

六盘水市小麦种植密度对产量的影响试验分析

黄 勇

六盘水市六枝特区农业农村改革发展中心,贵州 六盘水 553400

摘要:通过在六盘水市进行田间试验,探究了不同种植密度对小麦农艺性状和产量构成因素的影响。结果显示,株高受密度影响不显著,成穗数随密度增加显著提高,但高密度下增长放缓。每穗粒数和千粒重随密度增加而降低,尤其在高密度区间内。产量结果表明, 3.6×10^6 株/ hm^2 为最优种植密度,可实现最高产量,过低或过高的密度均导致产量下降。建议根据品种、气候和土壤调整最佳种植密度,并进一步研究光合效率等影响因素,以精细化管理促进小麦生产可持续发展。

关键词:六盘水市;小麦;种植密度;产量;田间试验

中图分类号:S512.1

DOI:10.3969/j.issn.2097-065X.2024.09.028

0 引言

农业作为国民经济的基础,对保障国家粮食安全、促进农村发展以及维护社会稳定具有至关重要的作用^[1]。随着人口的不断增长和耕地面积的有限性,提高作物单产已成为全球农业生产面临的紧迫挑战之一。中国西南地区的六盘水市因其独特的地理与气候条件,成为小麦生产的重要区域^[1]。然而,关于适宜的种植密度对小麦产量影响的研究仍显不足,特别是在该地区多变的环境条件下。研究发现种植密度是影响小麦产量的关键因素之一,适当的种植密度能有效提高土地利用率,增加单位面积的产量。然而,过高或过低的种植密度均会对小麦生长发育产生不利影响,进而降低产量。在过去的10年间,六盘水地区小麦的平均种植密度约为每 hm^2 播种量 150~200 kg,而平均产量则在 2.5~3.5 t/ hm^2 之间波动^[2]。这一数据表明,尽管存在一定的种植密度,但产量并未达到潜在的最大值,这暗示

着优化种植密度具有巨大的潜力^[3]。为了深入探究种植密度对小麦产量的影响,本研究设计了一系列田间试验,包括不同播种量(2.4×10^6 株/ hm^2 、 3.0×10^6 株/ hm^2 、 3.6×10^6 株/ hm^2 、 4.2×10^6 株/ hm^2 、 4.8×10^6 株/ hm^2 、 5.4×10^6 株/ hm^2 、 6.0×10^6 株/ hm^2)的处理组,通过对每个处理组内小麦的生长状况、产量构成因素(株高、成穗数、穗粒数、千粒重和产量)进行细致观测与记录,旨在揭示种植密度与产量之间的量化关系,并识别出最佳的种植密度范围,以期实现小麦生产的可持续发展和产量的最大化。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

本试验于贵州省六盘水市农科院试验基地进行,该地属于亚热带季风湿润气候区,年均温度约为 14.2 $^{\circ}\text{C}$,年降水量 1 200 mm,无霜期为 250 天,试验土壤为黄棕壤土,其具体理化性质如表 1 所示。

表 1 土壤理化性质

指标	pH	OM(g/kg)	CEC(cmol/kg)	TN(g/kg)	TP(g/kg)	TK(g/kg)
数值	6.68	43.05	22.29	2.40	0.71	1.60

1.2 供试材料

试验品种采用贵州六盘水当地主栽品种丰歌玉 68(六盘水市农科院提供)。

1.3 试验设计

本试验设置 7 个处理组,分别为 2.4×10^6 株/ hm^2 、 3.0×10^6 株/ hm^2 、 3.6×10^6 株/ hm^2 、 4.2×10^6 株/ hm^2 、 4.8×10^6 株/ hm^2 、 5.4×10^6 株/ hm^2 、 6.0×10^6 株/ hm^2 ,并设置 4 个重复,共 28 个小区,采用随机区组设计,每个小区播种 12 行,长 4 m、宽 3 m、行距 0.25 m,田间管理措施同当地常规。

1.4 测定指标

待收获时,采用 5 点取样法分别测定株高、成穗数、穗粒数、千粒重和产量。

1.5 数据分析

采用 Excel 2019 数据和分析数据,并用 SPSS 计算各处理间差异。

2 结果与分析

2.1 不同种植密度对小麦株高和成穗数的影响

表 2 数据显示,株高方面,随着密度的增加,从

2.4×10⁶ 株/hm² 时的 73.91 cm 逐渐增加至 6.0×10⁶ 株/hm² 时的 77.50 cm, 显示出随着密度的增加, 小麦的株高略有提高, 但整体变化不显著。成穗数方面, 从 2.4×10⁶ 株/hm² 的 5.18×10⁶ 个/hm² 增至 6.0×10⁶ 株/hm² 的 7.37×10⁶ 个/hm², 成穗数随着密度的增加而显著增加, 尤其是在低密度到中密度范围内 (2.4×10⁶ 至 4.8×10⁶ 株/hm²), 成穗数的增加幅度最为显著, 增长了 31.3%。然而, 当密度超过 5.4×10⁶ 株/hm² 时, 成穗数的增长趋势放缓。因此, 适度增加种植密度可以提高小麦的成穗数, 但过高的密度可能会导致单株小麦的穗数增长潜力受限, 从而影响最终产量。

表 2 不同种植密度下的小麦株高和成穗数

密度(10 ⁶ 株/hm ²)	株高(cm)	成穗数(10 ⁶ 个/hm ²)
2.4	73.91a	5.18e
3.0	79.22a	5.71de
3.6	75.16a	6.09cd
4.2	77.20a	6.41bc
4.8	77.71a	6.89ab
5.4	74.90a	7.05a
6.0	77.50a	7.37a

2.2 不同种植密度对小麦的穗粒数和千粒重的影响

表 3 数据显示, 穗粒数随着种植密度的增加, 从 2.4×10⁶ 株/ hm² 的 45.4 个/穗逐渐降低至 6.0×10⁶ 株/ hm² 的 33.8 个/穗, 显示出穗粒数随着密度的增加而减少。特别是在从 4.8×10⁶ 株/ hm² 到 6.0×10⁶ 株/ hm² 的密度区间内, 穗粒数下降了 15.5%, 表明高密度种植可能导致资源竞争加剧, 影响单穗的粒数。千粒重方面, 除了在 5.4×10⁶ 株/ hm² 密度下观察到相对较高值外, 整体呈现随着密度增加而下降的趋势, 从 2.4×10⁶ 株/ hm² 的 54.45 g 降至 6.0×10⁶ 株/ hm² 的 52.16 g, 降幅为 4.2%。这可能反映了在较高密度下, 小麦植株之间的竞争导致了单粒重的降低。

表 3 不同种植密度下的小麦穗粒数和千粒重

密度(10 ⁶ 株/hm ²)	穗粒数(个)	千粒重(g)
2.4	45.3a	54.43a
3.0	44.7a	53.40ab
3.6	44.8a	54.31ab
4.2	44.1a	53.21b
4.8	40.0b	53.26b
5.4	35.8c	53.87ab
6.0	33.8c	52.16c

2.3 不同种植密度对小麦产量的影响

从表 4 可知, 随着种植密度的增加, 小麦产量先增后减, 其中 3.6×10⁶ 株/hm² 处理下的产量达到最高, 为 13 455.70 kg/hm²。与最低产量的 6.0×10⁶ 株/hm² (11 429.35 kg/hm²) 相比, 这一密度下产量高出 17.1%。然而, 当密度增加到 4.8×10⁶ 株/ hm² 时, 产量略有下降至 13 313.86 kg/ hm², 但仍显著高于较低密度处理。进一步增加密度至 5.4×0⁶ 株/ hm² 和 6.0×10⁶ 株/hm² 时, 产量分别降至 12 251.78 kg/hm² 和 11 429.35 kg/hm², 与最高产量相比, 分别下降了 9.0% 和 15.1%。这些结果表明, 存在一个最优小麦种植密度范围, 能够最大化小麦产量, 而偏离此范围可能导致产量下降。

表 4 不同种植密度下的小麦产量

密度(10 ⁶ 株/hm ²)	产量(kg/hm ²)
2.4	11 675.73bc
3.0	12 218.32abc
3.6	13 455.70a
4.2	13 835.78a
4.8	13 313.86ab
5.4	12 251.78abc
6.0	11 429.35c

3 讨论

本文通过在六盘水市进行的田间试验深入探讨了小麦种植密度对其农艺性状和产量构成因素的影响。观察表 1 数据可以发现, 在提高种植密度的情况下, 小麦的株高略有增加, 但增幅并不显著, 表明该参数对密度变化的敏感性较低, 这可能意味着在所研究的密度范围内, 株高这一性状主要受遗传因素控制, 而非由种植密度直接决定^[4]。随着种植密度的增加, 成穗数表现出显著的增长, 尤其在低至中等密度区间内 (2.4×10⁶ 至 4.8×10⁶ 株/hm²), 这一增长可归因于较高的种植密度有利于提升单位面积的分蘖数, 从而增加了成穗的可能性。然而, 当密度超过 5.4×10⁶ 株/hm² 时, 成穗数的增长趋势放缓, 这可能与植株间加剧的竞争有关, 导致单个分蘖的资源获取受限, 进而影响了其成穗潜力^[5]。表 3 数据显示, 随着种植密度的增加, 每穗粒数呈现下降趋势, 尤其是在高密度区间 (4.8×10⁶ 至 6.0×10⁶ 株/hm²) 内降幅更为显著。这一现象指示了密集种植条件下的资源竞争加剧, 限制了单个小麦穗的发育空间和养分供应, 影响了籽粒的正常填充^[6]。同时, 千粒重随密度增加而降低的趋势, 反映了在较高密度下, 不仅数量上受影响, 质量上也有所减损。千

粒重的降低可能与小麦籽粒充实期的光合产物积累量减少有关,这是由于叶片相互遮蔽导致光合作用效率下降所致^[7]。产量结果指出,存在一个最优的种植密度范围,使得小麦产量达到最大值。在本研究中,3.6×10⁶株/hm²的种植密度产生了最高产量。低密度下,单株的生长发育条件较好,但由于有效穗数不足,产量不理想^[8]。而在过高的密度下,尽管有效穗数增多,但每穗粒数和千粒重的显著降低抵消了这一优势,导致产量下降。在一项郑农17品种小麦的试验中,发现随着种植密度的提升,小麦的基本苗数量会随之升高,但单株分蘖和单株次生根的数量会降低^[9]。种植密度的不同对小麦成熟阶段的影响并不是很大,但种植密度过高时,小麦千粒重和穗粒数会有减少趋势,导致产量降低^[9],这与本文的结论一致。

综上所述,最佳种植密度应位于能够协调个体与群体之间关系,优化资源分配,并最终实现高产的范围内。根据本研究的试验结果,建议六盘水地区小麦的最佳种植密度为3.6×10⁶株/hm²左右。在此密度下,可以实现较高的成穗数、适宜的穗粒数以及较好的千粒重,从而获得最高的产量。需要注意的是,最佳种植密度可能会因品种特性、气候条件、土壤类型等因素而有所不同,因此在实际应用中还需考虑这些因素进行适当调整。此外,未来研究应进一步探讨不同种植密度下的光合效率、根系发展以及营养吸收等方面的变化,以深化对小麦种植密度影响机制的理解,并为当地小麦生产提供更精细化的管理建议。

4 结论与展望

本文通过在六盘水市进行的田间试验深入探讨了小麦种植密度对其农艺性状和产量构成因素的影响。通过对不同种植密度下的小麦株高、成穗数、穗粒数、千粒重及产量的分析,得出以下结论:

小麦的株高受种植密度的影响不显著,主要受遗传因素控制。成穗数随着种植密度的增加而显著增加,尤其是在低至中等密度区间内,但在高密度下增长趋势放缓。每穗粒数和千粒重均随种植密度的增加而减少,尤其在高密度区间内降低更为显著,反映出资源竞争加剧和光合作用效率下降的影响。产量结果表明存在一个最优的种植密度范围,3.6×10⁶株/hm²的种植密度产生了最高产量,而过低或过高的密度均会导致产量下降。

未来的研究应当考虑品种特性、气候条件、土壤类型等因素对最佳种植密度的影响,并进行适当调整。同时,应进一步探索不同种植密度下光合效率、根系发展以及营养吸收等方面的变化,以深化对小麦种植密度影响机制的理解。此外,随着农业技术的不断进步,未来还可考虑利用精准农业技术来优化种植密度,进一步提高小麦的生产效率和经济效益。

参考文献:

[1] 张建华,裴磊,解丽丽,等. 种植密度和施氮量对小麦产量和品质的影响[J]. 特种经济动植物, 2024, 27(4): 28-30.

[2] Roco S S, González M A, Espinoza S, et al. N₂ fixation, N transfer, and land equivalent ratio (LER) in grain legume-wheat intercropping: impact of N supply and plant density[J]. Plants, 2024, 13(7): 32-41.

[3] 梅最英. 小麦赤霉病绿色防治技术[J]. 种子科技, 2024, 42(5): 118-120, 157.

[4] 任自超,王冲,王朝,等. 国审小麦新品种苜麦22的选育及适播密度研究[J]. 中国种业, 2024(3): 76-81.

[5] 杨竹,周宾寒,吴翠翠,等. 氮密互作对弱筋小麦长麦8号产量和品质的影响[J]. 安徽农业科学, 2024, 52(5): 23-27.

[6] 郝冠宇,刘强,王钧. 基于 APSIM 模型的未来气候变化对干旱区雨养春小麦播期和种植密度的影响[J]. 软件工程, 2024, 27(3): 46-51.

[7] 李浩杰,闫素辉,张士雅,等. 氮密对小麦籽粒淀粉粒分布与糊化特性的互作效应[J]. 麦类作物学报, 2024, 44(3): 378-384.

[8] Jauharlina J, Husni H, Sayuthi M, et al. The abundance of ants (Hymenoptera: Formicidae) and their ecological roles as predators in arabica coffee plantations with different densities of shade trees[J]. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2024, 1297: 1-8.

[9] Liang Z M, Li J Y, Cao X D, et al. Responses of wheat nitrogen uptake and utilization, rhizosphere bacterial composition and nitrogen-cycling functional genes to nitrogen application rate, planting density and their interactions[J]. Applied Soil Ecology, 2024, 193(1): 97-109.

作者简介:黄 勇,男,1975年生,助理农艺师。研究方向为农业技术推广。