

高海拔地区引种燕麦栽培试验研究

宋国英* 杨素涛 孙全平

(西藏自治区农牧科学院农业资源与环境研究所·西藏拉萨·850032)

摘要:采用正交试验设计,在拉萨市开展引种燕麦不同品种、播期、播种密度和施肥等因素对燕麦全生育期和籽粒产量的影响。结果表明:品种和播期对全生育期的影响存在显著性差异,为主要影响因素,不同因素影响下最早熟的水平组合为 $A_4B_5C_3D_3P_3$;氮肥施用量对燕麦籽粒产量的影响存在显著性差异,为主要因素,不同因素影响下实现籽粒产量最高的水平组合为 $A_4B_2C_2D_3P_2$ 。在本区生态条件下,获得既早熟籽粒产量又高的理论组合为 $A_4B_5C_3D_3P_3$,即燕麦品种青引2号在播期为4月30日,播种密度为210kg/ha,氮肥施用量为225kg/ha以及磷肥施用量为75kg/ha时可实现燕麦在拉萨种植既早熟又高产。

关键词:高海拔地区 引种 燕麦 栽培

中图分类号:S3 文献标识码:A

Study on the cultivation of introduction oats in high altitude area

Song Guo-ying* Yang Su-tao Sun Quan-ping

(Institute of Agricultural Resources and Environment Research, TAAAS, Lhasa, China. 850032)

Abstract: The experiment was carried out in Lhasa, that was the influence of oat variety, sowing date, density and fertilizer application on the oat whole stages and grain yield. The results showed: there were significant differences in the effects of varieties and sowing periods on the whole growth period, which were the main influencing factors, and the precocious combination was $A_4B_5C_3D_3P_3$; The effect of nitrogen fertilizer application on the oat yield was significant, which was the main factor, and the highest yield combination was $A_4B_2C_2D_3P_2$. In high altitude area, precocious high-yielding combination was $A_4B_5C_3D_3P_3$, that was variety of Qingyin 2 hao, sowing date of April 30, sowing density of 210 kg/ha, application of nitrogen fertilizer of 225 kg/ha and application of phosphate fertilizer of 75 kg/ha.

Keywords: High altitude area; Introduction; Oats; Cultivation

燕麦属禾本科燕麦属(*Avena* L),是营养价值很高的一年生粮饲兼用作物。其籽粒富含蛋白质、膳食纤维、抗氧化物和维生素等,对人体有多种保健功效^[1,2];其茎叶柔软多汁,蛋白质、脂肪、可消化纤维的含量高于其他作物的秸秆,粗纤维含量较少^[3,4],适口性好。在青藏高原自然环境条件下,燕麦有着独特的适应能力,可作为农区家畜冬春补饲的优质饲料^[5,6]。

燕麦的产量和生育期主要由其本身遗传特性决定,同时也受外界因素的影响,其中品种、播期、播量、水肥等均是影响其产量和生育期的重要因素。目前,在高海拔地区对燕麦的研究主要集中在燕麦品种生态适应性评价^[7]、与豆科作物混播对生

物产量及营养价值的影响^[8-10]以及燕麦青贮技术^[11,12]等方面,而有关燕麦产量形成的影响因素报道很少。为此我们在拉萨市进行了播期、播量、施肥、灌溉等因子对引种燕麦生育期和产量影响的试验,旨在筛选燕麦产量最高和生育期最短的处理组合,以解决生产中存在燕麦生育期长,籽粒产量低或收不到籽粒的问题,从而为西藏农区大面积推广种植燕麦新品种提供科学依据。

1 材料及方法

1.1 试验地自然概况

试验地位于西藏拉萨市城关区,东经 $91^{\circ}03'$,北纬 $29^{\circ}63'$,海拔 3634m。气候属高原温带半干旱季风气候,全年多晴朗天气,降雨稀少,昼夜温

* 作者简介:宋国英(1982-),女,硕士,副研究员。主要从事饲草种植及环境保护方面的工作。Email: tibetguoying@163.com
项目基金:现代农业产业技术体系建设专项资金项目(编号: CARS-08-E-4)。

差大,冬无严寒,夏无酷暑,冬春寒冷干燥且多风。年降水量为 200mm~510mm,年无霜期 100d~120d。试验地土壤为砂壤土。

1.2 供试材料与试验方法

参试品种有白燕 2 号、白燕 8 号、青引 2 号、甜燕麦和农饲 30 共 5 个,是从区外引进多年在拉萨市试验种植筛选出的较为早熟的优质高产燕麦新品种。所用肥料为尿素(含 N 量为 46%)和过磷酸钙(含 P_2O_5 为 12%)。

该试验采用 6 因素 5 水平的正交试验设计,6 因素分别为品种、播期、密度、氮肥、磷肥和灌水

(设为空列,本试验中不作灌水这一因素对试验指标的影响),分别用 A、B、C、D、P 和 E 来表示,每因素 5 个水平(各因素及水平详见表 1)。试验小区面积为 4m×5m(行长),各小区随机区组排列。磷肥和 40%氮肥随播种一起施入,60%氮肥在拔节至抽穗期进行雨后追施。

1.3 数据处理方法

采用 Excel 2007 对数据进行处理,并对各处理间数据进行显著性差异分析。

2 试验结果与分析

该试验的测定指标有两个:全生育期和籽粒产

表 1 试验的因素水平对照表
Table 1 Factors and levels of the test

水平 Levels	因素 Factor					
	A 品种	B 播期	C 密度	D 氮肥	P 磷肥	E 灌水
	Variety	Seeding stage	Density	Nitrogen fertilizer	Phosphate fertilizer	Irrigation
1	甜燕麦	4 月 6 日	90	0	0	0
2	白燕 8 号	4 月 12 日	120	75	37.5	0
3	白燕 2 号	4 月 18 日	150	125	75	0
4	青引 2 号	4 月 24 日	180	175	112.5	0
5	农饲 30	4 月 30 日	210	225	225	0

量。

田间记载各处理的熟期,计算全生育期。籽粒产量测定方法为收获时按试验设计要求,对每小区取 1m 样段,重复 3 次,取平均值。试验测定结果见表 2。

由表 2 可以看出:处理 9、处理 5 和处理 24 的全生育期最短,分别为 99d 和 100d。处理 14 和处理 16 的籽粒产量最高,分别为 5917.5kg/ha、5416.5kg/ha。

2.1 不同处理对全生育期的影响

5 因素不同水平对全生育期的影响利用极差法进行分析可知(见表 3),B 因素的极差值最大,即播期对全生育期的影响最大,为主要因素,其次为品种,而 P 因素即磷肥的施用量为最不重要因素。通过比较极差 R 得出,5 因素对全生育期的影响作用由大到小的位次关系为 B>A>C>D>P,即影响因素为播期>品种>播量>氮肥>磷肥。

K 为某因素不同水平所对应的试验指标之和。

K 为 K 的平均值,即 $k=K(\text{平均值})$ 。 $R = \max(k_i) - \min(k_i)$ 。

根据上表得出的 k 值,可以看出:A 因素 4 水平下全生育期最短平均为 105.6d,B 因素 5 水平下全生育期最短为 105.8d,C5、D3 和 P3 分别为播量、氮肥施用量和磷肥施用量的优水平。得出实现燕麦早熟的理想优水平组合为 A4B5C5D3P3。即参试燕麦品种青引 2 号,在播期为 4 月 30 日,播量为 210kg/ha,氮肥施用量为 125kg/ha、磷肥量施用达 75kg/ha 时,全生育期最短,表现为最早熟。

在本试验的 25 个处理中,与理想配比最为接近的处理组合为处理 9(A₄B₅C₅D₃P₃)。

通过对燕麦全生育期进行方差分析:不同因素中品种和播期对燕麦全生育期的影响达显著水平($0.01 < p < 0.05$),其余因素对全生育期的影响未达到显著水平($P > 0.05$)。

表 2 不同处理下全生育期以及籽粒产量的测定结果

Table 2 Results of the whole growth period and grain yield under different treatment d、kg/ha

处理代号 Code	A 品种 Variety	B 播期 Seeding stage	C 播量 Density	D 氮肥 Nitrogen fertilizer	P 磷肥 Phosphate fertilizer	全生育期 Whole Growth Period	籽粒产量 Grain yield
1	1	1	1	1	1	132	2167.5
2	2	2	2	2	2	116	4000.5
3	3	3	3	3	3	112	2833.5
4	4	4	4	4	4	104	5083.5
5	5	5	5	5	5	100	4083
6	1	2	3	4	5	132	4917
7	2	3	4	5	1	105	3916.5
8	3	4	5	1	2	108	1833
9	4	5	1	2	3	99	4666.5
10	5	1	2	3	4	118	4167
11	1	3	5	2	4	114	2167.5
12	2	4	1	3	5	108	2416.5
13	3	5	2	4	1	126	4666.5
14	4	1	3	5	2	118	5917.5
15	5	2	4	1	3	107	2416.5
16	1	4	2	5	3	120	5416.5
17	2	5	3	1	4	102	2917.5
18	3	1	4	2	5	126	3333
19	4	2	5	3	1	107	4584
20	5	3	1	4	2	108	4584
21	1	5	4	3	2	102	3750
22	2	1	5	4	3	113	4249.5
23	3	2	1	5	4	126	5083.5
24	4	3	2	1	5	100	2083.5
25	5	4	3	2	1	106	2667

2.2 不同处理对籽粒产量的影响

5 因素不同水平对燕麦籽粒产量的影响利用极差法进行分析可知 (见表 4):D 因素的极差值最大,即氮肥的施用量对燕麦籽粒的产量影响最大,为主要因素,其次为播期和品种,而 P 因素极差值最小,即磷肥的施用量为最不重要因素。通过比较极差 R,得出:5 因素对籽粒产量的影响作用由大到小位次关系为氮肥施用量>播期>品种>播量>磷肥施用量。

由表 4 得出的 k 值,可以看出:A 因素 4 水平下籽粒产量最高,平均为 4467kg/ha,即 A4 为 A 因素的优水平;同理得出,B2 为 B 因素的优水平,C2 为 C 因素的优水平,D5 为 D 因素的优水平,P2 为 P 因素的优水平。由此得出实现燕麦籽粒产

量较高的理想优水平组合为 A₄B₂C₂D₅P₂,即参试燕麦品种青引 2 号,在播期为 4 月 12 日,播量为 120kg/ha,氮肥施用量达 225kg/ha,磷肥施用量达 37.5kg/ha 时,燕麦籽粒产量最高,表现为高产。

在本试验的 25 个处理中,与理想配比最为接近的处理组合为处理 14(A₄B₁C₃D₅P₂)。

对燕麦籽粒产量进行方差分析:氮肥施用量对燕麦籽粒产量的影响达显著水平(p<0.05)。其余因素对燕麦籽粒产量的影响未达到显著水平(P>0.05)。

3 讨论

引种燕麦在西藏主要农区的优化高产种植主要是筛选早熟高产处理组合。在海拔<3800m 的西藏主要河谷农区如拉萨、山南、林芝等地,由于气温较高,无霜期较长,适宜发展两季饲草生产^[13]。

表 3 不同处理全生育期极差分析表
Table 3 Range analysis table of whole growth period

试验号	A 品种	B 播期	C 播量	D 氮肥	P 磷肥
Test no.	Variety	Seeding stage	Density	Nitrogen fertilizer	Phosphate fertilizer
K1	600.0	607.0	573.0	549.0	576.0
K2	544.0	588.0	580.0	561.0	552.0
K3	598.0	539.0	570.0	547.0	551.0
K4	528.0	546.0	544.0	583.0	564.0
K5	539.0	529.0	542.0	569.0	566.0
k1	120.0	121.4	114.6	109.8	115.2
k2	108.8	117.6	116.0	112.2	110.4
k3	119.6	107.8	114.0	109.4	110.2
k4	105.6	109.2	108.8	116.6	112.8
k5	107.8	105.8	108.4	113.8	113.2
极差 R	14.4	15.6	7.6	7.2	5.0

早熟的燕麦品种在4月中旬播种,于8月初收获籽粒,可发展种业;随后又可复种一季燕麦为西藏农区牲畜提供优质饲料。前茬麦类作物收获后也可复种早熟燕麦品种,生长到10月底,可收获鲜草2200kg/亩^[14]。

筛选早熟高产的燕麦组合,当全生育期和籽粒产量2项指标单独分析出现优化条件不一致时,必须根据因素的影响主次综合考虑来确定最佳优化决策模型。

对于A因素即品种而言,其对全生育期的影响排第二位此时取A4,对籽粒产量的影响排第三位,也取A4,因此取A4;对于B因素即播期而言,其对全生育期的影响排第一位,为主要因素,此时取B5,对籽粒产量的影响排第二位,取B2,相对而言略显次要,因此取B5;对于C因素,对全生育期的影响排第3,此时取C5,对籽粒产量的影响排第4位,优水平取C2,在西藏主要农区筛选燕麦主要是用来复种,两个试验指标相比,全生育期短这一指标更为重要,所以选C5;同理可得出D取D5,P

取P3。由此筛选出既早熟又高产的优组合为A₄B₅C₅D₅P₃,即引种燕麦青引2号在播期为4月30日、播种密度为210kg/ha、氮肥施用量为225kg/ha以及磷肥施用量为75kg/ha时既可实现燕麦的早熟又可达到籽粒的高产,真正为西藏农区选择早熟高产燕麦品种进行科学种植提供理论依据。

4 结论

通过对引种燕麦在拉萨市进行种植,观察全生育期和籽粒产量情况得出:

4.1 影响燕麦全生育期的主要因素为播期,其次为品种;不同因素对全生育期影响的主次顺序为播期>品种>播量>氮肥>磷肥,实现燕麦早熟的理想优水平组合为A₄B₅C₅D₅P₃。在本试验的25个处理中,与理想配比最为接近的处理组合为处理9:A₄B₅C₁D₂P₃。

4.2 影响燕麦籽粒产量的主要因素为氮肥施用量,该研究结果与德科加等的研究结果一致,燕麦作为喜氮作物,每形成100kg籽粒,需吸收氮(N)3.0kg,磷(P₂O₅)1.0kg,钾(K₂O)2.5kg,故增施氮肥可

表 4 燕麦籽粒产量极差分析表
Table 4 Range analysis table of oat grain yield kg/ha

试验号	A 品种	B 播期	C 播量	D 氮肥	P 磷肥
Test no.	Variety	Seeding Stage	Density	Nitrogen fertilizer	Phosphate fertilizer
K1	18417	19834.5	1261.2	11416.5	18001.5
K2	17500.5	21001.5	1355.6	16834.5	20085
K3	17751	15583.5	1283.4	17751	19584
K4	22335	17418	1233.4	23500.5	19417.5
K5	17917.5	20085	1127.8	24418.5	16834.5
k1	3682.5	3967.5	252.2	2283	3600
k2	3499.5	4200	271.1	3367.5	4017
k3	3550.5	3117	256.7	3550.5	3916.5
k4	4467	3483	246.7	4699.5	3883.5
k5	3583.5	4017	225.6	4884	3367.5
极差 R	967.5	1083	45.5	2601	649.5

提高产量^[15];不同因素对籽粒产量影响的主次顺序为氮肥施用量>播期>品种>播量>磷肥施用量,实现燕麦籽粒产量较高的理想优水平组合为A₄B₂C₂D₃P₂,在本试验的25个处理中,与理想配比最为接近的处理组合为处理14:A₄B₁C₃D₃P₂。

4.3 综合考虑各因素的影响,筛选出既早熟又高产的燕麦处理组合为A₄B₅C₅D₅P₃,即引种燕麦青引2号在播期为4月30日、播种密度为210kg/ha、氮肥施用量为225kg/ha以及磷肥施用量为75kg/ha时既可实现燕麦的早熟又可达到籽粒的高产,真正为西藏农区选择早熟高产燕麦品种进行科学种植提供理论依据。

参考文献

- [1] 章海燕,张晖,王立,等.燕麦研究进展[J].粮食与油脂,2009(08):7-9.
- [2] 黄桂英,常春.燕麦在我国保健食品工业中的开发现状[J].商业科技开发 1997(2):20-21.
- [3] 段玲玲,月芬.寒区麦类栽培技术[M].河北科学技术出版社,2000,324-330.
- [4] 侯向阳,建忠主.中国西部牧草[M].化学工业出版社,2000,198-205.

- [5] 陆家宝.良种燕麦生产性能的测定[J].青海畜牧兽医杂志,1991,21(5):13-16.
- [6] 德科加,周青平,等.施氮量对青藏高原燕麦产量和品质的影响[J].中国草地学报,2007,29(5):43-48.
- [7] 赵明义,刘延香.高海拔地区适宜种植燕麦品种生态适应性评价与筛选试验[J].草业与畜牧,208(2):12-13.
- [8] 李佑恺,孙涛,旺扎,等.西藏地区燕麦与箭筈豌豆不同混播比例对牧草产量和质量的影响[J].草地学报,2011,19(05):830-833.
- [9] 常明华.燕麦青贮技术在高海拔地区的试验[J].中国畜禽种业,2014,5,33-34
- [10] 曹仲华,魏军,等.西藏山南地区箭筈豌豆与丹麦“444”燕麦混播效应的研究[J].西北农业学报,2007,16(5):67-71.
- [11] 李希来,杨力军,等.不同播量对燕麦生长发育的影响[J].中国草地,2001,23(3):26-28.
- [12] 常明华.燕麦青贮技术在高海拔地区的试验[J].中国畜禽种业,2014,10(05):33-34.
- [13] 金涛,关卫星,彭君,等.燕麦在西藏农牧业发展中的作用[J].西藏农业科技,2011,33(03):1-4.
- [14] 宋国英.西藏主要农区复种饲草经济效益分析[D].中国农业科学院,2013.
- [15] 德科加,周青平,等.施氮量对青藏高原燕麦产量和品质的影响[J].中国草地学报,2007,29(5):43-48.