

文章编号:1673-887X(2026)06-0205-03

不同种植密度对丹参生长和产量的影响

任杰,王彦

(正宁县农业技术推广中心,甘肃 正宁 745300)

摘要 以甘肃庆阳正宁地区的丹参为对象,设置5个梯度密度处理,系统分析了种植密度对丹参生长动态、产量构成及药用成分积累的影响。结果显示:中密度(T_3 , 125 000株/hm²)的综合效益最优,其苗期与花期的株高、茎粗等关键生长指标显著优于其他处理;收获期鲜、干产量分别达5 608.94 kg/hm²和1 661.18 kg/hm²,商品率高达89.13%,核心药用成分丹参酮ⅡA与丹酚酸B质量分数分别达0.45%和8.67%;高密度处理(T_4 、 T_5)易导致植株长势衰弱、品质降低;低密度处理(T_1)则因土地资源利用率不足造成总产偏低。综上,125 000株/hm²是当地丹参优质高产的理想种植密度。研究结果可为规范化栽培提供技术参考。

关键词 种植密度;丹参;生长;产量;影响

中图分类号 S567.53

文献标志码 A

doi:10.3969/j.issn.1673-887X.2026.06.070

The Effects of Different Planting Densities on the Growth and Yield of *Salvia miltiorrhiza*

Ren Jie, Wang Yan

(Zhengning Agricultural Technology Extension Center, Zhengning 745300, Gansu, China)

Abstract: Took the *Salvia miltiorrhiza* planting in Zhengning area as the research object, five gradient density treatments were set up to systematically analyze the effects of planting density on the growth dynamics, yield composition and medicinal component accumulation of *Salvia miltiorrhiza*. The results showed that the medium-density treatment had the best overall benefits, and its key growth indicators such as plant height and stem diameter during the seedling stage and flowering stage were significantly better than those of other treatments. In conclusion, 125 000 plants/hm² was the ideal planting density for high-quality and high-yield production of local *Salvia miltiorrhiza*, which could provide technical references for standardized cultivation.

Key words: planting density; *Salvia miltiorrhiza*; growth; yield; impact

丹参(*Salvia miltiorrhiza* Bunge)以干燥根茎入药,应用前景广阔^[1]。甘肃省正宁县因气候温和、土壤疏松肥沃,丹参产业已逐步发展为当地农民增收的特色支柱产业。已有研究证实种植密度对丹参生产效益影响显著^[2-3]。为明确适宜正宁县的丹参优质高产种植密度,阐明密度对丹参生长与产量及品质的协同调控规律,设计了不同种植密度下丹参生长和产量对比试验,以期填补当地丹参栽培技术短板,助力正宁丹参产业向规模化、优质化方向发展。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于甘肃省正宁县榆林子镇中巷村农技中心试验示范基地。基地年均温度10℃,无霜期168 d,年均降水量650 mm左右,塬面平地,黑垆土,土壤肥力

中等,前茬作物玉米,田块光照充足,无阴蔽。

1.2 试验材料

当地主栽紫花丹参优良品种,选用大小均匀、无病虫害、芽点饱满的一年生幼苗。

1.3 试验设计

按照种植密度的不同,共设置5个处理,分别为: T_1 处理(行距40 cm、株距30 cm,约83 333株/hm²); T_2 处理(行距40 cm、株距25 cm,约100 000株/hm²); T_3 处理(行距40 cm、株距20 cm,约125 000株/hm²); T_4 处理(行距35 cm、株距20 cm,约142 857株/hm²); T_5 处理(行距35 cm、株距15 cm,约190 476株/hm²)。每个处理重复3次,共15个试验小区,各小区面积15 m²(3 m×5 m),小区间设置1 m宽隔离行,四周设保护行,随机区组排列。

1.4 栽培管理

统一深耕30 cm,施腐熟有机肥45 000 kg/hm²+复

收稿日期 2025-11-18

作者简介 任杰(1970-),男,甘肃庆阳人,高级农艺师,研究方向为农业技术推广。

通信作者 王彦, E-mail: 119788@163.com。

合肥(N-P₂O₅-K₂O=15-15-15)750 kg/hm²,耙平起垄。
种植时间:春季地温稳定在 10 ℃ 以上时(当地时间 4 月 20 日),统一移栽定植。

田间管理:各小区除草、病虫害防治等措施保持一致,严格遵循当地丹参栽培技术规范。

1.5 测量指标与方法

1.5.1 生长指标

各试验小区随机取丹参 10 株,测量生长指标。苗期(6 月 15 日)测量株高、茎粗、单株叶片数;花期(8 月 9 日)测量株高、茎粗、分枝数、叶面积指数;收获期(10 月 22 日)测量单株根鲜质量、根干质量、根长、根径(主根直径)、单株根数。

1.5.2 产量指标

在丹参收获期,分别测量小区总产量(根鲜质量、根干质量),折算成单位面积产量,计算商品率(直径≥ 0.8 cm、长度≥15 cm 的合格根占总根质量的比例)。

1.5.3 品质指标

各试验小区随机选择 3 株丹参,测定丹参酮ⅡA、丹酚酸B含量,采用高效液相色谱法(HPLC)检测。

1.6 数据处理与分析

采用 Excel 整理数据、SPSS 26.0 软件统计分析。

2 结果与分析

2.1 种植密度对丹参苗期各生长指标的影响

种植密度对丹参苗期各生长指标的影响见表 1。

表 1 种植密度对丹参苗期各生长指标的影响表

Tab.1 The influence of planting density on various growth indicators of *Salvia miltiorrhiza* during the seedling stage

处理	株高/cm	茎粗/cm	单株叶片数/(片·株 ⁻¹)
T ₁	28.69ab	3.22c	18.52bc
T ₂	29.33a	3.36b	19.24b
T ₃	30.17a	3.57a	20.36a
T ₄	29.56a	3.47b	19.67b
T ₅	27.83b	3.01d	17.92c

注:同列不同小写字母表示处理间在 P<0.05 水平上差异显著;下同。

由表 1 可知,苗期株高以 T₃ 最高,与 T₁、T₂、T₄ 差异不显著,显著高于 T₅。T₃ 茎粗、单株叶片数均表现最优,茎粗较 T₅、T₁ 分别增加 18.6%、10.9%,叶片数较 T₅ 提升 13.6%;T₂、T₄ 叶片数居中,T₃ 指标整体偏低。综合苗期各项指标,T₃ 为丹参苗期最佳种植密度,该处理植株长势健壮、光合潜力充足,可为后期生长及产量、品质形成奠定良好基础。

2.2 种植密度对丹参花期生长指标的影响

种植密度对丹参花期生长指标的影响见表 2。由表 2 可知,T₃ 综合长势最优,株高、茎粗、分枝数均显著高于其余处理,分别较 T₁、T₅ 提升 10.5%、15.0%、20.2% 和 14.3%、25.8%、29.4%。分枝数表现为 T₃ 显著最高,

T₂、T₄ 居中,T₅ 最低且显著低于所有处理。叶面积指数方面,T₃ 与 T₄ 无显著差异,二者均显著高于 T₁、T₅,其中 T₃ 较 T₁、T₅ 分别提升 36.7%、45.2%,T₁ 与 T₅ 间无显著差异。综合 4 项生长指标可知,T₃ 为丹参花期生长的最佳种植密度,该密度可有效促进丹参植株健壮生长,提升群体光合能力,增加有效生殖生长位点,为植株开花结实、根茎膨大积累充足营养基础。

表 2 种植密度对丹参花期生长指标的影响表

Tab.2 The influence of planting density on the growth indicators of the flower period of *Salvia miltiorrhiza*

处理	株高/cm	茎粗/cm	分枝数/个	叶面积指数
T ₁	65.45d	5.86d	4.25d	1.88c
T ₂	68.71c	6.26c	4.55c	2.13b
T ₃	72.34a	6.74a	5.11a	2.57a
T ₄	70.51b	6.43b	4.86b	2.33ab
T ₅	63.29e	5.36e	3.95e	1.77c

2.3 种植密度对丹参收获期生长指标的影响

种植密度对丹参收获期生长指标的影响见表 3。由表 3 可知,单株根鲜质量、干质量变化趋势相同。T₁ 指标最高,T₂ 略低但与 T₁ 差异不显著,T₅ 最低,较 T₁ 分别降低 53.6%、50.4%;根长表现为 T₁、T₂、T₃ 水平相近,显著高于 T₄、T₅,T₅ 根长较 T₁ 缩短 22.4%;根径以 T₁、T₂ 最优,T₃ 次之,T₅ 最细,较 T₁ 缩减 36.3%;单株根数随密度增大逐步上升,T₄、T₅ 根数位居前列且差异不显著,T₁ 根数最少。

表 3 种植密度对丹参收获期生长指标的影响表

Tab.3 The influence of planting density on the growth indicators of *Salvia miltiorrhiza* during the harvest period

处理	单株根鲜质量/g	单株根干质量/g	根长/cm	根径/mm	单株根数/(根·株 ⁻¹)
T ₁	52.85a	15.89a	32.62a	18.55a	6.24d
T ₂	49.62ab	15.06a	31.85a	17.24a	6.84c
T ₃	45.35b	13.66ab	30.53a	15.61b	7.53b
T ₄	35.75c	11.55b	28.71b	14.32b	7.92ab
T ₅	24.54d	7.88c	25.32c	11.82c	8.66a

综合各项根系指标,T₁、T₂ 单株根系综合表现最优,商品价值更高,适合定向培育优质药材;T₃ 单株性状稍逊,但根数更多,叠加前期植株长势优势,整体群体产量更为均衡。

2.4 种植密度对丹参产量的影响

种植密度对丹参产量的影响见表 4。由表 4 可知,鲜产量以 T₃ 最高,达 5 608.9 4 kg/hm²,显著高于其余处理,较 T₁、T₅ 分别增产 32.4%、21.1%,T₂、T₄ 产量居中,T₁ 最低;干产量变化规律与鲜产量一致,T₃ 优势显著;商品率 T₃ 表现最优,T₂ 与之无显著差异,T₅ 最低(较 T₃ 下降 7.6%)。综合各项指标,T₃ 为丹参最佳种植密度,可兼顾高产与优质,综合效益最优。

表4 种植密度对丹参产量的影响表
Tab.4 The influence of planting density on the yield
of *Salvia miltiorrhiza*

处理	鲜产量/(kg·hm ⁻²)	干产量/(kg·hm ⁻²)	商品率/%
T ₁	4 237.51d	1 234.11c	86.50b
T ₂	4 942.53b	1 439.06b	88.21ab
T ₃	5 608.94a	1 661.18a	89.13a
T ₄	5 166.72b	1 594.36ab	87.66b
T ₅	4 631.96c	1 447.37b	82.37c

2.5 种植密度对丹参品质的影响

丹参的核心品质指标为丹参酮ⅡA与丹酚酸B(均为主要药用活性成分,含量直接决定药用价值与商品等级)。种植密度对丹参品质的影响见表5。

表5 种植密度对丹参品质的影响表
Tab.5 The influence of planting density on the quality
of *Salvia miltiorrhiza*

处理	w(丹参酮ⅡA)/%	w(丹酚酸B)/%
T ₁	0.38c	7.85ab
T ₂	0.42b	8.23a
T ₃	0.45a	8.67a
T ₄	0.41b	8.15a
T ₅	0.32d	7.02b

由表5可知,不同种植密度对两项品质指标均产生显著影响。丹参酮ⅡA含量随种植密度呈先升后降趋势:T₃最高(0.45%),显著高于其他所有处理,较T₁提升18.4%,较T₅提升40.6%。丹酚酸B含量呈中低密度高、高密度低趋势:T₃与T₂、T₄、T₁无显著差异,均处于较高水平。综合两项药用活性成分含量可见,T₃是丹参品质最优的种植密度。

3 讨论与结语

3.1 讨论

3.1.1 种植密度对丹参生长发育的调控效应

种植密度通过优化光、热、肥资源分配,显著影响

(上接第204页)

荚数、单株粒数及百粒质量,实现2 568.45 kg/hm²的最高产量,较最低处理提升19.71%。同时,该处理下大豆籽粒的蛋白质质量分数与脂肪质量分数也分别达到44.12%和19.45%,较最低处理提高2.86%和3.68%,实现了产量与品质的同步提升。因此,建议在贵州省锦屏县及类似生态条件下推广该栽培模式,助力当地大豆产业的提质增效与可持续发展。

参考文献

[1] 孙贺祥,张子娇,何德鑫,等.耐密型大豆品种农艺和产量性状对增密减肥的响应[J].沈阳农业大学学报,2023,54(6):641-650.

丹参全生育期生长。苗期与花期,T₃的株高、茎粗、叶面积指数等指标最优,既借助群体竞争促进生长,又避免过密遮光与养分争夺,形成“壮苗—旺株”基础。T₄、T₅因群体过密,资源竞争激烈,导致植株细弱、叶片少、分枝不足;T₁则群体结构松散,资源利用率低,整体生长水平偏低。收获期随密度增加,单株根鲜质量、干质量、根长及根茎直径递减,单株根数递增。低密度下,单株根系生长空间充足,实现“粗根、长根、重根”优质生长;高密度下虽侧根增多,但“量增质减”,单根生物量与商品性状显著下降,契合根茎类作物需兼顾群体数量与单株空间的生长特性。

3.1.2 种植密度对丹参产量与品质的协同影响机制

产量与品质的协同提升是高效栽培的核心,T₃通过“群体产量与单株质量的平衡”实现双重最优。产量方面,T₁因密度过低浪费土地资源,T₅因单株商品性差难以弥补群体劣势,而T₃以“中等单株产量×适宜群体密度”实现总产最大化,且商品率较高。品质方面,T₃植株通风透光良好,光合效率高,既为丹参酮ⅡA、丹酚酸B合成提供充足物质基础,又避免高密度带来的胁迫环境,两项活性成分含量显著最优;T₄、T₅因光照、养分不足抑制药用成分积累;T₁则群体光合总量有限,品质受到影响。

3.2 结语

种植密度对丹参生长、产量及品质具有显著调控作用。研究显示,密度为125 000株/hm²能兼顾各生育期生长需求,避免低密度资源浪费与高密度竞争内耗,实现高产优质协同提升。

参考文献

[1] 邵明朋,邵嘉,刘伯志,等.山东临沂市丹参种植密度试验[J].农业工程技术,2025(7):44-46.
[2] 田晓雅,王娜灵,张棕豪,等.种植密度对丹参产量和品质的影响[J].种子科技,2023(20):15-17.
[3] 蒋学杰.不同种植密度对丹参生育性状和产量影响试验初报[J].中国农技推广,2017,33(6):38-39.
[2] 梁旭光,王福林,赵红磊,等.基于RBF神经网络的大豆种植密度和施肥量优化[J].大豆科学,2020,39(3):406-413.
[3] 屈洋,马雯,王可珍,等.播种方式和施肥量对大豆光合特性、产量和品质的影响[J].中国农学通报,2023,39(27):17-23.
[4] 章永根,傅旭军,俞慧明,等.种植密度与用肥量对鲜食夏大豆浙鲜19的影响[J].浙江农业科学,2020(5):890-892,895.
[5] 曾新宇,宗洪霞,张莉,等.施肥·密度与播期对鲜食大豆主要农艺性状及倒伏性的影响[J].安徽农业科学,2020,48(13):23-26.
[6] 唐利忠,谢宜芝,孙小成,等.播种量和施肥量对南方春大豆产量形成和机收质量的影响[J].中国农学通报,2021,37(8):1-7.
[7] 朱锦乐.不同播种密度及施肥量对青豆5号产量的影响[J].农业科技通讯,2023(9):87-91.
[8] 刘长远,王磊,齐玉鑫,等.播期、密度及施肥量对牡豆15主要农艺性状和光合特性的影响[J].大豆科学,2023,42(2):212-219.