

化学调控剂对旱地冬小麦主要性状及产量的调控效应

尤艳蓉¹, 李世成¹, 纪粉霞²

(1. 甘肃省农业技术推广总站, 甘肃 兰州 730020;

2. 清水县农业技术推广站, 甘肃 清水 741400)

摘要: 为探索化学调控剂在冬小麦生育进程中的作用, 利用吨田宝或磷酸二氢钾分别在冬前3~4叶期、起身期和灌浆初期处理小麦, 观察其对生育期、生育动态、主要性状和产量等效应。结果表明, 在冬前3~4叶期喷施化学调控剂可以促进冬小麦生长发育、构建冬前壮苗; 冬前3~4叶期和起身期同时喷施更利于增加有效分蘖、降低株高防止倒伏。起身期和灌浆初期同时喷施化学调控剂可有效增加穗长、小穗数、穗粒数和千粒重, 从而显著提高产量, 且喷施吨田宝效果总体好于喷施磷酸二氢钾。冬前3~4叶期、起身期和灌浆初期同时喷施吨田宝750 mL/hm²兑水225 kg处理冬小麦折合产量最高, 为5 573.33 kg/hm², 较喷清水对照增产10.00%。综上, 冬前3~4叶期、起身期和灌浆初期喷施吨田宝750 mL/hm²更利于冬小麦优质高产, 适宜在生产中推广。

关键词: 化学调控剂; 冬小麦; 主要性状; 产量

中图分类号: S512.1

文献标志码: A

文章编号: 2097-2172(2024)06-0527-04

doi:10.3969/j.issn.2097-2172.2024.06.007

Regulation Effects of Chemical Regulators on Main Traits and Yield of Dryland Winter Wheat

YOU Yanrong¹, LI Shicheng¹, JI Fenxia²

(1. Gansu General Station of Agro-technology Extension, Lanzhou Gansu 730020, China; 2. Agro-technology Extension Centre of Qingshui County, Qingshui Gansu 741400, China)

Abstract: To explore the role of chemical regulators in the winter wheat growth process, winter wheat was treated with Duntianbao or potassium dihydrogen phosphate at 3 to 4 leaf stage, rising stage and early grain filling stage in Qingshui county, and its effects on growth period, growth dynamics, main traits and yield were detected. The results showed that spraying chemical control agent at 3 to 4 leaf stage before winter could promote the growth and development of winter wheat and build strong seedling before winter. It is more beneficial to increase effective tillering, reduce plant height and prevent lodging by spraying at the same time at 3 to 4 leaf stage and rising stage before winter. The simultaneous application of chemical control agent at the rising stage and the early filling stage could effectively increase spike length, spikelet number, grain number per spike and 1000-grain weight, thus significantly increasing the yield, and the effect of spraying Duntianbo was better than that of spraying KH₂PO₄. The highest yield of winter wheat was 5 573.33 kg/ha when spraying 750 mL/ha of Duntianbao diluted with 225 kg water at 3 to 4 leaf stage before winter, rising stage and early filling stage, which was 10.00 % higher than that of spraying water. In summary, spraying Duntianbao at 3 to 4 leaf stage, rising stage and early filling stage before winter is more conducive to high quality and high yield of winter wheat, which is suitable for promotion in production.

Key words: Chemical regulator; Winter wheat; Main trait; Yield

小麦(*Triticum aestivum*)是我国三大粮食作物之一, 小麦的稳产和高产对保障我国粮食安全具有重要意义^[1-2]。甘肃省气候复杂、生态多样, 农业生产以旱作为主, 旱薄相连。甘肃省小麦常年

播种面积约73.3万hm², 其中冬小麦53.3万hm²左右, 且90%以上分布在旱地^[3-4]。在干旱缺水条件下, 冬小麦存在单株分蘖成穗率低、后期易衰老等问题^[5-6]。化学调控是作物优质高产的重要

收稿日期: 2024-03-04

基金项目: 甘肃省农业农村厅农业科技项目(GNKJ-2020-21)。

作者简介: 尤艳蓉(1985—), 女, 陕西定边人, 高级农艺师, 主要从事粮油作物技术与示范推广工作。Email: 419204113@qq.com。

通信作者: 李世成(1968—), 男, 甘肃秦安人, 推广研究员, 主要从事旱作农业、粮油作物技术与示范推广工作。Email: 504334834@qq.com。

措施，主要通过利用外源植物生长调节物质影响作物内源激素平衡及生长发育^[7]。喷施化学调控剂作为增强作物抗逆性和提高作物产量的有效措施之一，已广泛应用于小麦生产中^[8-11]。我们研究了吨田宝和磷酸二氢钾对冬小麦生育期、生育动态、主要性状及产量的影响，以期明确化学调控剂在旱地冬小麦上的应用效果，为甘肃旱作农业区冬小麦高质量生产提供理论依据和技术支持。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于 2020 年 9 月至 2021 年 7 月在甘肃省天水市清水县金集镇水清村进行。试验地海拔约 1 616 m，年均降水量 550 mm，日照时数 2 166.5 h，无霜期 175 d。试验地土壤为黄绵土，前茬作物为小麦。前茬作物收获后灭茬，深耕翻土，耕后耙耱保墒。

1.2 试验材料

供试化学调控剂吨田宝(黑龙江禾田丰泽兴农业科技开发有限公司提供)，为中国农业科学院作物科学研究所研制的国家发明专利产品，主要成分为多聚氨基盐、小分子蛋白、微量元素以及十种植物调节物质；供试磷酸二氢钾(KH₂PO₄)由天水市青天化肥有限责任公司提供。

指示冬小麦品种为兰大 211，由兰州大学生态学院提供。

1.3 试验设计

试验采用单因素完全随机设计，共 12 个处理(表 1)，3 次重复，对照组(CK)冬前 3~4 叶期、起身期及灌浆初期喷施等量清水，小区面积 30 m²(4.0 m × 7.5 m)。吨田宝用量 750 mL/hm² 兑水 225

表 1 不同化学调控剂组合处理

处理	冬前3~4叶期	起身期	灌浆初期	基本苗数 /(万株/hm ²)
T1	吨田宝			278.55
T2		吨田宝		279.15
T3			吨田宝	279.30
T4	吨田宝	吨田宝		279.00
T5	吨田宝		吨田宝	278.70
T6		吨田宝	吨田宝	278.55
T7	吨田宝	吨田宝	吨田宝	278.85
T8	KH ₂ PO ₄			279.15
T9		KH ₂ PO ₄		278.70
T10			KH ₂ PO ₄	279.00
T11	KH ₂ PO ₄	KH ₂ PO ₄	KH ₂ PO ₄	279.15
CK	清水	清水	清水	279.30

kg；磷酸二氢钾(KH₂PO₄)用量 675 g/hm² 兑水 225 kg。结合整地，一次性基施农家肥 52 500 kg/hm²、尿素 300 kg/hm²、普通过磷酸钙 750 kg/hm²。采用宽幅匀播播种，田间管理同当地大田。2020 年 9 月 26 日播种，2021 年 7 月 2 日成熟收获。

1.4 测量项目及方法

物候期测定：田间定期观察和记录小麦生长期间的形态特征变化，以 50% 植株达到该生育期进程为依据。

性状测定：成熟期每小区随机取 20 株考种，测定株高、穗长、小穗数、穗粒数和千粒重等生物学性状。

产量测定：按小区收获计产，换算成标准产量。

标准产量(kg/hm²) = 籽粒鲜重(kg/hm²) × [1 - 鲜籽粒含水量(%)]/[1 - 13%]。

1.5 数据分析

使用 Excel 2017 软件进行数据整理，使用 SPSS 19.0 软件进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 化学调控剂对冬小麦生育期的影响

喷施吨田宝或 KH₂PO₄ 处理下小麦的生育进程与对照基本同步，T4 处理和 T7 处理全生育期为 274 d，其他处理均为 275 d。化学调控剂对冬小麦的生育期无明显影响。

2.2 化学调控剂对冬小麦生育动态的影响

由表 2 可知，与 CK 相比，喷施吨田宝或 KH₂PO₄ 处理均可增加小麦最高总茎数、有效穗数，提高有效分蘖率。喷施吨田宝处理中，T7 处理最

表 2 不同处理对冬小麦生育动态的影响^①

处理	最高总茎数 /(万茎/hm ²)	有效穗数 /(万穗/hm ²)	有效分蘖率 /%
T1	1 205.55 f	501.00 cd	41.56 a
T2	1 215.30 e	502.65 c	40.83 cd
T3	1 203.90 fg	501.00 cd	41.05 bc
T4	1 231.95 d	502.95 c	41.36 ab
T5	1 248.45 c	504.90 c	41.38 ab
T6	1 253.55 b	508.95 b	40.60 de
T7	1 262.70 a	518.40 a	41.61 a
T8	1 247.25 c	502.35 cd	40.28 ef
T9	1 233.30 d	498.45 de	40.42 e
T10	1 214.85 e	496.20 e	40.44 e
T11	1 217.55 e	503.85 c	40.84 cd
CK	1 200.90 g	480.75 f	40.03 f

①表中同列数据后不同小写字母表示差异显著(P<0.05)，大写字母表示差异极显著(P<0.01)，下同。

高总茎数显著高于其他处理 ($P < 0.05$), 表现为 $T7 > T6 > T5 > T4 > T2 > T1 > T3$; 喷施 KH_2PO_4 处理中, T8 处理的最高总茎数显著高于其他处理 ($P < 0.05$), 表现为 $T8 > T9 > T11 > T10$ 。有效穗数 T7 处理显著高于其他处理 ($P < 0.05$)。喷施化学调控剂处理有效分蘖率显著高于 CK ($P < 0.05$), 且喷施吨田宝处理效果优于喷施 KH_2PO_4 处理, T1、T7 处理有效分蘖率较高, 说明 3 个时期同时喷施吨田宝和冬前 3~4 叶期单独喷施更利于增加有效分蘖。

2.3 化学调控剂对冬小麦主要性状的影响

由表 3 可以看出, 喷施吨田宝或 KH_2PO_4 处理的小麦株高均显著低于 CK ($P < 0.05$), 说明喷施吨田宝或 KH_2PO_4 能降低小麦株高, 提升抗倒伏能力。喷施吨田宝和 KH_2PO_4 处理的小麦穗长均显著高于对照 ($P < 0.05$), 以 T7 处理最长, 为 7.59 cm, T7 与 T5、T6 处理间差异不显著, 但显著高于其他处理 ($P < 0.05$)。小穗数以 T5 最多, 为 15.13 个, 显著高于其他处理 ($P < 0.05$)。T7 处理和 T11 处理的穗粒数较高, 且 T4、T5、T6、T7 处理显著高于 T1、T2、T3 处理 ($P < 0.05$); T11 处理显著高于 T8、T9、T10 处理 ($P < 0.05$), 说明不同时期联合喷施化学调控剂效果优于一个时期喷施。喷施化学调控剂可提高千粒重, 且喷施吨田宝处理优于 KH_2PO_4 处理, 其中 T7 处理千粒重最高 (44.53 g), 与 T3、T5、T6 处理差异不显著, 显著高于其他处理 ($P < 0.05$)。可见, 喷施化学调控剂可显著影响小麦主要性状, 降低株高, 有效增加穗长、小穗

表 3 不同化学调控处理对冬小麦主要性状的影响

处理	株高 /cm	穗长 /cm	小穗数 /个	穗粒数 /粒	千粒重 /g
T1	86.51 b	7.03 d	14.10 ef	29.40 e	44.08 b
T2	85.43 cd	7.31 bc	14.52 e	28.84 f	43.61 c
T3	86.34 b	6.82 ef	13.90 f	29.22 e	44.32 ab
T4	85.26 d	6.99 de	14.20 de	29.71 d	44.11 b
T5	85.21 d	7.51 ab	15.13 a	30.13 bc	44.27 ab
T6	85.52 cd	7.44 ab	14.34 cd	30.14 bc	44.45 a
T7	85.27 d	7.59 a	14.77 b	30.47 a	44.53 a
T8	85.62 cd	7.13 cd	13.90 f	28.81 f	43.53 c
T9	85.81 c	6.71 f	13.14 g	29.28 e	43.24 de
T10	85.18 d	7.37 b	14.18 de	28.94 cd	43.29 d
T11	85.34 cd	7.34 b	14.79 b	30.21 b	43.74 c
CK	87.60 a	6.33 g	12.80 h	27.56 g	43.01 e

数、穗粒数和千粒重。

2.4 化学调控剂对冬小麦产量的影响

由表 4 可以看出, 化学调控剂各处理产量均显著高于 CK ($P < 0.01$), 增幅为 2.70%~10.00%, 且不同时期同时喷施化控剂处理极显著高于单独一个时期喷施处理 ($P < 0.01$)。平均折合产量以 T7 处理最高, 为 5 573.33 kg/hm², 极显著高于其他处理 ($P < 0.01$), T11 处理平均折合产量 5 460.00 kg/hm², 极显著高于 T8、T9、T10 处理。可见, 冬前 3~4 叶期 + 起身期 + 灌浆初期联合喷施吨田宝或 KH_2PO_4 更利于提高冬小麦产量。

3 讨论与结论

不同化学调控剂喷施时期、用法、用量对作物个体与群体结构的影响存在较大差异, 适当使用有助于促进个体发育、构建合理群体、增强抗逆能力, 从而有效增加作物产量^[12-13]。张朋伟等^[14]的

表 4 不同化学调控处理对冬小麦产量的影响

处理	小区平均产量 /(kg/30 m ²)	平均折合产量 /(kg/hm ²)	较 CK 增产		产量 位次
			增产量 /(kg/hm ²)	增幅 /%	
T1	16.04	5 346.67 cC	280.00	5.53	6
T2	15.64	5 213.33 dD	146.66	2.89	9
T3	15.70	5 233.33 dD	166.66	3.29	8
T4	16.30	5 433.33 bB	366.66	7.24	5
T5	16.35	5 450.00 bB	383.33	7.57	4
T6	16.43	5 476.67 bB	410.00	8.09	2
T7	16.72	5 573.33 aA	506.66	10.00	1
T8	15.61	5 203.33 dD	136.66	2.70	11
T9	15.64	5 213.33 dD	146.66	2.89	10
T10	15.71	5 236.67 dD	170.00	3.36	7
T11	16.38	5 460.00 bB	393.33	7.76	3
CK	15.20	5 066.67 eE			12

研究表明,起身期喷施化学调控剂可以促进冬小麦开花前的生长发育,灌浆初期喷施吨田宝可延长籽粒灌浆期,对冬小麦产量提高有重要促进作用。贺华杰等^[15]研究表明,不同生育期叶面喷施化学调控剂可有效提高千粒重、结实小穗数等进而提高小麦产量。张锦朝等^[16]研究表明,拔节期和孕穗期同时喷施化学调控剂可显著提高穗数和千粒重,从而促进产量提高。本研究发现,喷施化学调控剂有利于增加小麦最高总茎数、有效穗数,提高有效分蘖率,对冬小麦的生育期无明显影响。冬前3~4叶期喷施化控剂可以促进冬小麦生长发育、构建冬前壮苗,冬前3~4叶期和起身期同时喷施更利于增加有效分蘖,提高小麦茎秆强度、抗倒伏能力。

小麦产量受多种性状的协同影响,株高、单株穗数、穗粒数和千粒重等性状是影响产量的主要因素^[17-19]。本研究发现,起身期和灌浆初期同时喷施化控剂可有效增加穗长、小穗数、穗粒数和千粒重,从而显著提高产量,且喷施吨田宝效果总体好于喷施磷酸二氢钾,这与钱海艳等^[20]的研究结果一致。冬小麦冬前3~4叶期、起身期和灌浆初期同时用吨田宝750 kg/hm²兑水225 kg喷施后产量最高,为5 573.33 kg/hm²,较喷清水对照增产10.00%。该方法可在清水县同类型小麦种植区特别是旱地种植区推广应用。

参考文献:

- [1] 刘彬,陈柳,高艳琼,等. 三大粮食作物基础研究:中国开始引领世界[J]. 中国农业大学学报, 2019, 24(3): 219-238.
- [2] 吴亚鹏,贺利,王洋洋,等. 冬小麦生物量及氮积累量的植被指数动态模型研究[J]. 作物学报, 2019, 45(8): 1238-1249.
- [3] 张志恒,杨长刚. 甘肃省小麦单产水平提高的潜力分析[J]. 农业科技通讯, 2020(10): 226-229.
- [4] 冉颖. 甘肃省小麦生产现状与发展对策[J]. 农业科技与信息, 2020(19): 78-79; 82.
- [5] 李萍,尚云秋,林祥,等. 拔节期阶段性干旱对小麦茎蘖成穗与结实的影响[J]. 中国农业科学, 2020, 53(20): 4137-4151.
- [6] 刘鹏涛,冯佰利,高金锋,等. 干旱条件下冬小麦籽粒灌浆期冠层叶片衰老特性研究[J]. 干旱地区农业研究, 2008(6): 129-132.
- [7] 王玉娇,曹祺,常旭虹,等. 不同土壤条件下化学调控对小麦产量和品质的影响[J]. 作物杂志, 2021(2): 96-100.
- [8] 王丹,张保军,张正茂,等. 化学调控剂对冬小麦光合特性及产量的影响[J]. 麦类作物学报, 2012, 32(1): 119-122.
- [9] 冯金凤,赵广才,张保军,等. 化学调控对冬小麦产量、品质及旗叶部分生理指标的影响[J]. 华北农学报, 2013, 28(S1): 142-146.
- [10] 张勉,高志强,孙敏,等. 不同时期喷施吨田宝对旱地小麦农艺性状及产量的影响[J]. 山西农业科学, 2017, 45(3): 415-419.
- [11] 马瑞琦,亓振,常旭虹,等. 化控剂对冬小麦植株性状及产量品质的调节效应[J]. 作物杂志, 2018(1): 133-140.
- [12] 康靓,张娜,张永强,等. 矮壮素滴施对滴灌冬小麦茎秆特征及其抗倒伏性的影响[J]. 新疆农业科学, 2022, 59(1): 63-69.
- [13] 陆梅,孙敏,任爱霞,等. 喷施叶面肥对旱地小麦生长的影响及与产量的关系[J]. 作物杂志, 2018(4): 121-125.
- [14] 张朋伟,田国英,田东良,等. 吨田宝对冬小麦生长发育及产量的影响[J]. 湖北农业科学, 2019, 58(3): 55-56; 64.
- [15] 贺华杰,孙硕亮,张东亮. 叶面喷施不同化控剂对小麦品种泛育麦17株高和产量构成要素的影响[J]. 农业科技通讯, 2023(3): 135-139.
- [16] 张锦朝,高志强,孙敏. 吨田宝对旱地小麦生长发育及产量形成的影响[J]. 中国农学通报, 2015, 31(18): 34-40.
- [17] 崔天宇,王振国,李岩,等. 11个小麦品种产量与主要产量性状关系的分析[J]. 种子科技, 2024, 42(6): 1-5.
- [18] 刘众,郑琪,李杰,等. 陇东旱塬小麦主要农艺性状与产量的相关性分析[J]. 寒旱农业科学, 2023, 2(7): 615-620.
- [19] 燕鹏,陈三乐,孙军仓,等. 小麦高代新品系农艺性状相关性及其聚类分析[J]. 寒旱农业科学, 2022, 1(10): 40-44.
- [20] 钱海艳,马行军,王全领,等. 不同时期喷施叶面肥对小麦综合性状的影响[J]. 现代农业科技, 2017(21): 28-29.