

# 甘南合作市藏饲1号小黑麦栽培技术研究

周兰兰<sup>1</sup>,李明军<sup>1</sup>,杨红娟<sup>1</sup>,何振富<sup>2</sup>,李凤庆<sup>1</sup>,马玲<sup>1</sup>,毛玉萍<sup>1\*</sup>

(1.甘肃省甘南州农业科学研究所,甘肃 合作 747000;2.甘肃省农业科学院 蓄草与绿色农业研究所,甘肃 兰州 730070)

**摘要:**为挖掘小黑麦藏饲1号在高海拔地区的最佳栽培技术,本研究以小黑麦藏饲1号品种为试验材料,采用大田裂区设计试验,探究播种方式(条播、撒播)、播种密度(15,17.5,200 kg/667 m<sup>2</sup>)和有机肥施用量(800,1 000,1 200 kg/667 m<sup>2</sup>)对小黑麦藏饲1号生育期、株高、干草产量、营养品质的影响,确定其最佳栽培模式。结果显示,在条播条件下,播种密度为17.5 kg/667 m<sup>2</sup>、有机肥施用量为1 200 kg/667 m<sup>2</sup>时,小黑麦干草产量(279.7 kg/667 m<sup>2</sup>)、粗蛋白(3.59%)、粗脂肪(1.26%)、无氮浸出物(53.47%)含量高,粗灰分(5.8%)、粗纤维含量低(32.53%),营养价值高。

**关键词:**饲草新品种;小黑麦藏饲1号;栽培试验

中图分类号:S512.4

文献标志码:A

## The Study on the Cultivation Techniques of Xiaorye No.1 in Gannan Cooperative City

ZHOU Lanlan<sup>1</sup>, LI Mingjun<sup>1</sup>, YANG Hongjuan<sup>1</sup>, HE Zhenfu<sup>2</sup>, LI Fengqing<sup>1</sup>, MA Ling<sup>1</sup>, MAO Yuping<sup>1\*</sup>

(1.Gannan Institute of Agricultural Sciences in Gansu Province, Hezuo Gansu 747000;2.Animal Husbandry-pasture and Green Agriculture Institute, Gansu Academy of Agricultural Sciences,Lanzhou,Gansu Province 730070)

**Abstract:** In order to explore the best cultivation technology of Triticale Zangsi No. 1 in high-altitude areas, this study used Triticale Zangsi No. 1 as experimental material, and used field split plot design experiment to explore the effects of sowing methods (drilling, sowing), sowing density (15, 17.5, 200 kg/667 m<sup>2</sup>) and organic fertilizer application amount (800, 1 000, 1 200 kg/667 m<sup>2</sup>) on the growth period, plant height, hay yield and nutritional quality of Triticale Zangsi No. 1. Determine the best cultivation mode. The results showed that under the condition of drilling, when the sowing density was 17.5 kg/667 m<sup>2</sup> and the application amount of organic fertilizer was 1 200 kg/667 m<sup>2</sup>, the hay yield (279.7 kg/667 m<sup>2</sup>), crude protein (3.59%), crude fat (1.26%), nitrogen free extract (53.47%), crude ash (5.8%), crude fiber (32.53%) and nutritional value of triticale were high.

**Key Words:** new forage varieties; Triticale Zangsi No. 1; cultivation experiment

小黑麦是由小麦属(*Triticum*)和黑麦属(*Secale*)物种经属间有性杂交和杂种染色体数加倍而人工结合成的新物种,具有较强的耐盐、耐寒、耐旱、耐贫瘠特性,且抗逆性强、适应性广<sup>[1]</sup>。饲用小黑麦产量高,适口性好,牲畜喜食,是一种具有较高营养价值的饲草作物<sup>[2]</sup>,在整个生长期发生虫害

少,不需要喷洒农药,可以实现优质饲料的绿色生产<sup>[3-5]</sup>。随着畜牧业的发展,饲料需求量不断增大,在撂荒地种植小黑麦可以解决粮饲争地问题。小黑麦已在高寒牧区示范推广,并且取得了良好的效益<sup>[6-7]</sup>。

研究表明,氮肥施用量和播种密度对小黑麦产量和品质有显著影响<sup>[8]</sup>。播种方式、播种密度、有机肥施用量对小黑麦的研究尚未报道,且在高寒牧区对小黑麦干草产量和营养品质的研究较少<sup>[9-11]</sup>。本研究以甘南州农业科学研究所2020年饲草品比试验筛选出的优质饲草小黑麦藏饲1号为材料<sup>[12]</sup>,进行优质饲草栽培试验。通过对不同处理生育期、农艺性状、草产量和营养成分含量进行测定和分

收稿日期:2023-07-11

**基金项目:**甘肃省现代农业科技支撑体系区域创新中心重点科技项目“甘南藏区高海拔适应性优质牧草品种评价与高效栽培技术研究与示范”项目(CAAS05-3)。

**作者简介:**周兰兰(1987-),女,甘肃漳县人,高级农艺师,主要从事作物新品种选育及示范研究,E-mail:3403245047@qq.com;\*为通讯作者:毛玉萍,农艺师,主要从事作物新品种选育及示范研究。

析,探究小黑麦最优栽培技术,为优质饲草小黑麦藏饲1号大面积生产和推广种植提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地气候特征

试验于2021年4月—10月进行,试验地设在甘肃省合作市卡加曼乡新集村甘南州农业科学研究所综合试验站(35°08'80"N,102°91'60"E)。试验地地处合作市北部,地势东北高、西南低,平均海拔2 737 m,年平均气温3.0℃,生育期4—8月平均气温为10.4℃,降水量为282.8 mm,日照时数为878.6 h,无霜期6月5日—8月26日为83 d,耕种亚高山草甸草原土,旱川地,地力中等,前茬青稞,试验于4月18日播种。

1.2 试验地土壤特征

播前0~20 cm土壤全氮1.46 g/kg,有效磷13.92 mg/kg,速效钾255.00 mg/kg,碱解氮101.00 mg/kg,铵态氮15.79 mg/kg,pH值8.58;20~40 cm土壤全氮1.45 g/kg,有效磷11.95 mg/kg,速效钾228.00 mg/kg,碱解氮94.00 mg/kg,铵态氮2.87 mg/kg,pH值8.60。

1.2 试验材料与试验设计

试验选用甘肃农业大学选育出的优质饲草小黑麦藏饲1号品种,种子由甘南州农业科学研究所提供。

试验各设18个处理,即播种方式设A<sub>1</sub>(条播)和A<sub>2</sub>(撒播)两个水平,密度设B<sub>1</sub>(15 kg/667 m<sup>2</sup>)、B<sub>2</sub>(17.5 kg/667 m<sup>2</sup>)、B<sub>3</sub>(20 kg/667 m<sup>2</sup>)3个水平,施肥量C<sub>1</sub>(800 kg/667 m<sup>2</sup>)、C<sub>2</sub>(1 000 kg/667 m<sup>2</sup>)、C<sub>3</sub>(1 200 kg/667 m<sup>2</sup>)3个水平,随机区组排列,每个品种(系)设3次重复,小区面积10 m<sup>2</sup>(2.5 m×4 m),条播10行区,行距0.25 m,参试肥料为有机肥,试验田周围种植1 m保护行。

1.4 测定指标与方法

1.4.1 生育期测定

栽培试验期间详细记录小黑麦各个生育时期。

1.4.2 株高测定

开花期每个小区选取代表性植株10株,测量每株株高,取其平均值作为该小区饲草的株高。

1.4.3 草产量测定

开花期刈割每个小区,除去边行50 cm的所有植株地上部分,称质量得小区鲜草产量。从每个小区分别取鲜样250 kg,105℃烘箱中杀青1 h,然后在60℃烘箱中烘12 h,称干草质量,计算出干鲜

比,然后以250 kg鲜草烘干的干草质量计算小区干草质量。

1.4.4 营养品质测定

对各处理植株分别进行取样测定分析,全部在收获时取样。采用直接干燥法、凯氏定氮法、灼烧法、残余法、过滤法、原子吸收分光光谱法、酸溶—钼钒黄比色法分别测定小黑麦干基水分(DM)、粗蛋白(CP)、粗灰分(CA)、粗脂肪(EE)、粗纤维(CF)、钙(Ca)、总磷(P)。

1.5 数据处理

采用软件Microsoft Excel 2007和SPSS17.0对不同处理小黑麦干草产量及营养品质进行方差分析;有显著差异后用Duncan法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 生育期比较

小黑麦藏饲1号栽培试验物候期见表1,由表1可知,各处理5月6日—5月8日出苗,出苗整齐。5月23日—5月29日进入分蘖期,6月18日—6月21日进入拔节期,7月1日—7月5日进入孕穗期,8月16日—8月19日成熟。各处理生育天数在120~123 d之间,不同处理小黑麦生育期没有明显差异。

表1 小黑麦藏饲1号栽培试验物候期

物候	播种期 出苗期 分蘖期 拔节期 抽穗期 成熟期 生育期						
	(日/月) (日/月) (日/月) (日/月) (日/月) (日/月) (日/月)						
处理							
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	18/4	7/5	23/5	18/6	8/7	16/8	120
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	18/4	7/5	23/5	21/6	9/7	17/8	121
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub>	18/4	7/5	23/5	19/6	10/7	18/8	122
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	18/4	7/5	24/5	18/6	10/7	19/8	123
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	18/4	7/5	24/5	20/6	10/7	19/8	123
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	18/4	7/5	25/5	20/6	9/7	19/8	123
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub>	18/4	6/5	23/5	18/6	10/7	17/8	121
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub>	18/4	7/5	23/5	19/6	11/7	16/8	120
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>3</sub>	18/4	7/5	24/5	18/6	10/7	18/8	122
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	18/4	8/5	23/5	20/6	11/7	18/8	122
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	18/4	8/5	28/5	21/6	10/7	18/8	122
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub>	18/4	8/5	28/5	21/6	11/7	17/8	121
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	18/4	7/5	28/5	21/6	12/7	17/8	121
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	18/4	7/5	29/5	21/6	13/7	17/8	121
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	18/4	7/5	28/5	21/6	14/7	18/8	122
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub>	18/4	7/5	28/5	21/6	14/7	18/8	122
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub>	18/4	7/5	28/5	20/6	14/7	16/8	120
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>3</sub>	18/4	7/5	26/5	20/6	14/7	17/8	121
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	18/4	7/5	23/5	18/6	8/7	16/8	120

2.2 株高比较

小黑麦藏饲1号栽培试验株高见表2,由表2可知,各处理间株高存在显著差异( $p<0.05$ ), $A_2B_3C_1$ 株高最高为1.64 m, $A_1B_3C_2$ 株高居第2,值为1.63 m,处理 $A_2B_3C_1$ 株高显著高于其余各处理,处理 $A_1B_3C_1$ 株高最低为1.34 m。

表2 小黑麦藏饲1号栽培试验株高比较

处理	株高/m
$A_1B_1C_1$	1.63±0.16abA
$A_1B_1C_2$	1.48±0.23abcA
$A_1B_1C_3$	1.42±0.06abcA
$A_1B_2C_1$	1.36±0.08bcA
$A_1B_2C_2$	1.38±0.07abcA
$A_1B_2C_3$	1.57±0.06abcA
$A_1B_3C_1$	1.34±0.16cA
$A_1B_3C_2$	1.63±0.07abA
$A_1B_3C_3$	1.61±0.21abcA
$A_2B_1C_1$	1.53±0.32abcA
$A_2B_1C_2$	1.48±0.04abcA

续表

处理	株高/m
$A_2B_1C_3$	1.39±0.08abcA
$A_2B_2C_1$	1.48±0.15abcA
$A_2B_2C_2$	1.34±0.08cA
$A_2B_2C_3$	1.46±0.13abcA
$A_2B_3C_1$	1.64±0.09aA
$A_2B_3C_2$	1.41±0.14abcA
$A_2B_3C_3$	1.52±0.08abcA

注:不同小写字母表示 $p<0.05$ 水平差异具有统计学意义,不同大写字母表示 $p<0.01$ 水平差异具有统计学意义。

2.3 草产量比较

各处理折合每667 m<sup>2</sup>产量(以干质量计算)在196.1–279.7 kg/667 m<sup>2</sup>之间, $A_1B_2C_3$ 产量居首位,折合279.7 kg/667 m<sup>2</sup>;  $A_1B_3C_3$ 产量居第2位,折合271.6 kg/667 m<sup>2</sup>;  $A_1B_1C_1$ 产量居第3位,折合265.4 kg/667 m<sup>2</sup>;  $A_1B_3C_2$ 产量居第4位,折合264.3 kg/667 m<sup>2</sup>;  $A_2B_1C_1$ 产量居第5位,折合252.3 kg/667 m<sup>2</sup>;  $A_2B_1C_2$ 产量最低,折合196.1 kg/667 m<sup>2</sup>(表3)。

表3 小黑麦藏饲1号栽培试验产量结果表

处理	小区产量/(kg·10 m <sup>-2</sup> )			Σ X	平均	折合(kg·667 m <sup>-2</sup> )		位次
	I	II	III			湿质量	干质量	
$A_1B_1C_1$	13.50	12.70	14.40	40.60	13.53	902.2	265.4	3
$A_1B_1C_2$	14.20	11.80	11.80	37.80	12.60	840.0	247.1	7
$A_1B_1C_3$	13.30	11.50	11.65	36.45	12.15	810.0	238.2	10
$A_1B_2C_1$	13.50	11.10	11.20	35.80	11.93	795.6	234.0	13
$A_1B_2C_2$	15.50	10.05	10.85	36.40	12.13	808.9	237.9	11
$A_1B_2C_3$	11.55	15.25	16.00	42.80	14.27	951.1	279.7	1
$A_1B_3C_1$	12.30	12.45	11.25	36.00	12.00	800.0	235.3	12
$A_1B_3C_2$	14.00	13.85	12.59	40.44	13.48	898.7	264.3	4
$A_1B_3C_3$	14.05	13.30	14.20	41.55	13.85	923.4	271.6	2
$A_2B_1C_1$	14.80	11.95	11.85	38.60	12.87	857.8	252.3	5
$A_2B_1C_2$	13.05	9.30	7.65	30.00	10.00	666.7	196.1	17
$A_2B_1C_3$	13.55	10.55	7.85	31.95	10.65	710.1	208.8	15
$A_2B_2C_1$	14.50	12.55	10.20	37.25	12.42	827.8	223.6	14
$A_2B_2C_2$	13.25	10.25	6.90	30.40	10.13	675.6	198.7	16
$A_2B_2C_3$	12.85	12.90	11.90	37.65	12.55	836.7	246.1	8
$A_2B_3C_1$	13.90	12.80	11.50	38.20	12.73	848.9	249.7	6
$A_2B_3C_2$	9.90	13.95	12.59	36.44	12.15	809.8	238.2	10
$A_2B_3C_3$	9.20	13.35	14.20	36.75	12.25	816.7	240.2	9
T	236.90	219.60	208.58			T=665.1		

经方差分析, 区组间、播种方式(A)间、密度(B)间、肥料(C)间产量差异均不显著(表4), 说明: ①区组间产量差异不明显, 土壤肥力均匀; ②密度间产量差异不明显, 4种密度水平下, 密度多少对产量高低影响不显著; ③肥料间产量差异不显著, 3种肥料水平下, 施肥水平高低对产量的影响没有达到显著水平。

表4 小黑麦藏饲1号栽培试验产量结果方差分析

来源	III型平方和	df	均方	F	Sig.
播种方式	8.481	1	8.481	2.259	.142
密度	12.583	2	6.291	1.676	.201
施肥量	10.700	2	5.350	1.425	.254
播种方式×密度	4.547	2	2.274	.606	.551
播种方式×施肥量	16.682	2	8.341	2.222	.123
密度×施肥量	10.507	4	2.627	.700	.597
播种方式×密度×施肥量	5.086	4	1.272	.339	.850
误差	135.134	36	3.754		
总计	8395.041	54			
校正的总计	203.719	53			

条播和撒播小区平均产量分别为12.71 kg/10 m<sup>2</sup>和11.92 kg/10 m<sup>2</sup>, 密度B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>、B<sub>3</sub>水平下平均产量为11.97 kg/10 m<sup>2</sup>, 13.0 kg/10 m<sup>2</sup>, 11.98 kg/10 m<sup>2</sup>, 施肥量C<sub>1</sub>、C<sub>2</sub>、C<sub>3</sub>水平下平均产量为11.75 kg/10 m<sup>2</sup>, 12.36 kg/10 m<sup>2</sup>, 12.84 kg/10 m<sup>2</sup>。可见, 条播产量高于撒播, 密度为B<sub>2</sub>(17.5 kg/667 m<sup>2</sup>)产量较高, 施肥量为1 200 kg/667 m<sup>2</sup>产量较高。

交互作用结果表明(表5、表6、表7、表8), 播种方式A<sub>1</sub>水平下, 密度为17.5 kg/667 m<sup>2</sup>, 施肥量为1 200 kg/667 m<sup>2</sup>, 即A<sub>1</sub>B<sub>2</sub>C<sub>3</sub>产量较高, 随着施肥量增加, 产量增加。

表5 播种方式×密度×施肥量交互作用分析

播种方式	密度	施肥量	均值	标准误差	95%置信区间	
					下限	上限
A <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	13.533	1.119	11.265	15.802
		C <sub>2</sub>	12.600	1.119	10.331	14.869
		C <sub>3</sub>	12.150	1.119	9.881	14.419
	B <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	11.933	1.119	9.665	14.202
		C <sub>2</sub>	12.133	1.119	9.865	14.402
		C <sub>3</sub>	12.733	1.119	10.465	15.002
	B <sub>3</sub>	C <sub>1</sub>	12.000	1.119	9.731	14.269
		C <sub>2</sub>	13.480	1.119	11.211	15.749
		C <sub>3</sub>	13.850	1.119	11.581	16.119

续表

播种方式	密度	施肥量	均值	标准误差	95%置信区间	
					下限	上限
A <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	12.867	1.119	10.598	15.135
		C <sub>2</sub>	10.000	1.119	7.731	12.269
		C <sub>3</sub>	10.650	1.119	8.381	12.919
	B <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	12.417	1.119	10.148	14.685
		C <sub>2</sub>	10.133	1.119	7.865	12.402
		C <sub>3</sub>	12.550	1.119	10.281	14.819
	B <sub>3</sub>	C <sub>1</sub>	14.267	1.119	11.998	16.535
		C <sub>2</sub>	12.147	1.119	9.878	14.415
		C <sub>3</sub>	12.250	1.119	9.981	14.519

表6 播种方式×密度交互作用分析

播种方式	密度	均值	标准误差	95%置信区间	
				下限	上限
A <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	12.761	.646	11.451	14.071
	B <sub>2</sub>	12.267	.646	10.957	13.576
	B <sub>3</sub>	13.110	.646	11.800	14.420
A <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	11.172	.646	9.862	12.482
	B <sub>2</sub>	11.700	.646	10.390	13.010
	B <sub>3</sub>	12.888	.646	11.578	14.198

表7 播种方式×施肥量交互作用分析

播种方式	施肥量	均值	标准误差	95%置信区间	
				下限	上限
A <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	12.489	.646	11.179	13.799
	C <sub>2</sub>	12.738	.646	11.428	14.048
	C <sub>3</sub>	12.911	.646	11.601	14.221
A <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	13.183	.646	11.874	14.493
	C <sub>2</sub>	10.760	.646	9.450	12.070
	C <sub>3</sub>	11.817	.646	10.507	13.126

表8 密度×施肥量交互作用分析

密度	施肥量	均值	标准误差	95%置信区间	
				下限	上限
B <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	13.200	.791	11.596	14.804
	C <sub>2</sub>	11.300	.791	9.696	12.904
	C <sub>3</sub>	11.400	.791	9.796	13.004
B <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	12.175	.791	10.571	13.779
	C <sub>2</sub>	11.133	.791	9.529	12.737
	C <sub>3</sub>	12.642	.791	11.038	14.246
B <sub>3</sub>	C <sub>1</sub>	13.133	.791	11.529	14.737
	C <sub>2</sub>	12.813	.791	11.209	14.417
	C <sub>3</sub>	13.050	.791	11.446	14.654

2.4 营养品质比较

小黑麦藏饲1号栽培试验营养品质结果见表9,可知,由表9不同处理小黑麦干基水分含量差异不明显( $p>0.05$ ),各处理含水量在2.86%~3.93%之间,从高到低依次为处理A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>C<sub>1</sub>、处理A<sub>1</sub>B<sub>3</sub>C<sub>1</sub>、处理A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>C<sub>3</sub>。小黑麦干基粗蛋白含量在1.67%~3.59%之间,从高到低依次为处理A<sub>1</sub>B<sub>2</sub>C<sub>3</sub>、处理A<sub>1</sub>B<sub>3</sub>C<sub>3</sub>、处理A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>C<sub>1</sub>,且处理A<sub>1</sub>B<sub>2</sub>C<sub>3</sub>和处理A<sub>1</sub>B<sub>3</sub>C<sub>3</sub>粗蛋白含量显著高于其余各处理( $p<0.05$ )。小黑麦干基粗灰分含量在5.81%~8.93%之间,从低到高依次为处理A<sub>1</sub>B<sub>2</sub>C<sub>3</sub>、处理A<sub>1</sub>B<sub>3</sub>C<sub>3</sub>、处理A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>C<sub>1</sub>。小黑麦粗脂肪含量在0.87%~1.35%之间,从高到低依次为处理

A<sub>1</sub>B<sub>3</sub>C<sub>2</sub>、处理A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>C<sub>1</sub>、处理A<sub>1</sub>B<sub>3</sub>C<sub>3</sub>。小黑麦干基粗纤维含量在32.53%~38.60%之间,从低到高依次为处理A<sub>1</sub>B<sub>2</sub>C<sub>3</sub>、处理A<sub>1</sub>B<sub>3</sub>C<sub>3</sub>、处理A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>C<sub>2</sub>。小黑麦干基无氮浸出物含量在47.23%~53.47%之间,从低到高依次为处理A<sub>1</sub>B<sub>2</sub>C<sub>3</sub>、处理A<sub>1</sub>B<sub>3</sub>C<sub>3</sub>、处理A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>C<sub>2</sub>。小黑麦钙含量和总磷含量各处理间差异不显著( $p>0.05$ )。

综上所述,处理A<sub>1</sub>B<sub>2</sub>C<sub>3</sub>粗蛋白、粗脂肪、无氮浸出物含量较高,而粗灰分和粗纤维含量较低,钙磷含量相当。因此,处理A<sub>1</sub>B<sub>2</sub>C<sub>3</sub>为最优组合,其营养品质最高。

表9 小黑麦藏饲1号栽培试验营养品质比较表

处理	水分 (DM)/%	粗蛋白 (CP)/%	粗灰分 (CA)/%	粗脂肪 (EE)/%	粗纤维 (CF)/%	无氮浸出物 (NFE)/%	钙 (Ca)/(g·kg <sup>-1</sup> )	总磷 (P)/%
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	3.93±0.72aA	3.18±1.08abcA	6.87±0.55efgABC	1.32±0.12abA	35.37±0.80bcABC	49.33±0.70abA	2.20±0.40aA	0.32±0.07 aA
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	3.50±0.97aA	2.56±0.61abcA	7.39±0.82abcdefABC	1.03±0.14abcdA	36.63±0.52abcAB	48.90±0.99abA	2.87±0.31aA	0.27±0.05 aA
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub>	2.87±1.01aA	1.85±0.43bcA	7.46±0.97 abcdefABC	1.27±0.28abcA	36.80±1.7abcAB	49.77±3.74abA	2.40±0.79aA	0.23±0.07 aA
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	3.23±0.76aA	1.76±0.55bcA	8.48±0.89abcABC	1.13±0.23 abcdA	36.53±1.1abcAB	48.87±1.51abA	2.90±0.45aA	0.24±0.07 aA
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	3.37±1.10aA	1.86±0.45bcA	8.56±0.85abA	0.97±0.15 abcdA	37.17±0.91abAB	48.10±1.02bA	2.33±0.47aA	0.27±0.08 aA
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	3.37±1.00aA	3.59±0.28aA	5.81±0.51gC	1.26±0.24abcA	32.53±0.65dC	53.47±3.85abA	2.73±0.36aA	0.29±0.04 aA
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub>	3.87±0.49aA	1.95±0.56bcA	7.38±0.63 abcdefABC	1.24±0.19 abcdA	37.10±1.30abAB	48.47±1.15bA	2.80±0.95aA	0.26±0.03 aA
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub>	3.53±1.23aA	3.02±1.15abcA	7.34±0.21bcdefABC	1.35±0.21aA	36.50±1.21abcAB	48.30±3.25bA	2.07±0.63aA	0.26±0.06 aA
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>3</sub>	3.70±0.60aA	3.24±1.05abA	6.38±0.90fgBC	1.29±0.04abcA	34.33±2.06cdBC	51.07±3.27abA	2.60±0.95aA	0.24±0.06 aA
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	3.20±1.16aA	2.78±1.34abcA	7.59±0.56 abcdefABC	1.16±0.08 abcdA	37.43±0.79abAB	47.83±1.33bA	2.37±1.02aA	0.21±0.06 aA
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	3.73±0.44aA	1.78±0.83bcA	7.39±0.91 abcdefABC	0.87±0.17dA	38.50±1.70aA	47.73±3.68bA	2.53±0.37aA	0.25±0.09 aA
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub>	3.20±0.75aA	2.14±1.05abcA	8.54±1.11abABC	0.91±0.04cdA	37.47±0.59abAB	47.77±2.17bA	2.77±0.45aA	0.27±0.02 aA
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	3.57±0.65aA	1.68±1.04cA	8.93±0.80aA	0.96±0.19bcdA	37.63±1.91abAB	47.23±1.67bA	2.13±0.40aA	0.28±0.05 aA
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	3.07±1.46aA	1.87±0.33bcA	8.43±0.92abcdAB	0.92±0.46 abcdA	35.23±1.51bcABC	50.47±3.54abA	2.27±0.37aA	0.24±0.03 aA
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	3.77±1.14aA	2.16±0.69abcA	8.34±0.58abcdeAB	1.26±0.11abcA	36.70±2.06abcAB	47.77±1.07abA	2.80±0.65baA	0.23±0.08 aA
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub>	3.57±1.30aA	2.78±0.83abcA	6.93±1.31cdefgA	1.21±0.17 abcdA	36.37±1.37abcAB	49.17±3.18abA	2.43±1.00aA	0.28±0.04 aA
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub>	3.17±0.95aA	1.67±0.88cA	7.61±0.54 abcdefABC	1.18±0.22 abcdA	36.87±1.08abcAB	49.50±2.22abA	2.13±0.58aA	0.23±0.02 aA
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>3</sub>	3.20±0.83aA	1.94±0.45bcA	6.89±0.54defgABC	1.15±0.15 abcdA	38.60±1.13aA	48.27±1.45bA	2.13±0.20aA	0.29±0.03 aA

注:不同小写字母表示 $p<0.05$ 水平差异具有统计学意义,不同大写字母表示 $p<0.01$ 水平差异具有统计学意义。

3 讨论

播种方式、播种密度、施肥量是影响饲草产量和品质的重要因素,在适宜的播种方式,最佳的播种密度和施肥量条件下,饲草产量和品质较高。

3.1 小黑麦栽培试验干草产量分析

小黑麦是一种杂交而成的禾本科牧草,抗逆性强,能够在贫瘠环境中正常生长,草产量较高<sup>[13-14]</sup>。作为一种新型饲料作物,佟桂芝等<sup>[15]</sup>研究认为,小黑

麦秸秆产量高于小麦。相关研究表明,小黑麦在寒牧区的干草产量表现为12.96~18.78 t/hm<sup>2</sup><sup>[16-17]</sup>,小黑麦的干草产量与播种方式、播种密度及施肥量密切相关<sup>[18-19]</sup>。本试验研究结果表明,不同处理小黑麦藏饲1号干草产量之间差异不显著,A<sub>1</sub>B<sub>2</sub>C<sub>3</sub>干草产量最高为279.7 kg/667 m<sup>2</sup>。交互作用结果分析可知,条播小黑麦干草产量高于撒播;不同密度处理下,小黑麦干草产量不同,密度为17.5 kg/667 m<sup>2</sup>时,干草产量最高;不同有机肥



施用量条件下,小黑麦干草产量不同,且随着施肥量的增加,干草产量逐渐增高。综合以上分析可知,小黑麦藏饲1号在条播条件下,播种密度为 $17.5\text{ kg}/667\text{ m}^2$ ,有机肥施用量为 $1\ 200\text{ kg}/667\text{ m}^2$ 时,田间表现良好,株高适中,干草产量最高。

### 3.1 小黑麦栽培试验营养品质分析

粗蛋白是评价饲草营养品质的重要指标,其含量越高,营养价值越好<sup>[20-21]</sup>。粗脂肪是饲草料中主要储备能量的物质之一,为家畜提供热量,是评价饲草营养品质的指标之一<sup>[22-24]</sup>。粗灰分是给牲畜补充矿物质的无机物<sup>[25-26]</sup>,一般饲草粗灰分含量越高,说明矿物质含量越高<sup>[27]</sup>,而饲草中粗灰分含量越低,营养品质越好<sup>[28]</sup>。粗纤维也是评价饲草品质的重要指标,其含量越低,饲草适口性越好,牲畜越容易消化,消化率越高<sup>[29]</sup>。本试验结果表明,小黑麦不同处理下粗蛋白、粗灰分、粗脂肪、粗纤维、无氮浸出物含量之间均存在显著差异( $p<0.05$ )。在本研究中,处理 $A_1B_2C_3$ 小黑麦营养品质最好,粗蛋白为3.59%,粗脂肪含量为1.26%,无氮浸出物含量为53.47%,粗灰分含量为5.8%,粗纤维含量为32.53%,表现为粗蛋白、粗脂肪、无氮浸出物含量均较高,而粗灰分和粗纤维含量均较低,营养品质较好。

## 4 结论

本研结果表明,小黑麦藏饲1号在条播条件下,播种密度为 $17.5\text{ kg}/666.7\text{ m}^2$ ,有机肥施用量为 $1\ 200\text{ kg}/666.7\text{ m}^2$ 时,其干草产量高,粗蛋白、粗脂肪、无氮浸出物含量高,粗灰分、粗纤维含量低,营养品质高,为最佳栽培模式。

### 参考文献:

- [1] 朱铁霞,高凯,王国成,等.小黑麦研究进展[J].内蒙古民族大学学报(自然科学版),2011,26(4):33-37.
- [2] 王智华,张凌云,魏立兴,等.不同小黑麦品种在冬闲盐碱耕地的比较试验[J].作物杂志,2021(4):191-195.
- [3] 孙元枢.中国小黑麦遗传育种研究与应用[M].杭州:浙江科学技术出版社,2002.
- [4] 许庆方.小黑麦的特性与应用研究进展[J].草原与草坪,2008,129(4):80-86.
- [5] 孙敏,郭媛.小黑麦生物学特性、营养价值及利用前景[J].山西农业大学学报,2003(3):200-204.
- [6] 李春香.几种小黑麦品种在高寒地区的生产性能评价[J].江西农业,2017(15):118.
- [7] 宋谦,田新会,杜文华,等小黑麦新品系的的生产性能[J].草业科学,2016,33(7):1367-1374.

- [8] 任昱鑫,刘汉成,田新会,等.氮肥施用量和播种密度对甘南高寒牧区小黑麦生产性能及营养价值的影响[J].草业科学,2019,36(10):2601-2611.
- [9] Nathu, Sarker, Mohammad, et al. Feeding Effect of Triticale Fodder as Replacement of Straw on Production Performance of Dairy Cows [J]. Journal of Agricultural Science & Technology, 2013, 3(1): 72-82.
- [10] 赵方媛.饲料型小黑麦新品系的抗旱性评价及在干旱半干旱灌区的生产性能研究[D].兰州:甘肃农业大学,2017.
- [11] 孙敏,苗果园,杨珍平,等.小黑麦、黑麦与普通小麦粮用和饲用价值的差异[J].麦类作物学报,2008(4):644-648.
- [12] 周兰兰,李风庆,柳慧玲,等.甘肃省甘南州饲草新品种引进试验初报[J].西藏农业科技,2022,44(2):23-26.
- [13] 陈丽霞,田新会,杜文华.甘农1号小黑麦的田间抗旱性研究[J].草地学报,2017,25(5):1079-1087.
- [14] 李冬梅,田新会,杜文华.小黑麦新品系的草产量及营养价值研究[J].草地学报,2016,24(6):1164-1169.
- [15] 佟桂芝,马野,魏念春,等.小黑麦白的饲用价值[J].黑龙江畜牧科技,2000(2):18.
- [16] 代寒凌.高寒牧区小黑麦、黑麦和燕麦的生产性能和饲用品质比较[D].兰州:甘肃农业大学,2018.
- [17] 刘晶,宋谦,田新会,等.基于隶属函类数法和GGE双标图的饲草型小黑麦种质适应性评价[J].草业学报,2018,27(5):85-96.
- [18] 蒋进,王淑荣,张连全,等.种植密度和施肥量对南麦618农艺性状、叶绿素含量及产量的影响[J].南方农业学报,2017,48(3):416-421.
- [19] 张文洁,丁成龙,沈益新,等.沿海滩涂地区不同栽培措施对禾本科牧草产量及品质的影响[J].草地学报,2012,20(2):318-323.
- [20] 张文洁,许能祥,丁成龙,等.7个饲草谷子品种不同生育期不同部位养分分布格局[J].中国草地学报,2019,41(1):38-44.
- [21] 张文洁,董臣飞,丁成龙,等.收获期对多花黑麦草营养成分和青贮品质的影响[J].中国草地学报,2016,38(5):32-37.
- [22] 邝肖,季婧,梁文学,等.北方寒区紫花苜蓿/无芒雀麦混播比例和刈割时期对青贮品质的影响[J].草业学报,2018,27(12):187-198.
- [23] 张梨梨,史敏,李彦忠.炭疽病对沙尔沁地区苜蓿产量和品质的影响[J].草业学报,2020,29(6):117-126.
- [24] 王国良,吴一波,张进红,等.黄河三角洲地区不同品种燕麦生产性能比较[J].中国草地学报,2020,2(6):141-148.
- [25] 张晓娜,宋书红,林艳艳,等.生育期和品种对紫花苜蓿产量及品质的影响[J].草地学报,2016,24(3):676-681.
- [26] 肖知新,王洋,刘国富,等.寒地黑土区春季施肥期对紫花苜蓿生产性能及营养品质的影响[J].中国农业科学,2020,53(13):2668-2677.
- [27] 张群英,李捷,郝力壮,等.体外法评价青海省泽库县高寒草甸草场不同物候期牧草的营养价值[J].动物营养学报,2020,32(3):1415-1423.
- [28] 王斌,杨彦军,董秀,等.补播禾草对退化苜蓿草地生产性能及牧草品质的影响[J].草地学报,2021,29(3):618-624.
- [29] 何鹏亮,汪娅梅,揭红东,等.不同刈割时期对饲用小黑麦草产量和营养品质的影响[J].草地学报,2021,29(11):2609-2614.