

鲁梅克斯 K-1 杂交酸模的肥料多因子影响及调控研究

齐孟文 王念萍 彭根元 石定燧 杨茁萌 安沙舟

(中国农业大学信息学院)

(新疆农业大学畜牧学院)

摘要 正交试验表明,在试验条件下,制约鲁梅克斯 K-1 杂交酸模生长和产量的肥料关键因子是 N 肥。增施 N 肥既可以提高作物的生物产量,又可在一定程度增加其粗蛋白含量,结果使粗蛋白产量显著提高。N₃ (800 kg·hm⁻²)和 N₂ (600 kg·hm⁻²)的粗蛋白产量差异不显著,但分别比 N₁ (400 kg·hm⁻²)的粗蛋白产量极显著地增加 34.85% 和 25.99%。肥料类型也影响显著,NH₄-N 对作物较为有利。磷肥和钾肥的影响不显著。试验确定的最佳肥料组配为 F₁N₂P₁K₁(NH₄-N, N P₂O₅ K₂O = 600 150 0 kg·hm⁻²)。

关键词 杂交酸模; 肥料配比; 正交试验

中图分类号 S54; S147.3

Response of Rumex K-1 Hybrid Dock to Fertilizer Factors and Its Regulation

Q i M eng w en W ang N ian ping Peng Genyuan

(College of Information, CAU)

Shi D ingsui Yang Zhuomeng An Shazhou

(Xingjiang Agricultural University)

Abstract The experiment showed that under the experimental conditions, one of key factors for growth and yield of Rumex K-1 hybrid dock was fertilizer N, increase of N rate increased dry yield of the crop and its protein content, and further resulted in increase of protein yield. Compared with treatment N₁, protein yields relatively increased 34.85% and 25.99% under N₃ and N₂ treatments respectively, but the differences between N₃ and N₂ treatments were not significant. Source of fertilizer N had a significant effect and NH₄⁺-N was better for the crop. No significant effect was observed with fertilizer P and K. The optimal ratio of NH₄⁺-N P₂O₅ K₂O was 600 150 0 kg·hm⁻².

Key words hybrid dock; fertilizer combination; orthogonal test

鲁梅克斯 K-1 杂交酸模为蓼科酸模属多年生草本植物,可饲用和食用。最初由前苏联乌克兰国家中心植物所于 80 年代初杂交繁育成功,1995 年经新疆民大教育实业有限公司引进我国,其后迅速在全国试种和推广。鲁梅克斯 K-1 鲜草产量年可达 150~ 225 t·hm⁻²,粗蛋白含量高达 30% 左右,在良好的田间管理条件下可持续高产 10~ 15 年,并具有抗寒、耐涝、耐盐碱和抵御一定干旱逆境的特性^[1]。鉴于鲁梅克斯 K-1 突出的高产高蛋白的植物特性和水肥条

收稿日期: 2000-12-07

国家自然科学基金资助项目(39870604)

齐孟文,北京圆明园西路 2 号中国农业大学(西校区),100094



件要求较高的特点,研究其氮素高效利用及养分调控机制,对于实现其“二高一优”生产,加速品种的推广,促进区域经济发展和生态环境改善都具有重大意义^[2,3]。由于尚未见到有关肥料影响和调控研究的系统报道,本试验旨在利用多因子正交设计,通过对氮肥类型及氮、磷、钾不同施肥水平的配比试验,确定影响作物生长发育和生物、蛋白产量的肥料关键因子及其最佳组配,为建立科学的施肥制度提供依据。

1 材料与方 法

1.1 供试材料

作物:鲁梅克斯 K-1 杂交酸模原种,由中食产业集团鲁梅克斯有限公司提供。土壤:北京草甸土,取自农大试验地。土壤肥力状况:有机质 1.621%,全 N 0.060 7%,速效 N 38.5 mg·kg⁻¹,速效 P 36.03 mg·kg⁻²,速效 K 116.5 mg·kg⁻¹,阳离子交换量 20.31 cmol·kg⁻¹。

1.2 试验设计

采用 4 因子 3 水平 L₉(3⁴) 正交盆栽试验,重复 3 次。盆体直径 28 cm,高 30 cm。

试验处理:1 F₁N₁P₁K₁; 2 F₂N₁P₂K₂; 3 F₃N₁P₃K₃; 4 F₃N₂P₁K₂; 5 F₁N₂P₂K₃; 6 F₂N₂P₃K₁; 7 F₂N₃P₁K₃; 8 F₃N₃P₂K₁; 9 F₁N₃P₃K₂。

因子与水平见表 1。

效应与指标 各刈割期及全年的干物质产量、粗蛋白含量和粗蛋白产量。

表 1 试验因子与水平

因 子	水 平		
	1	2	3
氮肥类型(F)	(NH ₄) ₂ SO ₄	(NH ₂) ₂ CO	NaNO ₃
施氮水平(N)	2.463 0, 400	3.694 5, 600	4.926 0, 800
施磷水平(P ₂ O ₅)	0.923 6, 150	1.385 4, 225	1.847 3, 300
施钾水平(K ₂ O)	0, 0	0.461 8, 75	0.923 6, 150

1.3 试验方法

用 23.5 kg 风干土装盆,于 04-10 播种,4 叶期时每盆定植 3 株。磷与钾肥作基肥按处理在装盆时随土拌匀一次性全层施入。氮肥作追肥,分 4 茬均等施入,第 1 茬在起苗期于 05-21 追肥,其他各茬均在前茬收获后随即追肥。除雨天遮雨,及夏季持续 38℃ 以上高温天气时于 11—15 时用遮荫网遮荫外,整个试验完全按田间条件管理^[4-6]。土壤水分用称量法确定并维持在田间持水量的 60%~80%。试验期间曾频繁发生病虫害,均及时进行了防除。

1.4 取样分析

在生长期分 4 次适时于 06-23(74 d),07-23(30 d),09-08(45 d)和 10-17(40 d)刈割。刈割后,称量鲜重,剪碎,于 105℃ 和间歇翻动条件下杀青 10 min,经风干后,用小型搅拌粉碎机粉碎,样品保存于干燥器中备用,待试验结束后统一分析。用常压干燥法测定样品含水量,折算为作物干重基生物产量。用凯氏定氮法测定样品全氮,每一样品重复测定 2 次,定氮误差不超过 2%,最终计算样品干重基含氮量和作物的粗蛋白产量。

2 结果与分析

正交试验具有正交性, 因此可用综合比较法, 利用组合处理的试验数据具体分析各因子对鲁梅克斯 K-1 生长及产量的影响, 进而确定指标体系的关键因子、最佳组配方案以及预期能够达到的理论产量。

2.1 试验各因子对干物质产量的影响

各处理的平均干物质产量见表 2, 对各因子的综合比较结果见表 3。结果表明, 对鲁梅克斯 K-1 干物质产量有显著影响的因子是施 N 量和 N 肥类型, 磷肥和钾肥的影响不显著。在整个生育期, 施 N 量水平的影响是一致的, N_3 和 N_2 的产量较 N_1 分别极显著地增加 18.22% 和 12.11%, 但它们之间的产量不显著。从施肥效益角度考虑, 最佳水平选定为 N_2 。氮肥类型的影响较复杂, 在第 1, 2 茬硫酸铵较好, 第 3 茬尿素较好, 第 4 茬时 3 种肥料的效应没有显著性差异, 总体来看, 施用 NH_4-N 较为有利。影响不同氮肥肥效的原因很复杂, 一般认为, 在作物最初生长阶段, 由于基施钾肥而土壤溶液钾的浓度较高, 可能抑制 NH_4-N 被土壤固定, 有利于其肥效的发挥, 随作物生长和土壤水热条件加强, 根际微生物及尿酶活力提高, 有促进尿素肥效的作用, 至第 4 茬, 由于 NO_3-N 在盆栽试验中没有淋溶流失, 其残效的累积作用使 3 种肥料效应的差异不再显著。因磷肥和钾肥效应不显著, 选两者的最低水平, 最后得出对干物质产量而言, 最佳肥料组配为 $F_1N_2P_1K_1$, 计算得到在 $\alpha=0.05$ 置信水平下, 其预期的年总干物质产量为 $(75.25 \pm 4.70) \text{ g/盆}$ 即 $(12.22 \pm 0.76) \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

表 2 各处理的平均干物质产量

g/盆

处 理	刈 割 第 次				总 和
	1	2	3	4	
1	26.86	16.00	11.22	13.47	67.55 CD
2	25.58	12.04	12.11	12.90	62.63 DF
3	26.03	13.52	12.44	12.61	64.60 DF
4	25.84	15.64	13.93	17.80	73.21 BC
5	27.17	15.78	14.18	16.75	73.88 BC
6	25.98	13.56	15.74	15.99	71.27 CD
7	28.90	15.47	18.51	17.00	79.88 AB
8	25.49	13.90	13.27	17.24	69.90 CD
9	30.42	18.41	14.79	17.12	80.74 A

注: 表中数据 $\times 0.1624$ 即折算为 $\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$, 下同。

2.2 不同处理及刈割期对粗蛋白含量的影响

对鲁梅克斯 K-1 粗蛋白含量两向分组数据所作的方差分析(表 4)表明, 无论试验处理之间还是各次刈割之间均存在极显著差异。粗蛋白含量除决定于作物基因型的生物学特性外, 还受气候和栽培条件的影响而变动。粗蛋白含量因季节变动范围为 27.68% ~ 30.00%。处理之间用正交综合比较法进一步分析发现施 N 量是惟一极显著的因子。 N_3 水平下作物的粗蛋白含量为 30.08%, N_2 下为 29.52%, 二者均极显著地高于 N_1 下的 25.70%。

表3 各因子干物质产量效益的综合比较

刈割第次	水平	g/盆						w/%
		N	w/%	P	K	F	w/%	
1	I	26.16 \hat{b}_x	0	27.20	26.11	28.06 \hat{a}	8.82	
	II	26.33 \hat{b}_x	0.65	26.08	27.19	26.82 $\hat{a}b$	4.01	
	III	28.18 \hat{a}	7.72	27.39	27.36	25.79 \hat{b}	0	
	F 值	2.67		1.06	0.98	2.75		
2	I	13.85 \hat{b}	0	15.70	14.49	16.73 \hat{A}	22.23	
	II	14.99 $\hat{a}b$	8.23	13.91	15.36	13.69 \hat{B}	0	
	III	15.93 \hat{a}	15.01	15.16	14.92	14.35 \hat{B}	4.85	
	F 值	3.20		2.15	0.57	7.58 ^{**}		
3	I	11.92 \hat{B}	0	14.55	13.41	13.39 \hat{b}_x	1.37	
	II	14.61 \hat{A}	22.57	13.19	13.61	15.45 \hat{a}_x	16.94	
	III	15.52 \hat{A}	30.20	14.32	15.04	13.21 \hat{b}	0	
	F 值	11.09 ^{**}		1.70	2.51	3.40		
4	I	12.99 \hat{B}	0	16.09	15.56	15.78	3.14	
	II	16.85 \hat{A}	29.72	15.63	15.94	15.30	0	
	III	17.12 \hat{A}	31.79	15.24	15.45	15.88	3.79	
	F 值	13.51 ^{**}		0.48	0.19	0.28		
总和	I	64.92 \hat{B}	0	73.54	69.57	73.96	6.83	
	II	72.78 \hat{A}	12.11	68.81	72.10	71.26	2.93	
	III	76.75 \hat{A}	18.22	72.11	72.77	69.23	0	
	F 值	12.62 ^{**}		2.25	1.21	1.84		

$F_{0.1}(2, 18) = 2.62$, $F_{0.05}(2, 18) = 3.55$, $F_{0.01}(2, 18) = 6.01$

注: F 值上的标符表示通过 $\sim \alpha = 0.1$, $* \sim \alpha = 0.05$, $** \sim \alpha = 0.01$ 显著性检验。

表4 不同处理及刈割期作物粗蛋白含量两向分组数据及分析

刈割第次	处 理									$\bar{y}_{i..}$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	28.44	25.73	25.85	27.37	28.34	29.73	28.64	27.24	27.81	27.68 B
2	26.59	25.74	25.79	28.91	28.78	29.73	28.85	29.05	29.81	28.14 B
3	27.76	26.79	26.53	32.15	30.83	30.18	30.77	33.23	31.80	30.00 A
4	22.75	23.17	23.25	30.40	30.41	27.47	30.54	30.78	32.40	27.91 B
$\bar{y}_{.j.}$	26.39 B	25.36 B	25.36 B	29.71 A	29.59 A	29.28 A	29.70 A	30.08 A	30.46 A	27.68

2.3 试验各因子对粗蛋白产量的影响

各处理的平均粗蛋白产量见表5, 各因子对作物粗蛋白产量效应的综合比较结果见表6。由于施N量显著地影响作物的生物产量及其含氮量, 双重作用的结果使不同N肥水平下作物的粗蛋白产量差异极显著。N₁、N₂和N₃分别为16.93 g/盆(2.75 t·hm⁻²), 21.33 g/盆(3.46 t·hm⁻²)和22.83 g/盆(3.71 t·hm⁻²)。N₃和N₂较N₁粗蛋白产量分别增加34.85%和25.99%, 边际生产率(单位氮素的粗蛋白产量增量)分别为1.25 kg·kg⁻¹和3.55 kg·kg⁻¹, 在N₃时其值仍大于零, 尚还处于经济合理施肥范围, 但由于N₃与N₂间差异不显著, 施N量最佳水平选为N₂。肥料类型也是影响粗蛋白产量的显著因子, 但效应随不同茬次有所不同, 总体上施用NH₄-N比较有利, 相对于NO₃-N增产8.77%。磷肥和钾肥的影响不显著, 根据效益原

则考虑, 选最低水平, 这样无论是对于物质产量还是粗蛋白产量指标, 肥料多因子的最佳组配均为 $F_{1N_2}P_1K_1$, 在 $\alpha = 0.05$ 信度水平下, 其预期年粗蛋白产量为 $(22.36 \pm 1.46) \text{ g/盆}$ 即 $(3.63 \pm 0.24) \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

表 5 各处理的平均粗蛋白产量

g/盆

处 理	刈 割 第 次				总 和
	1	2	3	4	
1	7.66	4.25	3.12	3.20	18.23 BC
2	6.58	3.09	3.25	3.00	15.92 C
3	6.73	3.71	3.28	2.93	16.65 C
4	7.07	4.53	4.47	5.41	21.48 AB
5	7.69	4.53	4.35	5.09	21.66 AB
6	7.72	4.04	4.74	4.38	20.88 AB
7	8.31	4.48	5.70	5.17	23.66 AB
8	6.95	4.06	4.41	5.31	20.73 AB
9	8.38	5.50	4.71	5.53	24.12 A

表 6 各因子粗蛋白产量效应的综合比较

g/盆

刈割第次	水平	N	w/%	P	K	F	w/%
1	I	6.99 b	0	7.68	7.44	7.91 A	14 47
	II	7.49 ab	7.15	7.07	7.34	7.54 AB	9.12
	III	7.88 a	12.73	7.61	7.57	6.91 B	0
	F 值	3.74*		2.08	0.25	4.74**	
2	I	3.68 B	0	4.42	4.11	4.76 A	23.00
	II	4.36 AB	18.48	3.89	4.37	3.87 B	0
	III	4.67A	26.90	4.41	4.24	4.09 AB	5.68
	F 值	8.99**		3.29	0.59	7.55**	
3	I	3.22 B	0	4.43	4.09	4.06 b	0.25
	II	4.52 A	40.37	4.00	4.14	4.56 a	12.59
	III	4.94 A	53.42	4.25	4.44	4.05 b	0
	F 值	33.60**		1.89	1.51	3.54*	
4	I	3.04 B	0	4.59	4.30	4.61	10.29
	II	4.98 A	63.82	4.47	4.64	4.18	0
	III	5.34 A	75.66	4.28	4.40	4.55	8.85
	F 值	46.79**		0.77	0.98	1.62	
总和	I	16.93 B	0	21.12	19.94	21.33 a	8.77
	II	21.33 A	25.99	19.43	20.50	20.15 ab	2.75
	III	22.83 A	34.85	20.55	20.65	19.61 b	0
	F 值	35.48**		2.80	0.53	2.92	

$F_{0.1} = 2.62$ $F_{0.05}(2, 18) = 3.55$ $F_{0.01}(2, 18) = 6.01$

3 结论

在试验条件下, 决定鲁梅克斯 K-1 生长和产出的限制性肥料因子是施氮量, 同时肥料类型也有一定影响, 但在不同作物生长季节, 效应有所差异, 一般来说 $\text{NH}_4\text{-N}$ 较为有效。其他 2 个因子磷、钾肥的影响不显著。

有效施氮既可以提高作物的生物产量, 又可以在一定程度提高其粗蛋白含量, 2 者均有利粗蛋白产量的提高。

根据产量效应指标, 以及考虑施肥效益原则, 由综合比较确定的最佳肥料配比组合为 $\text{F}_1\text{N}_2\text{P}_1\text{K}_0$ 。

参 考 文 献

- 1 熊军功 知识创新与鲁梅克斯绿色产业发展 中国食物与营养, 1999, (增刊): 10~ 20
- 2 徐锐 鲁梅克斯——一种水土保持与绿色产业相结合的新草种 中国水土保持, 2000, (6): 33~ 36
- 3 艾应伟 鲁梅克斯 K-1 杂交酸模在养畜的应用 四川畜牧兽医, 1999, 26(103): 25, 26
- 4 石定燧, 杨茁萌 鲁梅克斯 K-1 杂交酸模栽培技术 中国食物与营养, 1999, (增刊): 72~ 74
- 5 黄新善, 张东鸿, 魏润元 优质饲草鲁梅克斯 K-1 杂交酸模引种栽培试验报告 内蒙古草业, 1999, (2): 33~ 35
- 6 董宝娣, 刘小京, 董文琦 鲁梅克斯 K-1 牧草引种栽培试验研究初报 草业科学, 2000, 17(1): 21, 22