

燕麦栽培正交试验初报

隋永建

(西藏自治区山南市农业技术推广中心,西藏 山南 856000)

摘要:通过品种、播期、播量、灌水、氮肥和磷肥6个因素的正交试验,为西藏山南地区燕麦种植的品种、密度以及经济有效的施肥方式和管理措施,并为燕麦高产栽培提供依据。试验表明,各因素对小麦产量影响的主次顺序为:播期/品种/播量/氮肥/灌水/磷肥;最优处理为:品种冀张燕5号、4月11日播种、播量17 kg/hm²、尿素360 kg/hm²、过磷酸钙1500 kg/hm²,产量达7413 kg/hm²。方差分析表明氮肥是影响燕麦产量的主要因素。单因素试验表明在该试验条件下,尿素以450 kg/hm²为宜,播量以82.5~105 kg/hm²即基本苗165万~210万株/hm²为宜。

关键词:燕麦;正交试验;6因素;产量效益;品种;播期;播量
中图分类号:S512.6 **文献标识码:**A

Oat Cultivation at Beginning of Theorthogonal Test

SUI Yong-jian

(Agricultural Technology Extension Station, Tibet Shannan 856000, China)

Abstract:Through the orthogonal test of six factors, such as variety, sowing date, sowing amount, irrigation, nitrogen fertilizer and phosphate fertilizer, the variety, density, economical and effective fertilization methods and management measures of oat in Shannan area of Tibet are provided, and the basis for high yield cultivation of oat is provided. The experiment showed that the main sequence of the factors affecting the yield of wheat was sowing / variety / seed / sowing / nitrogen / irrigation / phosphate fertilizer. The optimal treatment was that the varieties of Jizhong 5, April 11th sowing, sowing, 17 kg/hm², urea 360 kg/hm², and superphosphate 1500 kg/hm², and the yield of 7413 kg/hm². Analysis of variance showed that nitrogen fertilizer was the main factor affecting oat yield. The single factor experiment showed that under the condition of 450 kg/hm² urea and 82.5~105.0 kg/hm² basic seedlings were suitable.

Key words:Oat;Orthogonal test;Six factors;Yield benefit;Varieties;Sowing date;Sowing amount

燕麦在中国种植历史悠久,遍及各山区、高原和北部高寒冷凉地带。是一个适应性强,产量较高的粮、饲兼用作物。燕麦也是西藏重要农作物,作为保健食品和优良饲草作物,近几年已在西藏大面积推广种植。山南地区燕麦单产始终较低,未能跨入中高产阶段。因此,我们采用正交试验设计,对燕麦栽培技术中的6个重要因素的进行了研究,并对所选出的配方进行了调优试验,筛选优良适宜新品种和相应栽培技术措施,以期全面提高产量、增加经济效益,为燕麦产量由低产向中高产过渡提供科学栽培

依据和方案。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验安排在山南乃东县昌珠镇克松村农科所的3号试验田中(地处东经91°47′57.9″,北纬29°08′20.5″,海拔高度3638 m)。供试土壤为耕种砾石洪积壤,肥力中等,排水灌水能力较好。人工整地,开沟条播。试验调查生育期、生物性状、籽实产量,各小区单打单收,分别称重。试验4周设保护区。

1.2 试验材料

试验材料来自于国家燕麦荞麦产业技术体系提供的5个燕麦品种,其中莠麦(裸燕麦)3个,分别为白燕2号、冀张莠12号、宁莠1号;皮燕麦品种2个,冀张燕5号、农饲30。

收稿日期:2018-06-22
基金项目:本文由国家燕麦荞麦产业技术体系资助 CARS-08-E-12
作者简介:隋永建(1971-),男,副主任,主要从事农作物育种及推广。

表 1 试验因素及水平

试验因素	1	2	3	4	5
A 播期(日/月)	11/4	18/4	25/4	2/5	9/5
B 播量(kg)	5	8	11	14	17
C 氮肥(kg)	0	3	6	9	12
D 磷肥(kg)	0	1	2	3	4
E 灌水(次)	0	1(拔节)	1(抽穗)	2	3
F 品种	白燕 2 号	冀张莜 12 号	冀张燕 5 号	宁莜 1 号	农饲 30

1.3 试验方法

试验采用 L25(56) 正交试验设计。设有 6 因素 5 水平,分别以播期(A)、播量(B)、施氮肥(C)、磷肥(D)、灌水(E)、品种(F)为 6 因素,每因素 5 个不同水平(见表 1),播种期自 4 月 11 日起,间隔 7 d 设置不同水平,播量不同水平在 5 ~ 17 667m²/kg 之间,氮肥分底肥和追肥两次撒施,40 % 作为基肥,60 % 在抽穗期追施。磷肥作基肥一次性施用,灌水在

拔节、抽穗和灌浆期进行。试验随机区组排列,重复 2 次,共计 50 个小区,每小区面积 3 m × 5 m = 15m²。每小区播种 12 行,行距 0.25 m。

2 结果与分析

2.1 试验结果

对试验结果进行计算分析见表 2。

表 2 L25(56) 正交试验产量结果

处理	处理水平	小区籽粒产量(kg)		小区平均产量(kg)	折亩产(kg)	折公顷产量(kg)
		I	II			
1	A1B1C1D1E1F1	2.694	1.402	2.048	91.0	1365.3
2	A1B2C2D2E2F2	2.220	2.763	2.492	110.7	1661.0
3	A1B3C3D3E3F3	4.792	4.855	4.824	214.4	3215.7
4	A1B4C4D4E4F4	5.383	5.679	5.531	245.8	3687.4
5	A1B5C5D5E5F5	6.444	5.928	6.186	274.9	4124.0
6	A2B1C2D3E4F5	3.291	3.465	3.378	150.1	2252.0
7	A2B2C3D4E5F1	1.836	1.980	1.908	84.8	1272.0
8	A2B3C4D5E1F2	1.096	1.771	1.434	63.7	955.7
9	A2B4C5D1E2F3	5.242	6.969	6.106	271.4	4070.4
10	A2B5C1D2E3F4	1.731	4.276	3.004	133.5	2002.3
11	A3B1C3D5E2F4	2.887	1.849	2.368	105.2	1578.7
12	A3B2C4D1E3F5	2.695	2.341	2.518	111.9	1678.7
13	A3B3C5D2E4F1	1.878	2.068	1.973	87.7	1315.3
14	A3B4C1D3E5F2	1.068	1.850	1.459	64.8	972.7
15	A3B5C2D4E1F3	5.773	2.844	4.309	191.5	2872.3
16	A4B1C4D2E5F3	4.051	4.497	4.274	190.0	2849.3
17	A4B2C5D3E1F4	0.477	2.138	1.308	58.1	871.7
18	A4B3C1D4E2F5	0.811	2.077	1.444	64.2	962.7
19	A4B4C2D5E3F1	0.899	1.709	1.304	58.0	869.3
20	A4B5C3D1E4F2	3.082	2.234	2.658	118.1	1772.0
21	A5B1C5D4E3F2	0.090	0.103	0.097	4.3	64.3
22	A5B2C1D5E4F3	1.888	1.264	1.576	70.0	1050.7
23	A5B3C2D1E5F4	1.584	1.716	1.650	73.3	1100.0
24	A5B4C3D2E1F5	0.896	1.089	0.993	44.1	661.7
25	A5B5C4D3E2F1	0.578	0.496	0.537	23.9	358.0

表 3 产量结果计算表

处理 序号	因素						小区产量		合计	平均
	A	B	C	D	E	F	I	II	Tt	X(-) t
1	1	1	1	1	1	1	2.694	1.402	4.096	2.048
2	1	2	2	2	2	2	2.220	2.763	4.983	2.492
3	1	3	3	3	3	3	4.792	4.855	9.647	4.824
4	1	4	4	4	4	4	5.383	5.679	11.062	5.531
5	1	5	5	5	5	5	6.444	5.928	12.372	6.186
6	2	1	2	3	4	5	3.291	3.465	6.756	3.378
7	2	2	3	4	5	1	1.836	1.980	3.816	1.908
8	2	3	4	5	1	2	1.096	1.771	2.867	1.434
9	2	4	5	1	2	3	5.242	6.969	12.211	6.106
10	2	5	1	2	3	4	1.731	4.276	6.007	3.004
11	3	1	3	5	2	4	2.887	1.849	4.736	2.368
12	3	2	4	1	3	5	2.695	2.341	5.036	2.518
13	3	3	5	2	4	1	1.878	2.068	3.946	1.973
14	3	4	1	3	5	2	1.068	1.850	2.918	1.459
15	3	5	2	4	1	3	5.773	2.844	8.617	4.309
16	4	1	4	2	5	3	4.051	4.497	8.548	4.274
17	4	2	5	3	1	4	0.477	2.138	2.615	1.308
18	4	3	1	4	2	5	0.811	2.077	2.888	1.444
19	4	4	2	5	3	1	0.899	1.709	2.608	1.304
20	4	5	3	1	4	2	3.082	2.234	5.316	2.658
21	5	1	5	4	3	2	0.090	0.103	0.193	0.097
22	5	2	1	5	4	3	1.888	1.264	3.152	1.576
23	5	3	2	1	5	4	1.584	1.716	3.300	1.150
24	5	4	3	2	1	5	0.896	1.089	1.985	0.993
25	5	5	4	3	2	1	0.578	0.496	1.074	0.537
T1	42.160	24.329	19.061	29.959	20.180	15.540				
T2	31.657	19.602	26.264	25.469	25.892	16.277				
T3	25.253	22.648	25.500	23.010	23.491	42.175				
T4	21.975	30.784	28.587	26.576	30.232	27.720				
T5	9.704	33.386	31.337	25.735	30.954	29.037				
X(-) 1	8.432	4.866	3.812	5.992	4.036	3.108				
X(-) 2	6.331	3.920	5.253	5.094	5.178	3.255				
X(-) 3	5.051	4.530	5.100	4.602	4.698	8.435				
X(-) 4	4.395	6.157	5.717	5.315	6.046	5.544				
X(-) 5	1.941	6.677	6.267	5.147	6.191	5.807				
R	6.491	2.757	2.455	1.390	2.155	5.327				
因素主次	A	F	B	C	E	D				
优方案	A1B5C5D1E5F3									
最高处理	A1B5C5D5E5F5(处理 5)									

2.2 极差结果

从表 3 可以看出,试验指标平均产量极差 R 值最大是 A 因素即播期因素,表明播期因素的水平对试验结果影响最大的因素,为最主要的因素,极差 R 值第 2 大的是 A 因素即品种,其后依次是播量因素、施 N 因素、灌水因素和施 P 因素。从极差值的大小可找出试验各因素水平改变对试验结果的影响的主次顺序为:A(播期) > F(品种) > B(密度) > C(施 N) > E(灌水) > D(施 P)

2.3 选择优方案

表 3 中 T1、T2、T3、T4、T5 分别代表试验各因素(每列)在 5 个不同水平下的产量结果之和。 $X(-)$ 1、 $X(-)$ 2、 $X(-)$ 3、 $X(-)$ 4、 $X(-)$ 5 则是他们对应的平均数值。比较每一列数值,从中挑选最高数值对应的水平,得到最优组合方案为 A1B5C5D1E5F3,即选择品种冀张燕 5 号,播期 4 月 11 日、种子播量为 $17\text{ kg}/667\text{ m}^2$ 、施纯 N 量 $12\text{ kg}/667\text{ m}^2$ (40 % 基肥,60 % 追肥)、施 P 量 $0\text{ kg}/667\text{ m}^2$ 、灌水 3 次(拔节期、抽穗期、乳熟期)最好。在本次试验既得数据结果中,处理 5 产量结果最高,其组合为 A1B5C5D5E5F5,与分析出的最优组合 A1B5C5D1E5F3 非常接近,几个主要因素结果也基本吻合。

2.4 产量趋势图

通过表 3 中每列(各因素)不同水平下的小区平均产量结果做出产量趋势图,分析产量随各因素水平数值增大时的变化趋势。

从图 1 可以看出,播期以最早 4 月 11 日播种(A1)产量最高,随播期推迟产量呈逐渐下降趋势,其主要原因是西藏全年适宜作物生长期短,燕麦生长期越长越有利于籽粒产量的累积,并且受今年气候影响,最后 1 个播期(5 月 9 日)的小区都尚未完全成熟,收割时成熟比例有 30 % ~ 60 % 不等。播量以最高播量 17 kg 的亩播量(B5)有最大产量值,稍高于本地区常年习惯播种量,今年试验整体发芽

率低,出苗差,也导致播量高的处理具有群体优势。化肥施用因素中,产量随施 N 量的增加而呈逐渐增长趋势,随施 P 量的增加呈不规则变化,变化幅度较小,考虑这 2 个因素属次要因素,对试验结果影响不大,可结合经济效益和实际情况选择适宜用量。今年试验分析结果显示灌水因素对试验结果影响亦较小,属次要因素,因本地区属半干旱地区,且在燕麦生长期的 4 - 8 月降水量分布极不均匀,4 - 6 月燕麦抽穗前几乎没有降水,降雨都集中在 7 - 9 月的雨季,燕麦抽穗 - 灌浆期正逢西藏雨季,此时灌水效果不明显。灌水次数以 3 次为最优,灌溉条件差的农区可选择灌溉 2 次,在时间偏重于燕麦营养生长期为好。品种选择上以皮燕麦冀张燕 5 号(F3)产量最高,而产量宁苽 1 号(F4)也相对有较高产量,可作为裸燕麦品种选择栽培。

在对今年试验的田间观察中,发现苗情普遍长势差,播种时间越往后延迟,小区种子出苗时间逐渐延长,基本苗数相对逐渐减少。分析其原因有 2 个方面:(1)试验实施中,试验所有小区在 4 月 11 日就已经全部做好,并播下第 1 期种子,其它未播小区采取覆盖地膜措施保墒,尽管如此,播期越往后,小区墒情越差,并影响种子发芽和出苗。(2)今年 4 - 6 月份气候干旱,几乎没有任何降雨,此段时间试验的燕麦恰好是处于苗期生长,而试验设计中,第 1 次灌水设计在拔节期,因此也导致试验整体苗情差,长势弱。

2.5 方差分析

方差分析中(表 4,5),A、B、C、E、F5 个因素内都有显著差异,对以上因素内产量结果进行多重比较,A 因素即播期中最早播期 4 月 11 日与其它播期都有极显著差异;B 因素即播种密度中产量结果前两位的亩施 17 kg 和 14 kg 与其它水平有极显著差异,但它们之间没有显著差异;其它因素间比较结果详见表 6。

总结以上可知,2012 年试验可以给出以下优选组合:

(1) A1B5C5D1E5F3:冀张燕 5 号、4 月 11 日播种、播量 $17\text{ kg}/667\text{ m}^2$ 、施纯 N 量 $12\text{ kg}/667\text{ m}^2$ (40 % 基肥,60 % 追肥)、施 P 量 $1\text{ kg}/667\text{ m}^2$ 、灌水 3 次(拔节期、抽穗期、乳熟期)

(2) A1B5C5D5E5F4:宁苽 1 号、4 月 11 日播种、 667 m^2 播量 17 kg 、施纯 N 量 $12\text{ kg}/667\text{ m}^2$ (40 % 基肥,60 % 追肥)、施 P 量 $4\text{ kg}/667\text{ m}^2$ 、灌水 2 次(拔节期、抽穗期)。

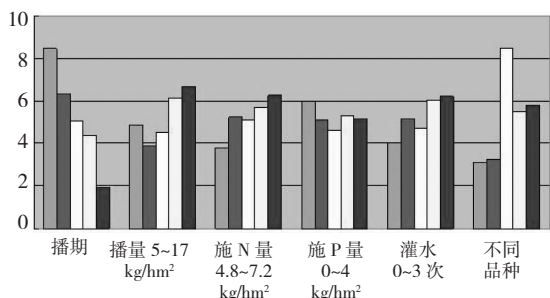


图 1 产量趋势图

表 4 方差分析

变异来源	df	SS	MS	F 值	F0. 05	F0. 01
A 因素	4	57. 535	14. 384	24. 25 * *	2. 78	4. 22
B 因素	4	13. 229	3. 307	5. 58 * *	2. 78	4. 22
C 因素	4	8. 353	2. 088	3. 52 *	2. 78	4. 22
D 因素	4	2. 519	0. 630	1. 06	2. 78	4. 22
E 因素	4	8. 252	2. 063	3. 48 *	2. 78	4. 22
F 因素	4	47. 765	11. 941	20. 13 * *	2. 78	4. 22
误差	24	14. 236	0. 593			

表 5 SSR 值及 LSR 值

P	2	3	4	5
SSR0. 05	2. 92	3. 07	3. 15	3. 22
SSR0. 01	3. 96	4. 14	4. 24	4. 33
LSR0. 05	0. 711	0. 748	0. 767	0. 784
LSR0. 01	0. 964	1. 008	1. 033	1. 055

表 6 品种平均产量多重比较

水平	A 因素			B 因素			C 因素			E 因素			F 因素						
	平均 产量	0.05	0.01	水平	平均 产量	0.05	0.01	水平	平均 产量	0.05	0.01	水平	平均 产量	0.05	0.01	水平	平均 产量	0.05	0.01
A1	8.432	a	A	B5	6.677	a	A	C5	6.267	a	A	E5	6.191	a	A	F3	8.435	a	A
A2	6.331	b	B	B4	6.157	a	A	C4	5.717	ab	AB	E4	6.046	a	AB	F5	5.807	b	B
A3	5.051	c	C	B1	4.866	b	B	C2	5.253	b	B	E2	5.178	b	BC	F4	5.544	b	B
A4	4.395	c	C	B3	4.530	bc	B	C3	5.100	b	B	E3	4.698	bc	CD	F2	3.255	c	C
A5	1.941	d	D	B2	3.920	c	B	C1	3.812	c	C	E1	4.036	c	D	F1	3.108	c	C

3 结 论

3.1 试验 6 因素对产量的影响

试验比较了 6 个因素对燕麦产量的影响,其影响程度大小依次为播期>品种>播量>施 N>灌水>施 P,灌水和施用磷肥对产量影响比较小,播种时期和品种选择是影响产量的主要因素。各因素不同水平处理间都存在显著效应。

3.2 播期及播种方式

西藏种植燕麦应特别重视播期,在播期上宜早不宜迟,一般选择在 3 月下旬至 4 月上旬最佳,最迟不要超过 4 月下旬。应选择种植优良品种,就近年试验材料中皮麦中农饲 30、冀张燕 5 号具有高产稳产特点,裸麦中以宁莜 1 号表现较佳,可作为选种品

种。播种量控制在 14~17 kg,肥力差,耕作条件差、散播方式播种的可酌情增加种子用量。

3.3 灌溉及肥料

灌溉条件好的田块,增加拔节前期的灌水次数。施用 N 肥能增加燕麦籽粒产出,有经济条件可在施肥上增加 N 肥的投入;施用 P 肥效果不明显,视经济情况可少施或不施,具体最宜施用量有待继续试验验证。

参考文献:

[1]任长忠,胡跃高主编. 中国燕麦学[M]. 北京:中国农业出版社, 2013:11.
[2]任 清,赵世锋,田益玲编著. 燕麦生产与综合加工利用[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2011.