苜蓿的株高以及每平方米的分枝数。

1.4.2 田间杂草量 在2013年每次紫花苜蓿测产取样时,同时割取1m²样地内的杂草,65℃烘干至恒重后称重,即得每平方米田间杂草量。

1.4.3 干草产量 2013年时,在紫花苜蓿每次达到初花期时及入冬前(7月下旬、9月下旬及10月下旬)进行测产,每小区随机选取1m²鲜草齐地刈割,65℃烘干至恒重后称重,即得每平方米干草产量。2014和2015年时,在种子收获后,于9月下旬再生紫花苜蓿达到初花期时进行干草产量测定。

1.4.4 种子产量 于2014、2015年7月下旬,第一茬紫花苜蓿70%的荚果变黑达到成熟期时,各小区紫花苜蓿全部齐地收割,分别打捆、晾晒、干燥后脱荚、清选、称重,计为种子产量^[7]。

1.5 数据处理

采用SPSS19.0统计软件进行双因素方差分析(考虑交互作用)^[18]。

2 结果与分析

2.1 种植行距与覆膜种类双因素作用下甘农5号紫花苜蓿的生长特性

2013年第一茬收割时,种植行距对紫花苜蓿的株高产生了显著影响(P<0.05),A1水平高于A2水平14.9%;覆膜种类对株高则无显著影响,B1水平与B2水平间差异不显著;行距与覆膜种类未对株高产生明显交互作用。同时,行距对紫花苜蓿的单位面积分枝数产生了极显著影响(P<0.01),A2水平高于A1水平73.3%;覆膜种类对单位面积分枝数无显著影响,B1水平与B2水平间无显著差异;行距与覆膜种类未对单位面积分枝数产生明显的交互作用(表2)。

2.2 种植行距与覆膜种类双因素作用下甘农5号紫花苜蓿的田间杂草量

种植行距对2013年第一茬、第二茬的田间杂草量均未产生显著影响,但对第三茬的田间杂草量产生了显著影响(P<0.05),A1水平显著(P<0.05)高于A2水平,对全年田间杂草量产生了极显著影响(P<0.01),A1水平高于A2水平27.8%。覆膜种类对第一茬和全年的田间杂草量产生了极显著影响(P<

0.01) ,B1 水平显著($P < 0.01$) 大于 B2 水平 ,全年总
杂草量的 B1 水平高于 B2 水平 58.4%;覆膜种类对第
二茬和第三茬的田间杂草量则产生显著影响($P <$

0.05) ,B1 水平显著($P < 0.05$) 高于 B2 水平。行距与
覆膜种类对第一茬、第二茬、第三茬和全年的田间杂
草量均未产生明显的交互作用(表 3)。

表 2 种植行距与覆膜种类对“甘农 5 号”紫花苜蓿生长特性的影响

项目	A	B		$\bar{x}_A \pm \Delta x_A$	因素	P	F	显著性
		B1	B2					
株高 (cm)	A1	60.33 ± 4.73	58 ± 3.61	59.17 ± 3.97	A	0.014	9.751	*
	A2	53.00 ± 4.00	50.00 ± 4.58	51.50 ± 4.18	B	0.309	1.180	
	$\bar{x}_B \pm \Delta x_B$	56.67 ± 5.61	54.00 ± 5.73		A × B	0.895	0.018	
分枝数 (个/m ²)	A1	211.33 ± 10.60	204.67 ± 6.51	208.00 ± 8.67	A	0.000	849.975	**
	A2	363.33 ± 9.87	357.67 ± 8.74	360.50 ± 8.89	B	0.272	1.390	
	$\bar{x}_B \pm \Delta x_B$	287.33 ± 83.76	281.17 ± 84.08		A × B	0.926	0.009	

注 “*”表示差异显著($P < 0.05$) ,“**”表示差异极显著($P < 0.01$) ,下同。

表 3 种植行距与覆膜种类对“甘农 5 号”紫花苜蓿田间杂草量的影响

项目	A	B		$\bar{x}_A \pm \Delta x_A$	因素	P	F	显著性
		B1	B2					
第一茬杂草量 (g/m ²)	A1	24.50 ± 3.50	14.00 ± 3.50	19.25 ± 6.55	A	0.227	1.714	
	A2	21.00 ± 7.00	10.50 ± 3.50	15.75 ± 7.59	B	0.004	15.429	**
	$\bar{x}_B \pm \Delta x_B$	22.75 ± 5.31	12.25 ± 3.67		A × B	1.000	0.000	
第二茬杂草量 (g/m ²)	A1	25.67 ± 4.04	18.08 ± 4.40	21.88 ± 5.62	A	0.142	2.646	
	A2	21.58 ± 4.40	14.58 ± 3.18	18.08 ± 5.15	B	0.014	9.784	*
	$\bar{x}_B \pm \Delta x_B$	23.63 ± 4.39	16.33 ± 3.93		A × B	0.904	0.016	
第三茬杂草量 (g/m ²)	A1	21.00 ± 3.50	15.17 ± 5.35	18.08 ± 5.15	A	0.023	7.837	*
	A2	15.63 ± 1.76	9.33 ± 2.02	12.48 ± 3.84	B	0.016	9.197	*
	$\bar{x}_B \pm \Delta x_B$	18.32 ± 3.84	12.25 ± 4.82		A × B	0.910	0.014	
全年总杂草量 (g/m ²)	A1	71.17 ± 4.04	47.25 ± 1.75	59.21 ± 13.39	A	0.001	22.580	**
	A2	58.22 ± 7.98	34.42 ± 2.28	46.32 ± 14.05	B	0.000	77.337	**
	$\bar{x}_B \pm \Delta x_B$	64.69 ± 9.07	40.83 ± 7.26		A × B	0.983	0.000	

2.3 种植行距与覆膜种类双因素作用下甘农 5 号紫花苜蓿的饲草生产特性

2013 年时 种植行距对甘农 5 号紫花苜蓿的第一
茬、第二茬、第三茬以及全年总产量都产生了极显著影
响($P < 0.01$) ,且 A1 水平显著($P < 0.01$) 低于 A2 水

平 ,A2 水平的全年总产量高于 A1 水平 38.7%。覆膜
种类对第一茬、第二茬、第三茬产量均无显著影响 ,对
全年总产量影响显著($P < 0.05$) ,且 B1 水平高于 B2
水平 16.2%。两因素对三茬产量和全年总产量均未
产生明显的交互作用(表 4)。

表 4 种植行距与覆膜种类对“甘农 5 号”紫花苜蓿 2013 年饲草产量的影响

项目	A	B		$\bar{x}_A \pm \Delta x_A$	因素	P	F	显著性
		B1	B2					
第一茬产草量 (t/hm ²)	A1	3.36 ± 0.61	3.06 ± 0.31	3.21 ± 0.46	A	0.009	11.848	**
	A2	4.22 ± 0.47	3.96 ± 0.30	4.09 ± 0.38	B	0.307	1.191	
	$\bar{x}_B \pm \Delta x_B$	3.79 ± 0.68	3.51 ± 0.56		A × B	0.935	0.007	
第二茬产草量 (t/hm ²)	A1	2.52 ± 0.63	1.80 ± 0.79	2.16 ± 0.75	A	0.006	13.577	**
	A2	3.66 ± 0.31	3.00 ± 0.30	3.33 ± 0.45	B	0.062	4.722	
	$\bar{x}_B \pm \Delta x_B$	3.09 ± 0.77	2.40 ± 0.85		A × B	0.927	0.009	
第三茬产草量 (t/hm ²)	A1	3.00 ± 0.58	2.40 ± 0.30	2.70 ± 0.53	A	0.001	23.092	**
	A2	3.96 ± 0.30	3.60 ± 0.30	3.78 ± 0.33	B	0.065	4.561	
	$\bar{x}_B \pm \Delta x_B$	3.48 ± 0.67	3.00 ± 0.71		A × B	0.608	0.285	
全年总产草量 (t/hm ²)	A1	8.88 ± 1.16	7.26 ± 1.09	8.07 ± 1.34	A	0.000	32.726	**
	A2	11.84 ± 0.98	10.56 ± 0.30	11.20 ± 0.96	B	0.029	7.016	*
	$\bar{x}_B \pm \Delta x_B$	10.36 ± 1.88	8.91 ± 1.94		A × B	0.762	0.098	

2014 年时 种植行距对甘农 5 号紫花苜蓿的收种
后草产量影响显著($P < 0.05$) ,A1 水平显著($P <$

0.05) 小于 A2 水平;覆膜种类及两因素的交互作用对
收种后草产量均无显著影响。2015 年时 种植行距、

覆膜种类及两因素的交互作用均未对收种后的草产量产生显著影响(表5)。

2.4 种植行距与覆膜种类双因素作用下甘农5号紫花苜蓿的种子生产特性

表5 种植行距与覆膜种类对“甘农5号”紫花苜蓿2014年和2015年饲草产量的影响

项目	A	B		$\bar{x}_A \pm \Delta x_A$	因素	P	F	显著性
		B1	B2					
2014年草量 (t/hm ²)	A1	2.40 ± 0.30	2.10 ± 0.30	2.25 ± 0.31	A	0.025	7.562	*
	A2	2.90 ± 0.46	2.70 ± 0.30	2.80 ± 0.36	B	0.247	1.563	
	$\bar{x}_B \pm \Delta x_B$	2.65 ± 0.44	2.40 ± 0.42		A × B	0.809	0.062	
2015年草量 (t/hm ²)	A1	1.95 ± 0.30	1.89 ± 0.18	1.92 ± 0.22	A	0.296	1.248	
	A2	2.16 ± 0.26	2.10 ± 0.48	2.13 ± 0.35	B	0.758	0.102	
	$\bar{x}_B \pm \Delta x_B$	2.06 ± 0.28	2.00 ± 0.35		A × B	1.000	0.000	

表6 种植行距与覆膜种类对“甘农5号”紫花苜蓿2014年和2015年种子产量的影响

项目	A	B		$\bar{x}_A \pm \Delta x_A$	因素	P	F	显著性
		B1	B2					
2014年种子产量 (kg/hm ²)	A1	600.00 ± 50.00	533.33 ± 41.63	566.67 ± 55.02	A	0.035	6.456	*
	A2	466.67 ± 57.74	433.33 ± 133.17	450.00 ± 93.59	B	0.308	1.186	
	$\bar{x}_B \pm \Delta x_B$	533.33 ± 87.56	483.33 ± 103.86		A × B	0.726	0.132	
2015年种子产量 (kg/hm ²)	A1	403.33 ± 25.17	406.67 ± 11.55	405.00 ± 17.61	A	0.023	7.921	*
	A2	333.33 ± 57.74	343.33 ± 51.32	338.33 ± 49.16	B	0.786	0.079	
	$\bar{x}_B \pm \Delta x_B$	368.33 ± 55.29	375.00 ± 48.06		A × B	0.892	0.020	

3 讨论

株高和分枝数是影响紫花苜蓿草产量的两个重要因素。株高较高、分枝数较多则草产量亦高^[2,49]。同时紫花苜蓿由于种子较小,幼苗较弱,苗期生长缓慢,易受杂草危害,苗期生长的快慢会影响到其成田的难易与快慢^[20-21]。本试验中测定甘农5号紫花苜蓿种植行距与覆膜种类双因素作用下种植第一年第一茬收割时的株高和单位面积分枝数不仅可以表征一定的产量成因也可以体现其苗期生长的快慢。在种植行距和覆膜种类两个因素中,种植行距是影响紫花苜蓿株高的主要因素,70cm行距的株高高于50cm行距的株高,较宽的行距保证了紫花苜蓿的充分生长从而具有较高的株高;种植行距也是影响紫花苜蓿单位面积分枝数的主要因素,50cm行距的单位面积分枝数高于70cm行距的,这其中虽然有种植密度的影响,但却体现了紫花苜蓿草田总体的生长旺盛程度。70cm行距紫花苜蓿的株高虽高于50cm行距,但只增高了14.9%,50cm行距紫花苜蓿草田的单位面积分枝数却比70cm行距的高了73.3%。总体而言,按照50cm行距种植,甘农5号紫花苜蓿成田较易,比较容易获得较高的产量。

紫花苜蓿苗期生长慢,在大面积种植时经常遭受杂草的危害,高大稠密型杂草甚至对紫花苜蓿生长造成严重的抑制作用,同时,杂草在水、热、养分上与紫花苜蓿形成竞争,会造成一定的资源浪费^[2,22]。本试验中,在2013年紫花苜蓿生长处于相对较早的阶段(第一茬、第二茬),影响田间杂草量的主要因素是覆

膜种类,黑膜抑制杂草生长。而在2013年第三茬时,覆膜种类和种植行距都显著影响田间杂草量,覆盖黑膜和50cm行距的种植方式对杂草抑制作用明显。全年杂草量体现出与第三茬相似的规律。总体来说,在2013年全年覆盖黑膜对杂草的生长抑制作用明显,其原因可能是在白膜里杂草光合作用可正常进行,且水热条件良好,一定程度上促进了杂草的生长;黑膜抑制了杂草的光合作用,使杂草生长缓慢,甚至难以顶膜而出^[23-24]。50cm的种植行距由于紫花苜蓿密度较大、生长较为旺盛,会对杂草生长造成一定的抑制,这种抑制作用在2013年第一茬、第二茬苜蓿生长相对较早阶段苜蓿苗较弱的阶段并不明显,但却在生长后期(第三茬)苜蓿苗较壮时较为明显,三茬累积起来更显示出极显著的抑制作用,这与前人的研究结果相似^[25]。

从2013年全年来看,种植行距是影响各茬及全年总产量的主要因素。50cm的种植行距由于密度较大而产生了较高的饲草产量,全年草产量比70cm种植行距的草田高了38.7%。覆膜种类则在全年产量水平上体现出了明显差别,白膜覆盖的草田产量较高(高于黑膜覆盖16.2%),可能原因是黑膜在抑制杂草生长的同时也对苜蓿的生长造成了影响。2014年和2015年甘农5号紫花苜蓿草田虽主要以种子收获为目的,但在种子收获后草田依然可出产一茬饲草以提高经济效益。种植行距依然是影响2014年和2015年饲草产量的主要因素,但由于2015年天气干旱,饲草产量整体较低,种植行距间的差异未达到显著水平。

虽由于2015年天气干旱的原因,甘农5号紫花苜蓿种子产量较2014年减产,但种植行距对两年的种子产量都造成显著影响,两因素中种植行距是影响种子产量的主要因素。70cm种植行距的种子产量显著高于50cm行距,可能的原因为:稀植条件下紫花苜蓿群体的单株营养面积得到改善,阳光充足,通风良好,促进了生殖枝的大量形成^[26-28]。

4 结论

本试验研究的两个因素的两水平中,70cm的种植行距可显著提高甘农5号紫花苜蓿的单位面积种子产量,50cm的行距可显著提高单位面积饲草产量并且抑制田间杂草量;白膜覆盖可提高单位面积的饲草产量,黑膜覆盖可显著抑制田间杂草量;两个因素间无显著的交互作用。因此,甘农5号紫花苜蓿在以饲草生产为目的时,采用白膜覆盖和较窄的种植行距会提高其饲草产量;以种子生产为目的时,采用黑膜覆盖和较宽的种植行距可提高种子产量。

参考文献:

- [1]孙启忠,桂荣,那日苏.我国西北地区苜蓿种子产业化发展优势与对策[J].草业科学,2000,17(2):65-69.
- [2]陈宝书.牧草饲料作物栽培学[M].北京:中国农业出版社,2001:207-222.
- [3]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.
- [4]张洁冰,南志标,唐增.美国苜蓿草产业成功经验对甘肃省苜蓿草产业之借鉴[J].草业科学,2015,32(8):1337-1343.
- [5]霍海丽,王琦,张恩和,等.不同集雨种植方式对干旱区紫花苜蓿种植的影响[J].应用生态学报,2013,24(10):2770-2778.
- [6]杨伟光,李红,黄新育,等.不同生长年限紫花苜蓿种子生产性能及其效益研究[J].中国草地学报,2013,35(6):25-28.
- [7]李拥军,闵继淳.灌水次数、播种密度对留种紫花苜蓿生长发育和种子产量的影响[J].草业学报,1998,7(3):29-33.
- [8]师尚礼,龙瑞军,吴劲锋.我国苜蓿种子生产存在的问题及其对策[J].草原与草坪,2002(3):20-23.
- [9]冯刚刚,孙万斌,马晖玲,等.22个苜蓿品种在甘肃永登地区的生产适应性评价[J].草原与草坪,2016,36(4):64-72.
- [10]王森山,朱亚灵,宋丽雯,等.不同苜蓿品种对豌豆蚜田间抗性评价[J].草地学报,2014,22(5):1139-1142.
- [11]闫亚飞,柳茜,高润,等.不同苜蓿品种秋眠级评定及产量性状的初步分析[J].中国草地学报,2016,38(5):1-7.
- [12]柴连生,雷荣深,周丰,等.种植密度对甘农5号苜蓿种子产量的影响[J].甘肃农业科技,2017(8):44-47.
- [13]郝兴中,常生华.黄土高原农牧交错带草业发展前景浅析—对环县苜蓿草产业发展的分析[J].草业科学,2002,19(5):40-42.
- [14]敬永方,张富忠,常生华.黄土高原农牧交错带苜蓿草地固沙效果观察—环县试验报告[J].草业科学,2003,20(7):58-59.
- [15]韩建国.牧草种子学[M].北京:中国农业大学出版社,2000:102-121.
- [16]明道绪.田间试验与统计分析[M].第2版.北京:科学出版社,2008:118-136.
- [17]梁万青,杜霄,常丽君.环县紫花苜蓿全膜覆土穴播丰产栽培技术要点[J].农业科技与信息,2015(16):55-56.
- [18]戴孟莲,周凡炜,许建开.SPSS在化学试验双因素方差分析中的应用[J].中国科技信息,2017(17):80-82.
- [19]Sato K,Ootomo K. Growth and Development of Alfalfa Plant under Controlled Environment: IV. The effects of temperature combined with light intensity and air-humidity on the growth, nitrogen and carbohydrate constituents[J]. Bmj British Medical Journal, 2008, 322(6):1206-1212.
- [20]孙福来,李金芝,田方文,等.紫花苜蓿田杂草种类调查与防治[J].中国草地学报,2005,27(3):80-81.
- [21]张瑞孝.紫花苜蓿的保护播种[J].农业科技与信息,2005(4):36.
- [22]高子贺.河南紫花苜蓿返青期及刈割后的杂草防除研究[D].河南:河南农业大学,2015:1-23.
- [23]边芳.高寒阴湿区马铃薯黑色地膜覆盖栽培技术[J].中国马铃薯,2008,22(1):52-53.
- [24]杨薇靖,王兴政.半干旱区马铃薯黑色地膜覆盖效果[J].甘肃农业科技,2011(11):13-15.
- [25]Huarte H R, Arnold R L B. Understanding mechanisms of reduced annual weed emergence in alfalfa[J]. Weed Science, 2003, 51(6):876-885.
- [26]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):88-89.
- [27]王敬龙,曹致中,杜文华,等.不同行距处理对紫花苜蓿种子产量的影响[J].草原与草坪,2006(6):49-51.
- [28]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.

【责任编辑 赵建萍】