

不同肥料配比对旱地胡麻产量及品质的影响

叶春雷, 罗俊杰, 石有太, 谢志军, 王 方

(甘肃省农业科学院生物技术研究, 甘肃 兰州 730070)

摘 要: 大田旱作条件下, 研究了氮磷配肥对胡麻产量、品质和农艺性状的影响。结果表明, 氮磷配施均能增加胡麻产量, 当氮肥用量一定($N\ 30\sim 60\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)时, 增施磷肥($P_2O_5\ 22.5\sim 90\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)能使胡麻籽粒产量较对照增加 50.00%~84.23%; 当磷肥用量一定($P_2O_5\ 30\sim 120\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)时, 增施氮肥同样促进胡麻产量, 但低磷高氮肥和高磷高氮肥反而不利于胡麻产量的增加; 氮肥效果比磷肥明显, 其中以 N_2P_3 处理($N\ 60\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$, $P_2O_5\ 67.5\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)产量最大, 达到 $1\ 719.44\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。增施氮肥能够增加胡麻的株高、工艺长度、千粒重、分茎数、主茎分枝数和单株有效果枝数, 高磷肥反而不利于胡麻农艺性状的改善。氮磷配施使胡麻棕榈酸含量较对照增加 0~5.62%, 油酸的含量较对照增加 0~4.06%, 施用氮肥可增加胡麻的亚油酸和亚麻酸含量, 而高磷肥反而降低了亚油酸和亚麻酸含量。

关键词: 胡麻; 肥料; 产量; 品质
中图分类号: S147.21 **文献标志码:** A

Effects of different fertilizations on yield and quality of benne

YE Chun-lei, LUO Jun-jie, SHI You-tai, XIE Zhi-jun, WANG Fang

(Bio-technology Institute, Gansu Academy of Agriculture Sciences, Lanzhou, Gansu 730070, China)

Abstract: In dry conditions, influences of nitrogen and phosphorus fertilizers on yield, quality and agronomic traits of benne were investigated. The results showed that nitrogen and phosphorus fertilizers could increase the yield of benne when proper amounts of nitrogen fertilizer ($N\ 30\sim 60\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$) and phosphate fertilizer ($P_2O_5\ 22.5\sim 90\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$) were applied, increasing benne seed yields by 50.00%~84.23%. When certain amount of phosphate ($P_2O_5\ 30\sim 120\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$) was used, elevated amount of nitrogen also promoted benne yield, whereas low phosphorus and high nitrogen or high phosphorus and high nitrogen fertilizers displayed adverse effects on benne yield. N fertilizer played a more predominant role in affecting yield than phosphorus fertilizer. In particular, the N_2P_3 treatment ($N\ 60\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$, $P_2O_5\ 67.5\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$) achieved the highest yield, a maximum of $1\ 719.44\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$. Nitrogen fertilization could increase plant height, length of benne processing, 1 000 grain weight, stem number, number of branches per plant and effective branch number. However, high phosphorus did not help the improvement of agronomic traits of benne. The effects of combined application of nitrogen and phosphorus fertilizers on the contents of palmitic acid and oleic acid were positive, resulting in an increase of 0~5.62% and 0~4.06%, respectively. Nitrogen fertilizer could increase the content of noleic acid and linolenic acid, but high phosphorus application exhibited opposite effects.

Keywords: Benne; Fertilizer; Yield; Quality

甘肃省榆中县属于半干旱地区, 地处陇中黄土高原, 自然降水极其贫乏, 有效水资源紧缺, 季节性干旱发生频繁, 导致粮食产量低而不稳, 是甘肃省中部 18 个干旱县之一, 常年胡麻播种面积 0.33 万 hm^2 以上^[1]。胡麻是这一地区的主要油料作物, 也是重要的大田经济作物, 占甘肃省油料作物总面积的 60% 以上。旱作胡麻在甘肃省胡麻生产中占据重要地位^[2], 合理施肥是提高作物产量和改善品质的有效途径^[3]。苟文峰研究了胡麻的最佳施肥时间为秋季, 比春季施肥增产 41.98%^[4], 胡麻对氮、磷、钾素的吸收前期较少, 主要集中在开花期和成熟期^[5], 增施化肥及有机肥均能促进胡麻产量的增加, 增产幅

收稿日期: 2014-05-26
基金项目: 国家胡麻产业体系 (CARS-17-SYZ-6)
作者简介: 叶春雷 (1980—), 男, 副研究员, 主要从事科研管理及国家胡麻产业技术体系研发工作。E-mail: ycl-80@163.com。
通信作者: 王 方 (1963—), 男, 副研究员, 主要从事胡麻耕作栽培及生物技术应用方面的研究工作。E-mail: gswfyhsy@163.com。

度为 24.9%~206.2%,其中氮肥的增产效果最为明显^[6],沈建楠等^[7]研究认为磷肥施用量对胡麻产量影响较大,施磷肥能有效地促进胡麻植株地上部干物质的积累^[8]。前人也对灌溉条件下的胡麻水肥利用情况进行了研究^[9-10],但对半干旱地区旱地胡麻配方施肥的研究较少。因此,本研究对旱作条件下氮肥、磷肥合理配置对胡麻经济产量和品质的影响进行了研究,旨在为旱地胡麻制定科学合理的施肥方案,为甘肃省半干旱地区进一步改善胡麻栽培措施、推进科学施肥以及提高产量提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验点概况

试验于 2012—2013 年在榆中县石头沟村郭家圈社进行,当地海拔 1 970 m,年降水量 400 mm 左右,年蒸发量 1 400 mm,年均气温 7.4℃,≥10℃有效积温 2 625℃,无霜期 121 d,作物生育期间降雨量不足 200 mm,属于半干旱区。试验田为旱作梯田,土壤类型为旱地黄绵土,前茬玉米,耕层土壤养分有机质 13.8 g·kg⁻¹、全氮 0.89 g·kg⁻¹、碱解氮 42.7 mg·kg⁻¹、有效磷(P₂O₅) 29.47 mg·kg⁻¹、速效钾(K₂O) 121 mg·kg⁻¹。胡麻全生育期所需水分全靠自然降水,除施肥量不同外,其他农艺措施(整地、品种、播种、田间管理等)均与大田相同,并进行同等质量的田间操作。

1.2 供试材料

供试材料为陇亚 10 号,由甘肃省农业科学院作物研究所选育,春性,中熟。生育期 131 d。供试肥料分别为尿素(含 N 46%),重过磷酸钙(含 P₂O₅ 40%)。

1.3 处理方法

试验采用裂区设计,主处理为氮肥(N):N₁:30 kg·hm⁻²,N₂:60 kg·hm⁻²,N₃:90 kg·hm⁻²,N₄:120 kg·hm⁻²,副处理为磷肥(P₂O₅):P₁:22.5 kg·hm⁻²,P₂:45 kg·hm⁻²,P₃:67.5 kg·hm⁻²,P₄:90 kg·hm⁻²。田间采用随机区组排列,3 次重复。每小区种 15 行,行距 20 cm,每行种 1 080 粒种子,小区长 4 m,小区面积 12 m²,保苗 310.5 万株·hm⁻²。以不施肥为对照(N₀P₀),磷肥全部作基肥,氮肥中 40%作基肥,60%作追肥,基肥随整地时全层混施,追肥溶于水后淋施,第 1 次追肥在移苗定植后的第 10 d 进行,第 2、3 次追肥分别第 1 次追肥后的第 10 d 和第 20 d 进行,3 次追肥用量分别为施肥总量的 15%、20% 和 25%。

1.4 测定指标与方法

成熟后每小区取样 10 株,参照《胡麻种质资源描述规范和数据标准》^[11]中的相关规定,分别对株高、工艺长度、分茎数、主茎分枝数、单株蒴果数、千粒重和单株生产力等 7 个性状进行考种。

利用近红外光谱分析仪 DA7200 型(瑞士波通公司生产)对胡麻品质进行测定,测定指标包括粗脂肪、脂肪酸(主要为棕榈酸、硬脂酸、亚油酸、亚麻酸、油酸)、碘价和木酚素含量。

1.5 数据的处理与计算

数据、图表处理采用 Excel 2003,统计分析用 SPSS1 1.5 处理软件进行样本方差分析及 Duncan's 新复极差检验。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对胡麻产量的影响

由表 1 可知,氮磷配施增产效果显著,与不施肥处理相比,施肥均能显著地提高胡麻籽粒产量,当氮肥施用量在 60 kg·hm⁻²以下时,胡麻籽粒产量随着磷肥施用量的增加而增加,随着氮肥施用量增至一定程度后,其增产作用与施肥量不同步,产投比降低,当氮肥施用量大于 60 kg·hm⁻²时,胡麻籽粒产量随着磷肥施用量的增加而降低。

表 1 氮磷配施对胡麻籽粒产量的影响
Table 1 Effects of fertilizers on yield of benne

处理 Treatment	籽粒产量 Yield of grain /(kg·hm ⁻²)	增产量 Increasing yield /(kg·hm ⁻²)	增产率 Ratio of increasing yield/%
N ₀ P ₀	933.33		
N ₁ P ₁	1408.33	536.11	57.44
N ₁ P ₂	1463.89	530.56	56.85
N ₁ P ₃	1500.00	566.67	60.71
N ₁ P ₄	1593.44	761.11	81.55
N ₂ P ₁	1444.44	511.11	54.76
N ₂ P ₂	1465.79	466.67	50.00
N ₂ P ₃	1719.44	786.11	84.23
N ₂ P ₄	1694.44	761.11	81.55
N ₃ P ₁	1505.56	572.23	61.31
N ₃ P ₂	1602.78	669.45	71.73
N ₃ P ₃	1419.44	486.11	52.08
N ₃ P ₄	1411.11	477.78	51.19
N ₄ P ₁	1408.33	475.00	50.89
N ₄ P ₂	1375.00	441.67	47.32
N ₄ P ₃	1361.11	427.78	45.83
N ₄ P ₄	1352.78	419.45	44.94

当施氮量一定时,随磷肥施用量的增加胡麻产

量呈先增加后减少的趋势。在低磷高氮肥和高磷高氮肥条件下,胡麻产量均减少,说明施肥过多反而不利于胡麻产量的增加。

2.2 氮肥和磷肥施用量与胡麻产量的关系

对胡麻产量与施肥量进行回归分析,建立胡麻产量(Y)与氮肥施用量(N)、磷肥施用量(P)效应的二元二次方程,得到产量与施肥量的函数关系为:
 $Y = 970.9209 + 10.5249N + 7.1913P - 0.0763NP - 0.0528N^2$ 。经计算可知,当 $N = 94.25 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, $P = 74.3 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,在当年生产条件下可以得到的最大理论产量为 $1\,974.75 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。经方差分析, F 值 $= 13.89 > F_{0.05}$,说明氮磷配施与胡麻产量的回归关系达到显著水平,表明方程模拟效果较好。

2.3 不同施肥处理对胡麻产量相关性状的影响

当施磷肥量 $67.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 以下时,随着氮肥施用量的增加胡麻的株高、工艺长度、分茎数、主茎分枝数也增加,当磷肥施用量达到 $90 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 时,氮肥施用量的增加对株高、工艺长度、分茎数、主茎分枝数的影响较小;磷肥施用量相同的情况下,单株有效果数随氮肥施用量的增加而增加,当施磷肥量高于 $67.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 时,单株生产力随氮肥施用量的增加而增加。在低氮肥 ($30 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$) 条件下,胡麻的株高随磷肥的施用量的增加而增加,当氮肥施肥量大于 $30 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 时,胡麻的株高随磷肥的施用量的增加呈现先增长后降低的趋势。施肥处理对胡麻千粒重均有增加趋势。

表 2 氮磷配施对胡麻产量相关性状的影响
Table 2 Effects of N, P fertilizer applications on traits related to yield in benne

处理 Treatment	株高 Height /cm	工艺长度 Technical length /cm	分茎数 Number of stem	主茎分枝数 Amount of branch	单株蒴果数 Berries per plant	千粒重 1000-grain weight/g	单株生产力 The single productive/g
N ₀ P ₀	52.1	34.63	0.29	3.65	15.54	7.45	0.68
N ₁ P ₁	53.05	33.58	0.26	3.18	14.2	8.15	0.71
N ₁ P ₂	54.38	32.24	0.07	3.75	10.84	8.91	0.65
N ₁ P ₃	54.93	31.35	0.31	3.42	16.87	8.02	0.60
N ₁ P ₄	54.12	33.67	0.31	4.05	14.67	8.35	0.63
N ₂ P ₁	50.27	32.13	0.68	3.41	15.35	7.78	0.65
N ₂ P ₂	57.18	33.25	0.53	3.64	12.33	8.19	0.82
N ₂ P ₃	55.87	35.46	0.40	3.96	16.64	7.98	0.72
N ₂ P ₄	49.63	31.05	0.27	3.80	17.27	8.17	0.73
N ₃ P ₁	54.60	31.45	0.55	3.49	16.60	8.17	0.69
N ₃ P ₂	57.32	33.75	0.44	3.89	13.98	8.00	0.65
N ₃ P ₃	51.22	34.47	0.55	4.09	17.74	7.74	0.76
N ₃ P ₄	55.39	32.87	0.54	3.89	18.11	8.45	0.85
N ₄ P ₁	55.20	39.80	0.62	4.60	18.87	7.21	0.72
N ₄ P ₂	57.40	36.40	0.69	4.44	16.42	7.38	0.72
N ₄ P ₃	60.30	37.15	0.71	4.73	19.05	8.24	0.81
N ₄ P ₄	53.70	33.58	0.33	4.11	19.49	8.47	0.99

2.4 不同施肥处理对胡麻品质性状的影响

表 3 可见,与对照相比,氮磷配施对胡麻含油率的影响差异不明显,但明显增加了棕榈酸、油酸的含量,低氮水平下 ($30 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$),胡麻的硬脂酸含量低于对照,随着磷肥施用量的增加亚油酸和亚麻酸呈减少趋势,当施氮量高于 $30 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 时,胡麻硬脂酸含量均高于对照,随着磷肥施用量的增加亚油酸和亚麻酸呈先增加后减少趋势,在施氮量达 $120 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 时,随着磷肥施用量的增加而呈减少趋势。

3 结论与讨论

施用一定量的化肥均能提高旱地胡麻的产量,前人研究认为增施化肥及有机肥均能促进胡麻产量的增加,增产幅度为 $24.9\% \sim 206.2\%$,其中氮肥的增产效果最为明显^[6,12]。但氮肥施用量太多反而不利于胡麻产量的增加^[10]。索全义等^[13]也认为,胡麻是需肥较多又不耐高氮的作物,这与本研究结果高氮肥不利于胡麻产量的增加结果一致。

表 3 氮磷配施对胡麻品质性状的影响
Table 3 Effects of N, P fertilizer applications on quality traits in benne

处理 Treatment	含油率 Oil content /%	棕榈酸 Palmitic acid /%	硬脂酸 Stearic acid /%	油酸 Oleinic acid /%	亚油酸 Linoleic acid /%	亚麻酸 Linolenic acid /%	碘值 Iodine value /%	木酚素 Lignan /%
N ₀ P ₀	39.49	6.58	5.30	33.00	12.75	42.05	171.48	4.88
N ₁ P ₁	39.24	6.70	4.94	33.37	12.75	42.48	172.17	5.16
N ₁ P ₂	39.33	6.68	4.99	33.34	12.71	42.33	171.79	5.72
N ₁ P ₃	39.53	6.60	5.04	33.01	12.54	42.26	171.52	5.02
N ₁ P ₄	39.46	6.57	5.07	34.07	12.50	42.03	171.36	3.89
N ₂ P ₁	39.45	6.78	5.64	33.87	12.55	41.37	169.50	4.52
N ₂ P ₂	39.15	6.67	5.70	33.25	12.57	42.24	170.71	4.82
N ₂ P ₃	39.53	6.67	5.39	32.82	12.80	42.44	170.91	4.46
N ₂ P ₄	39.16	6.70	5.77	33.41	12.85	42.53	170.43	4.56
N ₃ P ₁	39.43	6.74	5.36	33.07	12.70	42.32	170.84	6.05
N ₃ P ₂	39.07	6.72	5.73	33.56	12.35	42.49	170.05	4.15
N ₃ P ₃	39.08	6.95	5.51	32.81	12.83	42.85	170.93	5.28
N ₃ P ₄	39.37	6.62	5.67	34.34	12.71	41.19	169.45	4.93
N ₄ P ₁	38.86	6.88	5.96	33.74	12.49	42.01	169.55	4.45
N ₄ P ₂	39.07	6.63	6.31	33.35	12.26	41.90	169.93	4.05
N ₄ P ₃	39.77	6.55	5.55	33.96	12.13	40.70	169.87	5.33
N ₄ P ₄	39.19	6.69	5.98	33.71	12.60	41.88	169.87	4.36

氮磷配合是提高磷肥肥效的重要措施。蒲武杰^[14]在麟游县山旱地进行胡麻氮磷肥配合多点试验证明,低产地区应重施氮肥,高产地区氮素已不是产量首要限制因子,应重施磷肥。谢亚萍等^[8]认为中磷水平(99.36 kg·hm⁻²)下胡麻收获指数最大、磷肥施用效果最优、转化为经济产量的能力最强,可提高胡麻籽粒产量 50% 以上。氮与磷肥配合施用时互作效应显著,能充分发挥各种养分的增产作用,增产效果更显著^[15-16]。每生产 100 kg 胡麻种籽,需从土壤中吸收氮(N)3.75 kg,磷(P₂O₅)1.25 kg,钾(K₂O)2.75 kg^[10]。令鹏等^[2]研究认为,影响旱地胡麻产量的因素由大到小依次为施氮量、施磷量、种植密度。魏景云等^[17]于 1987—1991 年间采用地力差减法进行了配方施肥研究,认为在旱作地区胡麻基础产量为 225~1 200 kg·hm⁻²,N、P₂O₅ 用量范围分别在 33.0~66.0 kg·hm⁻²和 30.0~58.5 kg·hm⁻²,施肥量与地力基础产量呈正相关。梁淑珍等^[18]在定西旱地的试验表明,在旱作区低肥力土壤条件下,每公顷施纯 N 63.3 kg、P₂O₅ 45.3 kg,可获得 1 650 kg·hm⁻²的高产。本试验结果表明,氮磷配施均能增加胡麻产量,当氮肥用量一定(N 30~60 kg·hm⁻²)时,增施磷肥(P₂O₅ 22.5~90 kg·hm⁻²)均能促进胡麻籽粒产量;当磷肥用量一定(N 30~120 kg·hm⁻²)时,增施氮肥同样促进胡麻产量,氮肥效果比磷肥明

显,其中以 N₂P₃ 处理产量最大,这与前人的结果基本一致。

松生满等^[19]研究认为,增施磷酸二铵能明显提高胡麻有效果数、每果粒数和千粒重。本研究认为,当施磷肥量 67.5 kg·hm⁻²以下时,增施氮肥能够增加胡麻的株高、工艺长度、分茎数、主茎分枝数,高磷肥反而不利于胡麻农艺性状的改善。磷肥施用量相同的情况下,单株有效果数随氮肥施用量的增加而增加,高磷肥不利于胡麻株高的增加。施肥处理对胡麻千粒重均有增加趋势。氮磷配施明显增加了胡麻棕榈酸、油酸的含量,施用氮肥可增加胡麻的亚油酸和亚麻酸含量,而高磷肥施反而降低了亚油酸和亚麻酸含量。

参 考 文 献:

[1] 刘世海,孙 慧,魏芳红,等.旱地胡麻全膜覆土穴播栽培技术[J].甘肃农业科技,2010,(11):59-60.
[2] 令 鹏.密度和氮磷施用量对旱地胡麻产量的影响[J].甘肃农业科技,2010,(9):34-35.
[3] 颜景辰,雷海章.世界生态农业的发展趋势和启示[J].世界农业,2005,(1):7-10.
[4] 苟文峰,刘慧杰.旱地胡麻最佳施肥时期研究[J].干旱地区农业研究,1994,12(3):14-20.
[5] 高小丽.施肥对西北半干旱地区土壤养分、胡麻养分吸收及产量的影响[D].兰州:甘肃农业大学,2010.

指标的影响[J].农学学报,2014,4(1):4-14.

[11] 周宇飞,王德权,陆樟镛,等.干旱胁迫对持绿性高粱叶片渗透调节及叶绿体超微结构的影响[J].应用生态学报,2013,24(9):2545-2550.

[12] 郭素枝,张明辉,邓传远,等.干旱胁迫对茉莉3个品种叶片光合特性和超微结构的影响[J].热带亚热带植物学报,2013,21(2):123-129.

[13] 徐当会,王军平,张仁赞,等.干旱和复水过程中荒漠植物红砂叶片和枝条超微结构的变化[J].兰州大学学报(自然科学版),2013,49(1):70-75.

[14] 王程栋,王树声,胡庆辉.干旱胁迫对烤烟叶肉细胞超微结构的影响[J].中国农学通报,2012,28(07):104-108.

[15] 李建武,王 蒂,雷武生.干旱胁迫对马铃薯叶片膜保护酶系统的影响[J].江苏农业科学,2007,9(3):100-103.

[16] 抗艳红,龚学臣,赵海超,等.不同生育时期干旱胁迫对马铃薯生理生化指标的影响[J].中国农学通报,2011,27(15):97-101.

[17] 张宪政.植物叶绿素含量测定一丙酮乙醇混合液法[J].辽宁农业科学,1986,(3):26-28.

[18] 李合生,孙 群.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2000: 105-109.

[19] 李仲光.在单一提取系统中同时测定五种植物抗氧化酶[J].云南师范大学学报,2002,22(6):44-47.

[20] 陈建勋,王晓峰.植物生理学实验指导[M].广州:华南理工大学出版社,2002:119-122.

[21] 陈少瑜,郎南军,贾利强,等.干旱胁迫对坡柳等抗旱树种幼苗膜脂过氧化及保护酶活性的影响[J].植物研究,2006,26(1):88-92.

[22] Smimoff N. The role of active oxygen in response of plants to water deficit and desiccation[J]. New Phytol, 1993,125(1):27-58.

[23] 李建武,王 蒂,司怀军,等.水分胁迫下马铃薯试管苗的生理响应[J].甘肃农业大学学报,2005,40(3):319-323.

[24] 林永英.水分胁迫对青冈叶片活性氧的伤害[J].福建林业大学学报,2002,22(1):1-3.

[25] 王振镓,郭蔼光,罗淑萍.水分胁迫对玉米 SOD 和 POD 活力及同工酶的影响[J].西北农业大学学报,1989,17(1):45-49.

[26] Shaterian J, Waterer D R, de Jong H, et al. Methodologies and traits for evaluating the salt tolerance in diploid potato clones[J]. Am J Pot Res,2008,85:93-100.

[27] 白志英,李存东,屈 平,等.干旱胁迫对小麦中国春 - Synthetic 6x 代换系叶片超微结构的影响[J].电子显微学报,2009,28(1):68-73.

[28] 郁 慧,刘中亮,胡宏亮,等.干旱胁迫对5种植物叶绿体和线粒体超微结构的影响[J].植物研究,2011,31(2):152-158.

[29] 吴建慧,崔艳桃,赵倩竹.干旱胁迫下4种委陵菜属植物叶片的超微结构[J].草业科学,2013,29(11):1724-1730.

[30] 任丽花,黄敏敏,江枝和,等.干旱胁迫对圆叶决明叶片超微结构的影响[J].中国草地学报,2008,30(1):230-234.

[31] 陈健辉,李荣华,郭培国,等.干旱胁迫对不同耐旱性大麦品种叶片超微结构的影响[J].植物学报,2011,46(1):28-36.

(上接第 25 页)

[6] 高小丽,刘淑英,王 平,等.西北半干旱地区有机无机肥配施对胡麻养分吸收及产量构成的影响[J].西北农业学报,2010,19(2):106-110.

[7] 沈建楠,刘 娟,李春霞.不同磷肥施用量对胡麻生育性状及产量的影响[J].现代农业科技,2013,21:14,18.

[8] 谢亚萍,闫志利,李爱荣,等.施磷量对胡麻干物质积累及磷素利用效率的影响[J].核农学报,2013,27(10):1580-1587.

[9] 李成虎.氮肥不同施用量对胡麻产量的影响[J].农业科技与信息,2010,21:41-42.

[10] 高鸿飞.氮肥不同施用量对胡麻产量的影响[J].宁夏农林科技,2010,(6):36,66.

[11] 王玉富,栗建光.亚麻种质资源描述规范和数据标准[M].北京:中国农业出版社,2006.

[12] 李文珍.旱地胡麻配方施肥试验[J].甘肃农业科技,2011,(2):39-40.

[13] 索全义,郝虎林,索风兰,等.磷钾化肥对胡麻产量形成的影响[J].内蒙古农业科技,2002,(土肥专辑):18-19.

[14] 蒲武杰.山旱地胡麻氮磷肥配合效应研究[J].陕西农业科学,1999,(5):13-15.

[15] Graciano C, Guامت J J, Goya J F. Impact of nitrogen and phosphorus fertilization on drought responses in eucalyptus grandis seedlings [J]. Forest Ecology and Management, 2005,212(1):40-49.

[16] 蔺海明,纪 瑛,王 斌,等.生荒地氮磷配施对苦参苗生长和苦参总碱含量的影响[J].草业学报,2010,19(3):102-109.

[17] 魏景云,高炳德,索全义,等.应用目标产量法对胡麻配方施肥的研究[J].内蒙古农业科技,1998,(6):4-8.

[18] 梁淑珍,姚晏如,汪仲敏.旱地胡麻专用肥氮磷优化组合方案研究[J].甘肃科技,1995,(3):13-14.

[19] 松生满,田 丰.不同二铵施用量对胡麻产量的影响[J].青海农林科技,2007,(4):14-16.