

中微量元素肥料“泾谷”对小麦增产效果

董惠荣¹, 吴展才², 王 燕^{1*}

¹奇台县农业技术推广中心, 新疆 奇台

²厦门大学马来西亚分校能源与化工学院, 马来西亚 雪兰莪

收稿日期: 2026年1月3日; 录用日期: 2026年2月3日; 发布日期: 2026年2月12日

摘要

本试验研究中微量元素肥料“泾谷”对小麦生长发育及产量的影响。结果表明, “泾谷”对小麦株高、穗长、有效穗数、穗粒数和千粒重等指标影响程度不同, 其中在调控株高、提高千粒重和最终产量方面效果尤为明显。与对照相比, “泾谷”处理小麦产量提高11.92%, 亩均增收112.71元, 表现出良好的增产增效潜力。研究结果表明, 在磷钾养分相对充足条件下, 合理补充中微量元素有助于改善养分结构、提高肥料利用效率, 具有较高的推广应用价值, 可为小麦生产中科学追肥提供参考依据。

关键词

小麦, 微量元素, 增产, 增收

Effects of the Secondary and Micro-Nutrient Fertilizer “Jinggu” on Wheat Yield

Huirong Dong¹, Changchai Ng², Yan Wang^{1*}

¹Qitai County Agricultural Technology and Extension Center, Qitai Xinjiang

²School of Energy and Chemical Engineering, Xiamen University Malaysia, Selangor, Malaysia

Received: January 3, 2026; accepted: February 3, 2026; published: February 12, 2026

Abstract

This study evaluated the effects of the micronutrient fertilizer Jinggu on wheat growth, development, and grain yield. The results showed that Jinggu exerted varying influences on plant height, spike length, effective spike number, grains per spike, and thousand-kernel weight, with particularly pronounced effects on reducing plant height and increasing thousand-kernel weight and final yield. Compared with the control, wheat yield under the Jinggu treatment increased by 11.92%,

*通讯作者。

resulting in an average income increase of 112.71 yuan per mu. The results indicate that under conditions of relatively sufficient soil phosphorus and potassium, appropriate supplementation of micronutrients can improve nutrient balance and fertilizer use efficiency. Therefore, Jinggu shows good potential for yield and economic benefits and provides a scientific basis for rational topdressing management in wheat production.

Keywords

Wheat, Micronutrients, Yield Increase, Income Increase

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

作物除了对氮磷钾高度需求之外，还必须获得中量元素(Ca、Mg、S)与微量元素(Fe、Mn、Zn、Cu、B、Mo、Cl、Ni 等)；任何一种必需元素供应不足都会限制生长与产量，是植物生理的“木桶效应”^[1]。多数农地常年大量施用氮磷钾而忽略中微量元素的补充，导致农作物减产、降低品质、污染环境、土壤板结等直接负面影响，并间接加剧病虫害的发展和农药的使用量增加。研究显示，中微量元素的缺乏直接影响小麦的光合作用、养分运输和生殖发育，进而限制产量潜力的发挥。田间试验显示，科学配施中微量元素肥料，不仅协调了土壤养分平衡，还显著提升了肥料利用率，为实现小麦高产稳产提供了重要支撑^{[2][3]}。本研究探讨中微量元素产品“泾谷”对小麦生长指标、产量构成及最终产量的影响，以期为奇台县及同类生态区小麦科学施肥提供数据支撑和技术指导。

2. 材料与方法

2.1. 试验地概况

本试验地点为疆维吾尔自治区昌吉回族自治州奇台县西北湾镇满营湖村，试验田块中心点坐标为北纬 46.06°，东经 89.20°，海拔 720.0 m，该地地势平坦开阔，土壤耕层深度约 40 cm，土壤类型为灰漠土，肥力中等且分布均匀，前茬作物为打瓜、小麦。在供试小麦播种前，对土壤基础养分含量进行测定，具体数据如下：有机质含量为 53.9 g/kg，碱解氮含量为 210.55 mg/kg，有效磷含量为 13 mg/kg，速效钾含量为 468 mg/kg，pH 值为 8.1。

供试小麦品种农大 753，于 2024 年 9 月 17 日播种，采用一管四滴灌条件下的宽窄行种植模式(播种行距 12.5-15-12.5 cm)，播种量 223.5 kg/ha，基肥施用为银园 150 kg/ha + 磷酸二铵 75 kg/ha，播种深度 2 cm。7 月 3 日收获。供试产品来自丹东金辽化工有限公司，商品名“泾谷”，粉剂，技术指标：Ca + Mg ≥ 10%，铁(Fe) + 锰(Mn) + 硼(B) + 锌(Zn) ≥ 1.3%、钙(Ca) ≥ 1%、硫(S) ≥ 11%、水不溶物 ≤ 5%，水分 ≤ 5%。

本次试验地总面积 132 亩，共设置 1 个“泾谷”处理组(T)，1 个对照组(CK)，分别设置 3 次重复，总计 6 个小区。每个小区面积均为 1.47 ha。试验田除施肥处理存在差异外，其他田间管理措施均保持一致。各阶段追肥配方如下：2024 年 9 月 19 日滴灌清水作为出苗水。追肥主配方：微宝 1 Kg + 硫铵 4 Kg + 尿素 7 Kg + 硫酸镁 5 Kg。各阶段水分管理如下：

1. 越冬水：2024 年 11 月 2 日：对照(CK)施用尿素 75 kg/ha；处理组施用“泾谷” 75 kg/ha + 尿素 75 kg/ha，随越冬水滴灌。

2. 返青水: 2025 年 4 月 10 日, 对照(CK)施用尿素 75 kg/ha + 主配方; 处理组施用“泾谷” 75 kg/ha + 主配方。
3. 拔节水: 2025 年 4 月 19 日: 对照(CK)施用主配方; 处理(T)施用“泾谷” 75 kg/ha + 主配方。
4. 孕穗水: 2025 年 4 月 28 日: 对照(CK)施用主配方; 处理(T)施用“泾谷” 75 kg/ha + 主配方。
5. 挑旗水: 2025 年 5 月 9 日: 对照(CK)和处理组均施用尿素 75 kg/ha + 硫酸镁 75 kg/ha。
6. 扬花水: 2025 年 5 月 19 日: 施肥同挑旗水。
7. 灌浆水: 2025 年 5 月 30 日: 清水。
8. 麦黄水: 2025 年 6 月 13 日: 清水。

2.2. 测定项目与方法

2.2.1. 理论产量

每个小区选取代表性 $1.1\text{ m} \times 0.55\text{ m}$ 的样点 3 个, 统计有效穗数、穗粒数, 于考种后计算理论产量。样点内穗粒数 ≥ 10 粒者计为有效穗。

2.2.2. 株高

于每个小区样株里随机选取 50 株小麦, 使用直尺测量从地面到植株顶部(不包括芒)的高度, 计算平均值, 以此作为该小区小麦株高数据。

2.2.3. 千粒重

每个小区收获的小麦样品晾干后, 脱粒后测定籽粒含水量, 随机抽取 3 份 1000 粒小麦籽粒, 用电子天平称重, 计算平均值, 按照 13% 的标准含水量折算千粒重。

2.2.4. 数据统计与分析

试验数据采用 Excel 2019 进行整理和初步计算, 用 SPSS 26.0 统计软件进行方差分析和多重比较(Duncan 法), 以 $P < 0.05$ 作为差异显著性判断标准。

3. 结果与分析

3.1. 不同追肥对小麦株高的影响

由表 1 可知, “泾谷”对小麦株高存在一定影响。与对照(CK)相比, 处理 T (泾谷) (75.70 cm)较 CK 降低 2.90 cm, 与 CK 存在显著差异($P < 0.05$)。综上, 该肥料在降低小麦株高方面效果较明显, 显示能有效预防倒伏、提高灌浆效率。

Table 1. Effects of “Jinggu” on plant height of winter wheat
表 1. “泾谷”对冬小麦株高的影响

处理	株高(cm)	较 CK 增减(cm)	差异显著性($P < 0.05$)
CK	78.60	-	a
处理 T	75.70	-2.90	b

3.2. 不同追肥对小麦有效穗数的影响

由表 2 可知, “泾谷”对冬小麦有效穗数的影响存在差异, “泾谷” (50.95 万穗/亩)较 CK 增加 2.80 万穗/亩, 但差异不显著($P > 0.05$)结果表明, 该肥料可在一定程度上增加有效穗数。

Table 2. Effects of “Jinggu” on effective spike number of winter wheat
表 2. “泾谷”对冬小麦有效穗数的影响

处理	有效穗数(万穗/亩)	较 CK 增减(万穗/亩)	差异显著性($P < 0.05$)
CK	48.15	-	a
处理 T	50.95	2.80	a

3.3. 对小麦穗粒数的影响

从表 3 可以看出, “泾谷”对小麦穗粒数有不同程度的影响。“泾谷”(30.98 粒)穗粒数低 CK 减少 0.63 粒, 差异均不显著($P > 0.05$), 对穗粒数影响较小。

Table 3. Effects of “Jinggu” on grains per spike of winter wheat
表 3. “泾谷”对冬小麦穗粒数的影响

处理	穗粒数(粒)	较 CK 增减(粒)	差异显著性($P < 0.05$)
CK	31.61	-	a
处理 T	30.98	-0.63	a

3.4. 对小麦千粒重的影响

由表 4 可知, “泾谷”千粒重高于 CK。泾谷(42.84 g)较 CK 增加 3.18 g, 与 CK 均存在显著差异($P < 0.05$)。说明该肥料处理对提升小麦千粒重具有显著效果。

Table 4. Effects of “Jinggu” on thousand-kernel weight of winter wheat
表 4. “泾谷”对冬小麦千粒重的影响

处理	千粒重(g)	较 CK 增减(g)	差异显著性($P < 0.05$)
CK	39.66	-	a
处理 T	42.84	3.2	b

3.5. 对小麦产量的影响

从表 5 可以看出, “泾谷”(609.24 kg/亩)较 CK 增产 64.89 kg/亩, 增产率 11.92%。说明该肥料对提升小麦产量有显著效果。

Table 5. Effects of “Jinggu” on grain yield of winter wheat
表 5. “泾谷”对冬小麦产量的影响

处理	产量(kg/亩)	较 CK 增产(kg/亩)	增产率(%)	差异显著性($P < 0.05$)
CK	544.35	-	-	a
处理 T	609.24	64.89	11.92	b

3.6. 经济效益对比分析

在农业生产实践中, 合理的追肥措施不仅能够促进作物增产, 还对提升经济效益具有重要作用。从

表 6 可以看出, 在小麦种植中, 科学追肥是增产增收的关键。追肥处理经济效益数据显示, “泾谷”有效协助增收 112.71 元, 实现正向收益。

Table 6. Comparison of economic benefits under “Jinggu” treatment

表 6. “泾谷”经济效益对比(元/亩)

处理	经济效益(元/亩)	较 CK 增减(元/亩)
CK	1415.30	-
处理 T	1528.01	112.71

4. 讨论

作物对于大、中、微量元素的需求, 需要充足且均衡的比例, 才能有效进行生长和发育。新疆对复合肥的使用自 1950 年开始, 经大半个世纪以来, 大量元素除了作为作物吸收、水土流失和淋洗之外, 很大部分被土壤固定, 造成养分累积失衡和利用效率下降。中微量元素肥料补充相对缺乏, 经年累月势必也会出现不足。此外, 有机质的补充也相对贫乏, 耕地理化性质逐渐恶化, 土壤结构趋于板结, 病虫草害也日益严重, 综上, 都和营养元素的失衡和不足有着直接的关系。本次试验地土壤测得有效磷为 13 mg/kg、速效钾为 468 mg/kg, 按《中国土壤养分分级》标准[4], 在试验地有效磷和速效钾处于较高水平的条件下, 继续大量投入磷钾的边际效应有限, 尤其该地测得 pH 8.1 偏碱, 更有必要通过补充中微量元素来优化施肥结构[5]。“泾谷”施用后显著提高小麦千粒重和产量, 表明基于土壤检测结果持续调整施肥结构、提高养分供需匹配度, 是提升肥料利用效率和促进产量形成的重要途径[5] [6]。本试验中, “泾谷”处理对穗粒数影响不显著, 但显著提高千粒重并降低株高, 说明其增产效应主要通过改善灌浆过程及干物质向籽粒的分配效率实现。已有研究表明, 镁、硼等中微量元素可增强光合效率和同化物运输能力, 从而促进籽粒充实(农业农村部土壤肥料总站)。在高磷钾条件下, 养分拮抗或稀释效应可能降低微量元素有效性并制约灌浆效率[5] [6], 机理与本研究结果一致。

灰漠土广泛分布于新疆及中亚干旱 - 半干旱灌溉农业区, 其典型特征为碳酸钙含量高、pH 偏碱、有机质含量低, 易导致锌、硼、镁等中微量元素有效性下降。在该类土壤中, 即使磷钾含量处于中高水平, 作物仍可能因微量元素低于生理需求阈值而表现为“隐性缺乏”, 限制产量潜力的发挥。已有研究表明, 在新疆绿洲灰漠土及相似生态区, 小麦对锌、硼等元素的响应阈值普遍高于中性土壤区, 补充中微量元素可显著改善灌浆效率和产量形成[5] [7]。本研究结果与上述结论一致, 未来研究, 在灰漠土区有必要进一步明确作物 - 土壤系统中微量元素的限制阈值, 为区域精准施肥提供依据。

5. 结论

中微量元素“泾谷”补充了植株生长所需的必需营养成分, 增加了小麦有效穗数和千粒重, 产量增幅达 11.92%, 扣除“泾谷”投入成本后, 亩均纯收益增加 112.71 元。针对磷钾养分较为丰富的地块, 适当减施磷钾、增施中微量元素肥“泾谷”, 不仅有助于优化作物养分结构、提高肥料利用效率, 还可在稳定提升产量的同时增加种粮农民收益, 对保障粮食稳产增产和农业可持续发展具有积极意义。

参考文献

- [1] Alloway, B.J. (2008) Zinc in Soils and Crop Nutrition. 2nd Edition, International Zinc Association & International Fertilizer Association.
- [2] Fageria, N.K., Baligar, V.C. and Clark, R.B. (2002) Micronutrients in Crop Production. In: *Advances in Agronomy*,

- Elsevier, 185-268. [https://doi.org/10.1016/s0065-2113\(02\)77015-6](https://doi.org/10.1016/s0065-2113(02)77015-6)
- [3] Khalaf, Y.B., Aldahadha, A., Migdadi, O. and Samarah, N. (2024) Boron and Magnesium Foliar Application Increase Grain Yield of Durum Wheat under Drought by Improving Some Physiological Parameters. *Agronomy Research*, **22**, 619-635.
- [4] 农业部土壤肥料总站. 中国土壤养分分级与测土配方施肥技术体系[Z]. 北京, 2014.
- [5] 农业农村部土壤肥料总站. 中微量元素肥料在粮食作物中的应用研究进展[Z]. 2019.
- [6] 刘京, 王激清, 李俊, 等. 土壤养分拮抗与作物微量元素缺乏关系研究进展[J]. 土壤学报, 2015, 52(4): 745-756.
- [7] 王激清, 刘京, 李俊, 等. 新疆灰漠土区作物微量元素养分状况及其调控研究进展[J]. 土壤通报, 2012, 43(6): 1401-1408.