

# 沿黄灌区不同种植密度对胡麻产量和植株性状的效应

郑彩霞, 赵宝颢, 俞华林, 李雨阳, 师学豪, 邱小娟, 马泉芳  
(白银市农业科学研究所, 甘肃 白银 730900)

**摘要:** 为探索胡麻产量和植株性状对种植密度的响应规律, 筛选适宜白银市灌区胡麻的种植密度。以陇亚13号为供试品种, 研究不同种植密度(600万、750万、900万、1050万、1200万粒/hm<sup>2</sup>)对胡麻产量和植株性状的影响。结果表明, 随着种植密度的增加, 胡麻产量、株高、工艺长度、单株生物量、单株粒重、每果粒数和经济系数呈先增后降的趋势, 分茎数、分枝数、分枝长、果层厚度、单株果数和千粒重逐渐降低, 主茎贡献率增加, 分茎贡献率逐渐降低。在白银市灌区现阶段生产水平下, 胡麻种植密度为750万粒/hm<sup>2</sup>时, 产量水平最高, 为2299.68 kg/hm<sup>2</sup>。

**关键词:** 胡麻; 种植密度; 产量; 植株性状; 沿黄灌区

**中图分类号:** S565.9 **文献标志码:** A **文章编号:** 2097-2172(2024)09-0839-04

**doi:** 10.3969/j.issn.2097-2172.2024.09.011

## Effects of Different Planting Density on the Yield and Plant Traits of *Linum usitatissimum* in Irrigation Areas along the Yellow River

ZHENG Caixia, ZHAO Baoxie, YU Hualin, LI Yuyang, SHI Xuehao, QIU Xiaojuan, MA Quanfang  
(Baiyin Institute of Agricultural Sciences, Baiyin Gansu 730900, China)

**Abstract:** In order to explore the response of the flax yield and plant traits to planting density, so as to screen the suitable planting density of flax in Baiyin irrigation district, Longya 13 flax was used as the test material. Field experiments were conducted to study the effects of different planting densities (6.0 million, 7.5 million, 9.0 million, 10.5 million, 12.0 million grains/ha) on flax yield and plant traits. The results showed that with the increase of planting density, the yield, plant height, process length, biomass, seed weight per plant, seed number per fruit and economic coefficient were increased first and then decreased, whereas the number of stems, branches, branch length, fruit layer thickness, fruit number per plant and thousand grain weight were decreased gradually. Moreover, the contribution rate of main stem was increased gradually, while that of branch stem was decreased gradually with the increase of planting density. When the planting density was 7.5 million grains/ha, the highest yield was 2299.68 kg/ha at the current level of flax production in Baiyin irrigation areas.

**Key words:** *Linum usitatissimum* L.; Planting density; Yield; Plant character; Irrigation areas along the Yellow River

胡麻(*Linum usitatissimum* L.)是我国重要的特色油料作物之一, 国内主要种植在甘肃省、宁夏回族自治区、内蒙古自治区、河北省等北方地区<sup>[1-2]</sup>。胡麻作为白银市的传统农作物, 常年播种面积在2万hm<sup>2</sup>以上<sup>[3]</sup>。胡麻油富含不饱和脂肪酸、蛋白质、膳食纤维、维生素等多种营养成分, 具有增强免疫力、促进肠道健康、降低血脂、预防心血管疾病等功效, 已广泛应用于食品、工业、医药

和饲料等领域<sup>[4]</sup>。

种植密度是影响胡麻产量和植株性状的主要因素之一, 也是维持胡麻群体结构和空间结构的重要措施和途径<sup>[5-6]</sup>。胡麻种植密度过低时, 单株生长发育好, 但单位面积产量不高; 胡麻种植密度过高时严重抑制了单株的生长发育, 植株的分茎数减少, 单株果数减少, 果层厚度、千粒重降低, 倒伏风险增大, 不利于机械收获<sup>[7-8]</sup>。由于

收稿日期: 2024-07-16

基金项目: 国家现代农业产业技术体系(CARS-14); 甘肃省第二批陇原青年英才项目。

作者简介: 郑彩霞(1975—), 女, 新疆阿图什人, 高级农艺师, 主要从事农作物育种工作。Email: 751770796@qq.com。

通信作者: 赵宝颢(1984—), 男, 甘肃会宁人, 正高级农艺师, 主要从事胡麻育种及栽培技术研究工作。Email: 304031801@qq.com。

胡麻各主产区的种植密度差异较大,对胡麻商品化、产业化发展以及农民的增产增收产生了不利影响<sup>[9]</sup>。研究发现,适宜的播种密度可促进胡麻的生长发育、提高抗倒性能、减少杂草发生、提高产量实现增收<sup>[10-11]</sup>。合理密植是胡麻生产过程中的重要技术环节,不仅能使胡麻更好地利用光、热、水、肥等资源,而且促进胡麻个体和群体间的协调生长<sup>[12]</sup>。为了探索沿黄灌区适宜的胡麻种植密度,实现高产稳产,我们以陇亚 13 号为供试品种,研究了不同种植密度对胡麻产量和植株性状的影响,以期当地灌区胡麻生产的合理密植提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验于 2022 年在甘肃省靖远县乌兰镇河靖坪村进行,当地海拔 1 570 m,年平均无霜期 170 d,年平均气温 8.5 °C,年平均降水量 220 mm。耕层土壤含有有机质 12.00 g/kg、碱解氮 57.10 mg/kg、有效磷 23.40 mg/kg、速效钾 94.00 mg/kg、全氮 0.56 g/kg、全磷 1.07 g/kg、全钾 19.60 g/kg, pH 8.35。试验地土质为灰钙土,黄河灌区,前茬作物为小麦,地力中等。

### 1.2 供试材料

供试胡麻品种为陇亚 13 号,由甘肃省农业科学院作物研究所提供。

### 1.3 试验方法

试验共设 5 个种植密度,分别为 600 万粒/hm<sup>2</sup> (T1)、750 万粒/hm<sup>2</sup> (T2)、900 万粒/hm<sup>2</sup> (T3)、1 050 万粒/hm<sup>2</sup> (T4)、1 200 万粒/hm<sup>2</sup> (T5)。随机区组排列,重复 3 次,小区面积 12.48 m<sup>2</sup> (2.60 m × 4.80 m)。试验田四周设保护行,其他管理同当地大田。

### 1.4 测定指标及方法

成熟时每小区取样 20 株进行考种,调查株高、工艺长度、分茎数、生物产量、千粒重等农艺性状和经济性状,每小区单独收获晒干后脱粒测定产量。各农艺性状和经济性状指标参照赵宝颢等<sup>[4]</sup>的方法进行测定。

$$\text{贡献率} = \text{茎粒重} / \text{单株粒重} \times 100\%$$

### 1.5 数据分析

试验数据统计分析采用 Excel 软件进行,方差

分析和多重比较分析采用张仲保<sup>[13]</sup>的农业田间试验统计分析软件 SAE Version 6.0.0 进行分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同种植密度对胡麻产量的影响

由表 1 可以看出,不同处理胡麻折合产量以 T2 处理最高, T3 处理居第 2 位,产量分别为 2 299.68、2 283.65 kg/hm<sup>2</sup>,均显著高于 T5 处理 ( $P < 0.05$ )。T4 处理居第 3 位,产量为 2 219.55 kg/hm<sup>2</sup>; T1 处理居第 4 位,产量为 2 147.44 kg/hm<sup>2</sup>; T5 处理产量最低,为 2 067.31 kg/hm<sup>2</sup>, T4、T1、T5 处理产量之间差异不显著。由此可见,胡麻产量随种植密度的增加呈先升后降的趋势。

表 1 陇亚 13 号不同种植密度的产量

处理	小区平均产量 (kg/12.48 m <sup>2</sup> )	折合产量 (kg/hm <sup>2</sup> )
T1	2.68	2 147.44 ab
T2	2.87	2 299.68 a
T3	2.85	2 283.65 a
T4	2.77	2 219.55 ab
T5	2.58	2 067.31 b

通过模拟分析,胡麻产量 ( $y$ ) 与种植密度 ( $x$ ) 以一元二次回归模型模拟相关性最好 (图 1), 其回归方程为:  $y = -0.002x^2 + 3.5015x + 791.6$  ( $R^2 = 0.975$ ), 当  $x = 875.38$  时,  $y$  有最大值 2 324.16, 即当胡麻种植密度为 875.38 万粒/hm<sup>2</sup> 时,可获得最大产量 2 324.16 kg/hm<sup>2</sup>。

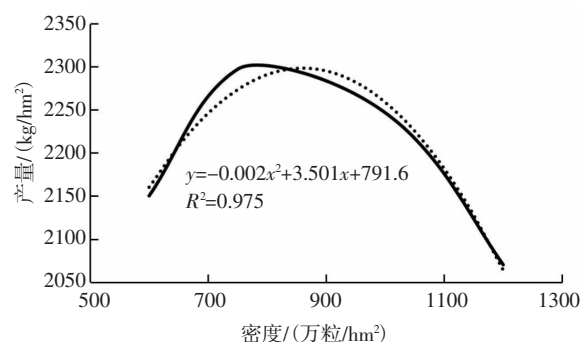


图 1 陇亚 13 号产量与种植密度关系

### 2.2 不同种植密度对胡麻主要农艺性状的影响

由表 2 可以看出,陇亚 13 号的株高、工艺长度随种植密度的增加而呈先增后降趋势,均在 T4 处理时达到最高。其中 T4 处理的株高为 68.0 cm,显著高于其他处理 ( $P < 0.05$ ); T3、T2 株高差异不显著,均显著高于 T5 ( $P < 0.05$ )。工艺长度 T4、T5 处理差异不显著,分别为 42.7、41.7 cm,均显

表2 陇亚13号不同种植密度的主要农艺性状

处理	株高 /cm	工艺 长度 /cm	分茎数 /个	主茎 分枝数 /个	主茎 分枝长 /cm	果层 厚度 /cm
T1	65.5 bc	39.3 b	1.1 a	5.4 a	17.8 a	16.6 a
T2	65.9 b	39.5 b	1.0 a	5.0 b	14.5 b	15.8 b
T3	66.8 b	39.6 b	0.8 b	4.8 bc	14.1 c	15.6 b
T4	68.0 a	42.7 a	0.3 c	4.7 c	13.9 c	14.8 c
T5	64.3 c	41.7 a	0.1 d	4.7 c	13.8 c	12.7 d

著高于 T1、T2、T3 处理 ( $P<0.05$ )。分茎数、主茎分枝数、主茎分枝长和果层厚度均随种植密度的增加呈降低趋势。其中 T1、T2 处理的分茎数分别为 1.1、1.0 个, 显著高于 T3、T4、T5 处理, T1 处理主茎分枝数为 5.4 个, 显著高于其他处理 ( $P<0.05$ ), 较 T5 处理增加了 0.7 个; T1 处理的主茎分枝长、果层厚度分别为 17.8、16.6 cm, 均显著高于其他处理 ( $P<0.05$ ), 分别较 T5 处理增加了 4.0、3.9 cm。

### 2.3 不同种植密度对胡麻经济性状的影响

从表 3 可以看出, 陇亚 13 号的单株生物产量、单株粒重、每果粒数和经济系数均随种植密度的增加呈先增后降的趋势。其中每果粒数在 T3 处理达到最大值, 为 8.5 粒, 显著高于其他处理 ( $P<0.05$ ), 较 T1 处理增加了 1.4 粒。单株生物产量、单株粒重、经济系数均在 T2 处理达到最大值, 其中单株生物产量、单株粒重分别为 3.94、1.32 g, 均显著高于 T5 处理 ( $P<0.05$ ), 分别较 T5

表3 陇亚13号不同种植密度的经济性状

处理	单株 生物量 /g	单株 粒重 /g	单株 果数 /个	每果 粒数 /粒	千粒重 /g	经济 系数
T1	3.93 a	1.23 b	26.0 a	7.1 d	6.67 a	0.313 c
T2	3.94 a	1.32 a	25.0 a	8.0 b	6.61 ab	0.335 a
T3	3.73 b	1.23 b	22.0 b	8.5 a	6.57 b	0.330 ab
T4	2.47 c	0.79 c	16.5 c	7.5 c	6.43 c	0.320 bc
T5	2.10 d	0.66 d	13.8 d	7.4 c	6.42 c	0.314 c

表4 陇亚13号单株粒重及构成对产量的贡献

处理	单株		主茎		分茎1		分茎2	
	粒重 /g	贡献率 /%	粒重 /g	贡献率 /%	粒重 /g	贡献率 /%	粒重 /g	贡献率 /%
T1	1.23 b	100	0.82 b	66.67	0.30 c	24.39	0.11 a	8.94
T2	1.32 a	100	0.83 ab	62.88	0.44 a	33.33	0.05 b	3.79
T3	1.23 b	100	0.85 a	69.10	0.35 b	28.46	0.03 c	2.44
T4	0.79 c	100	0.69 c	87.34	0.08 d	10.13	0.02 d	2.53
T5	0.66 d	100	0.64 d	96.97	0.02 e	3.03	0 e	0

处理增加了 1.84、0.66 g; T2 处理的经济系数为 0.335, 显著高于 T1 处理 ( $P<0.05$ ), 较 T1 处理增加了 0.022。陇亚 13 号的单株果数、千粒重随种植密度的增加而逐渐降低。其中 T1、T2 处理的单株果数分别为 26.0、25.0 个, 均显著高于 T5 处理 ( $P<0.05$ ); T1 处理的千粒重为 6.67 g, 显著高于其他处理 ( $P<0.05$ )。

### 2.4 不同种植密度下胡麻单株粒重对产量的影响

由表 4 可以看出, 陇亚 13 号的单株粒重、主茎粒重、分茎 1 粒重均随种植密度的增加呈先增后降的趋势。主茎粒重在 T3 处理达到最大值, 为 0.85 g, 显著高于 T5 处理 ( $P<0.05$ ), 较 T5 处理增加了 0.21 g; 单株粒重、分茎 1 粒重均在 T2 处理达到最大值, 分别为 1.32、0.44 g, 均显著高于其他处理 ( $P<0.05$ ), 较 T5 处理分别增加了 0.66、0.42 g; 分茎 2 粒重随种植密度的增加逐渐降低, T1 处理显著高于其他处理 ( $P<0.05$ )。陇亚 13 号分茎的贡献率与种植密度密切相关, 随着种植密度的增加, 主茎贡献率增大, 分茎贡献率逐渐降低。结合产量结果来看, T2 处理的产量最高, 主茎贡献率达到 62.88%, 分茎贡献率为 37.12%。

## 3 结论与讨论

合理密植能改善作物对光、热、肥、水等资源的利用效率, 是提高作物产量的重要措施<sup>[14-16]</sup>。种植密度过高或过低时, 胡麻产量和经济系数都会降低, 只有合理密植才能确保胡麻高产<sup>[17-18]</sup>。郭秀娟等<sup>[16]</sup>研究发现, 不同种植密度对胡麻的产量、农艺性状和经济性状都有较大影响, 过分增大种植密度影响胡麻群体的通风透光条件, 降低光合效率, 致使产量不稳定; 较低的种植密度虽然可以提高胡麻的单株经济性状, 但由于群体密度小、植株数量少, 也会影响产量造成低产, 这与本研究结论一致。杨治伟等<sup>[7]</sup>研究发现, 随着种植密度的增加, 胡麻茎秆抗折力、茎壁厚度、茎粗、木质

素含量、单株有效果数和单株粒重逐渐降低,产量呈先增加后降低的趋势,与本研究结果相似。

胡麻的产量主要由单株果数、分枝数、株高、每果粒数等多个农艺性状共同决定。研究发现,胡麻的株高、单株有效分枝、单株有效结果等指标随胡麻播种密度的增加而降低<sup>[19]</sup>。播种密度也会影响胡麻的抗倒伏性和胡麻田的杂草发生量,随着胡麻播种密度的增加,杂草发生量逐渐减少,胡麻的抗倒伏性能和产量降低<sup>[9]</sup>。叶春雷等<sup>[20]</sup>研究认为,种植密度对胡麻的农艺性状、产量和品质都有较大影响,胡麻的单株生产力、分茎数随种植密度的增加逐渐减小,利于株高、工艺长度的增加,最优种植密度为 900 万粒/hm<sup>2</sup>。本研究中胡麻的产量、株高、工艺长度、单株生物产量、单株粒重、每果粒数和经济系数随种植密度的增加呈先增加后降低的趋势,单株果数、千粒重、果层厚度、分茎数、主茎分枝数、主茎分枝长随种植密度的增加逐渐降低,主茎贡献率逐渐增加,分茎贡献率逐渐降低,与上述研究结论基本一致。本研究种植密度为 750 万粒/hm<sup>2</sup>时产量最高,为 2 299.68 kg/hm<sup>2</sup>,主茎贡献率达到 62.88%,分茎贡献率 37.12%,说明合理密植能提高胡麻产量。通过模拟分析,当胡麻种植密度为 875.38 万粒/hm<sup>2</sup>左右时,可获得最大产量 2 324.16 kg/hm<sup>2</sup>,该种植密度下胡麻的产量、品质、主要农艺性状尚需进一步研究。综上所述,在白银市灌区现阶段生产水平下,要确保高产稳产,胡麻的适宜种植密度为 750 万粒/hm<sup>2</sup>。

#### 参考文献:

- [1] 陈 军, 叶春雷, 王 炜, 等. 植物生长调节剂在胡麻上的应用效果研究[J]. 寒旱农业科学, 2024, 3(2): 157-162.
- [2] 伊六喜. 胡麻产量和品质相关性状的全基因组关联分析[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2018.
- [3] 赵宝颀, 俞华林, 李雨阳, 等. 不同播期对胡麻生长发育及产量的影响[J]. 寒旱农业科学, 2023, 2(4): 326-329.
- [4] 赵宝颀, 杨继忠, 马泉芳, 等. 半干旱区地膜多次利用穴播胡麻合理密度研究[J]. 农业科技与信息, 2020, (3): 5-7; 11.
- [5] 李鹏红, 吴 兵, 高玉红, 等. 覆膜种植模式对旱地胡麻经济效益的影响分析——基于熵权灰色关联耦合的综合评价[J]. 干旱区资源与环境, 2021, 35(4): 180-188.
- [6] 牛 艳, 赵银宝, 王彩艳. 胡麻油品质影响因子的探讨研究[J]. 中国调味品, 2018, 43(3): 72-74.
- [7] 杨治伟, 钱爱萍, 张 炜, 等. 种植密度对胡麻抗倒性和产量的影响[J]. 中国农学通报, 2024, 40(8): 1-5.
- [8] 李喜强, 高玉红, 贾玲玲, 等. 施钾量与密度对胡麻木质素合成积累及抗倒伏特性的调控[J]. 西北农业学报, 2024, 33(4): 630-641.
- [9] 赵宝颀, 汪 磊, 俞华林, 等. 灌溉时期和次数对胡麻产量和品质的影响[J]. 广东农业科学, 2023, 50(6): 19-26.
- [10] 薛文芳, 高玉红, 胡亚朋, 等. 增密扩行对宽幅匀播胡麻抗倒伏能力及籽粒产量的影响[J]. 核农学报, 2024, 38(1): 149-159.
- [11] 余 红, 牛树君, 胡冠芳, 等. 播种密度对胡麻田杂草发生及胡麻产量的影响[J]. 安徽农业科学, 2016, 44(27): 240-241.
- [12] 康彩睿, 谢军红, 李玲玲, 等. 种植密度与施氮量对陇中旱农区玉米产量及光合特性的影响[J]. 草业学报, 2020, 29(5): 141-149.
- [13] 张仲保, 张 真, 白秦安. 茄子数量性状遗传研究[J]. 园艺学报, 1991(3): 251-257.
- [14] 谢亚萍, 牛俊义, 剡 斌, 等. 种植密度和钾肥用量对胡麻产量和钾肥利用率的影响[J]. 核农学报, 2017, 31(9): 1856-1863.
- [15] 谢亚萍, 牛小霞, 牛俊义, 等. 钾肥和密度对胡麻干物质及钾积累转运和产量的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2017, 35(6): 194-200.
- [16] 郭秀娟, 冯学金, 杨建春, 等. 不同种植密度和肥料配施对胡麻植株性状和经济产量的效应[J]. 作物杂志, 2017(2): 135-138.
- [17] 曹秀霞, 安维太, 钱爱萍, 等. 密度和施肥量对旱地胡麻产量及农艺性状的影响[J]. 陕西农业科学, 2012, 58(1): 87-89.
- [18] 杨 丽, 王宗胜, 刘 杰, 等. 肥料密度两因子互作的胡麻产量效应分析[J]. 陕西农业科学, 2019, 65(3): 28-30; 47.
- [19] 张新学, 曹秀霞, 安维太, 等. 种植密度对旱地垄膜集雨沟播胡麻干物质积累及产量的影响[J]. 农业科学研究, 2015, 36(3): 35-37; 41.
- [20] 叶春雷, 石有大, 罗俊杰, 等. 种植密度对旱地胡麻产量及品质的影响[J]. 甘肃农业科技, 2014(4): 11-13.