

# 新型植物免疫激活蛋白维大力(VDAL)在春小麦上的应用效果

贾秋珍<sup>1,2,3</sup>, 张付强<sup>4</sup>, 曹世勤<sup>2,3,5</sup>, 王晓明<sup>1,2,3</sup>, 孙振宇<sup>1,2,3</sup>, 范宏伟<sup>6</sup>, 张爱琴<sup>6</sup>, 宋雄儒<sup>6</sup>, 王永生<sup>7</sup>

(1. 甘肃省农业科学院植物保护研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 农业农村部作物有害生物科学观测试验站, 甘肃 甘谷 741200; 3. 农业农村部国家植物保护甘谷观测实验站, 甘肃 甘谷 741200; 4. 河北北方学院, 河北 张家口 075000; 5. 甘肃省农业科学院小麦研究所, 甘肃 兰州 730070; 6. 民乐县农业技术推广中心, 甘肃 民乐 734500; 7. 甘肃汇丰种业有限责任公司, 甘肃 民乐 734500)

**摘要:** 2019—2020年在张掖市民乐县新天镇王什村,通过灌浆期喷施和播种期拌种新型植物免疫激活蛋白维大力(VDAL),研究其小麦相关性状及产量的影响。结果表明,灌浆期喷施7.5、15.0、22.5 g/hm<sup>2</sup>处理的小麦千粒重、穗粒重均较清水对照提高;折合产量2019年分别为9 523.0、10 040.0、10 240.0 kg/hm<sup>2</sup>,分别较清水对照增产7.04%、12.85%、15.09%。2020年分别为9 433.0、9 653.0、9 745.0 kg/hm<sup>2</sup>,分别较清水对照增产3.47%、5.89%、6.89%。2020年进行种子拌种,维大力用量86.58、173.16、259.74 g/100 kg种子处理较不拌种对照千粒重增加4.52%~7.23%;穗粒重增加3.30%~6.04%,折合产量分别为9 818.0、10 138.0、10 137.0 kg/hm<sup>2</sup>,较不拌种对照分别增产7.70%、11.21%、11.19%。综合产量表现及效益,初步认为维大力在灌浆期15 g/hm<sup>2</sup>喷雾处理或播种期173.16 g/100 kg种子拌种处理,均具有较好的节本增效作用,可在今后生产上应用。

**关键词:** 维大力(VDAL); 喷施; 拌种; 小麦; 效果

**中图分类号:** S512.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2021)11-0041-04

**doi:** 10.3969/j.issn.1001-1463.2021.11.009

## Studies on Application Effect of New Plant Immune Activating Protein VDAL on Spring Wheat

JIA Qiuzhen<sup>1,2,3</sup>, ZHANG Fuqiang<sup>4</sup>, CAO Shiqin<sup>2,3,5</sup>, WANG Xiaoming<sup>1,2,3</sup>, SUN Zhenyu<sup>1,2,3</sup>, FAN Hongwei<sup>6</sup>, ZHANG Aiqin<sup>6</sup>, SONG Xiongru<sup>6</sup>, WANG Yongsheng<sup>7</sup>

(1. Institute of Plant Protection, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China; 2. Scientific Observing and Experimental Station of Crop Pests in Tianshui, the Ministry of Agriculture and Rural Affairs, P. R. China, Gangu Gansu 741200, China; 3. National Agricultural Experimental Station for Plant Protection at Gangu, the Ministry of Agriculture and Rural Affairs, P. R. China, Gangu Gansu 741200, China; 4. North College of Hebei Province, Zhangjiakou Hebei 075000, China; 5. Institute of Wheat, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China; 6. Agricultural Technology Extension Center of Minle County, Minle Gansu 734500; 7. Gansu Huifeng Seed Industry Co., Ltd., Minle Gansu 734500, China)

**Abstract:** The application effect of VDAL to spray at grain filling stage and seed dressing at sowing

**收稿日期:** 2021-08-19

**基金项目:** 国家重点研发计划(2018YFD0200406)。

**作者简介:** 贾秋珍(1963—),女,陕西大荔人,研究员,主要从事小麦有害生物综合防控技术研究工作。Email: jiaqiuzhen@163.com。

**通信作者:** 曹世勤(1971—),男,甘肃临洮人,研究员,博士,主要从事小麦有害生物综合防控技术研究工作。Email: caoshiqin6702@163.com。

stage on wheat related traits and yield were studied at Wangshi Village, Xintian Town, Minle County, Gansu Province during 2019—2020. The results showed that the 1000-grain weight and average grain weight per spike of wheat treated with sprayed VDAL 7.5 g/hm<sup>2</sup>, 15.0 g/hm<sup>2</sup> and 22.5 g/hm<sup>2</sup> were increased compared with that control treatment no seed mixing (CK) at filling time. The yield were 9 523.0 kg/hm<sup>2</sup>, 10 040.0 kg/hm<sup>2</sup>, 10 240.0 kg/hm<sup>2</sup> in 2019, and 9 433.0 kg/hm<sup>2</sup>, 9 653.0 kg/hm<sup>2</sup>, 9 745.0 kg/hm<sup>2</sup> in 2020, increased 7.04%, 12.85%, 15.10% and 3.47%, 5.89%, 6.89%, respectively. In 2020, the 1000-grain weight and spike grain weight of Seed coating with 86.58 g/100 kg, 173.16 g/100 kg and 259.74 g/100 kg seed mixing treatments increased 4.52%~7.23% and 3.30%~6.04% than CK, the yield were 9 818.0 kg/hm<sup>2</sup>, 10 138.0 kg/hm<sup>2</sup> and 10 137.0 kg/hm<sup>2</sup> respectively, which increased 7.70%, 11.21% and 11.19% than CK. Therefore, sprayed 15 g/hm<sup>2</sup> with VDAL in filling stage or sowed 173.16 g/100 kg, which had better effect than other conduct, it can be used further in the future.

**Key words:** VDAL; Spray; Seed coating; Wheat; Effect

小麦是甘肃省重要的粮食作物,也是基本口粮,年种植面积保持在 70 万 hm<sup>2</sup> 以上<sup>[1-5]</sup>,小麦生产水平和可持续发展能力对保障国民经济稳步发展和粮食安全具有深远的历史性意义<sup>[6-7]</sup>。化肥是农作物的粮食,是保障作物高产稳产的重要措施<sup>[8-9]</sup>。通过人为补充农作物生长必需的氮、磷、钾等营养元素来促进农作物生长,是实现农业稳定增产的前提和基础<sup>[10]</sup>。研究发现,新型植物免疫激活蛋白维大力(VDAL)源于棉花黄萎菌的激活蛋白,不仅能诱导和激活植物对病虫害的抗性,而且可调节植物生长代谢系统,促进植物生长,提高作物产量,改善作物品质<sup>[11]</sup>。近年来国内许多学者对该产品在水稻、黄瓜、葡萄等作物上进行了广泛应用<sup>[12-13]</sup>,但在小麦上尚未开展相关研究。我们于 2019—2020 年,在张掖市民乐县新天镇王什村开展了相关田间试验研究,旨在为其更好利用提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地点

试验设在张掖市民乐县新天镇王什村甘肃汇丰种业有限公司试验基地,试验地前茬油菜。

### 1.2 供试材料

指示春小麦品种为宁春 51 号。供试材料有新型植物免疫激活蛋白维大力(VDAL)(中捷四方生物科技股份有限公司提供)、山

东卫士 WS-18D 电动喷雾器(山东卫士植保机械有限公司提供)。

### 1.3 试验设计及调查方法

1.3.1 喷雾处理 设维大力浓度为 7.5、15.0、22.5 g/hm<sup>2</sup> 和清水对照(CK)4 个处理,用液量 225 kg/hm<sup>2</sup>。试验于 4 月上旬常规播种,灌浆中期的 2019 年 7 月 13 日和 2020 年 7 月 15 日下午进行喷雾试验。小区面积 200 m<sup>2</sup>,3 次重复,随机区组排列。

1.3.2 拌种处理 设维大力用量为 86.58、173.16、259.74 g/100 kg 种子和不拌种(CK)4 个处理。于 2020 年 4 月 1 日拌种后常规播种,小区面积 20 m<sup>2</sup>,3 次重复,随机区组排列。

1.3.3 调查方法 小麦成熟后,按小区单收、称重并折合产量,同时随机抽取 20 株脱粒测定穗粒重。

### 1.4 数据分析

采用 Excel 2007 和 DPS3.1 软件进行。

## 2 结果与分析

### 2.1 喷雾处理对主要性状的影响

2.1.1 千粒重 试验结果(表 1)表明,2019 年 7.5、15.0、22.5 g/hm<sup>2</sup> 处理的小麦千粒重分别为 50.96、52.39、53.45 g,分别较清水对照提高 7.17%、10.18%、12.41%;2020 年 7.5、15.0、22.5 g/hm<sup>2</sup> 处理的小麦千粒重分别为 50.81 g、51.99 g、52.02 g,分别较清水对照提高 6.23%、8.70%、8.76%,所有处理

均与清水对照间差异极显著( $P<0.01$ )。

2.1.2 穗粒重 由表 1 可以看出, 7.5、15.0、22.5 g/hm<sup>2</sup> 处理的小麦穗粒重 2019 年分别为 1.94、2.01、2.03 g, 分别较清水对照提高 7.78%、11.67%、12.78%; 2020 年分别为 1.97、1.99、1.99 g, 分别较清水对照提高 8.24%、9.34%、9.34%, 所有处理均与清水对照间差异极显著( $P<0.01$ )。

2.1.3 产量 从表 1 可知, 7.5、15.0、22.5 g/hm<sup>2</sup> 处理的小麦折合产量 2019 年分别为 9 523.0、10 040.0、10 240.0 kg/hm<sup>2</sup>, 分别较清水对照增产 7.04%、12.85%、15.09%; 2020 年分别为 9 433.0、9 653.0、9 745.0 kg/hm<sup>2</sup>, 分别较清水对照增产 3.47%、5.88%、6.89%; 所有处理均与清水对照间差异极显著( $P<0.01$ )。

2.2 拌种处理对主要性状和产量的影响

2.2.1 主要性状 从田间测定结果(表 2)可知, 各处理株高均低于不拌种对照, 259.74 g/100 kg 种子处理与其余处理间差异显著( $P<0.05$ )。各处理穗长 7.6~7.7 cm, 均与对照无差异; 86.58、173.16、259.74 g/100 kg 种子处理的千粒重分别为 49.99、51.29、

50.88 g, 分别较不拌种对照提高 4.52%、7.23%、6.38%。穗粒重分别为 1.88、1.93、1.92 g, 分别较不拌种对照提高 3.30%、6.04%、5.49%, 均与不拌种对照差异极显著( $P<0.01$ ), 86.58 g/100 kg 种子处理与其余 2 处理间差异极显著( $P<0.01$ )。

2.2.2 产量 由表 2 看出, 86.58、173.16、259.74 g/100 kg 种子处理的折合产量分别为 9 818.3、10 138.3、10 136.7 kg/hm<sup>2</sup>, 较不拌种对照分别增产 7.69%、11.20%、11.18%, 且均与不拌种对照间差异极显著( $P<0.01$ ), 86.58 g/100 kg 种子处理与其余处理间差异极显著( $P<0.01$ )。

### 3 小结与讨论

试验研究发现, 春小麦灌浆期喷施或用维大力(VDAL)拌种, 表现出显著的增产作用, 增产幅度分别为 3.47%~15.09%、7.69%~11.20%, 与前人研究基本一致。研究发现, 有一种蛋白不仅能够对植物产生过敏反应(hypersensitive response, HR)<sup>[14]</sup>, 而且能够诱导植物体内系列基因表达, 激活植物自身生长防卫系统的类分子蛋白质产生持久的系统抗性<sup>[15]</sup>。维大力(VDAL)为大丽轮枝

表 1 2019—2020 年喷雾处理的春小麦主要经济性状

喷雾处理 (g/hm <sup>2</sup> )	千粒重/g		穗粒重/g		产量/(kg/hm <sup>2</sup> )		较对照增产/%	
	2019年	2020年	2019年	2020年	2019年	2020年	2019年	2020年
7.5	50.96 cC	50.81 bB	1.94 cC	1.97 bB	9 523.0 bB	9 433.0 bB	7.04	3.47
15.0	52.39 bB	51.99 aA	2.01 bB	1.99 aA	10 040.0 aA	9 653.0 aA	12.85	5.89
22.5	53.45 aA	52.02 aA	2.03 aA	1.99 aA	10 240.0 aA	9 745.0 aA	15.10	6.89
清水(CK)	47.55 dD	47.83 cC	1.80 dD	1.82 cC	8 897.0 cC	9 117.0 cC		

表 2 维大力不同剂量拌种处理的春小麦主要性状和产量

拌种处理 (g/100 kg种子)	株高 /cm	穗长 /cm	千粒重 /g	千粒重较 对照增加 /%	穗粒重 /g	穗粒重较 对照增加 /%	折合产量 (kg/hm <sup>2</sup> )	较对照 增加 /%
86.58	79.6 aA	7.6 a	49.99 bB	4.52	1.88 bB	3.30	9 818.3 bB	7.69
173.16	79.1 abA	7.7 a	51.29 aA	7.23	1.93 aA	6.04	10 138.3 aA	11.20
259.74	78.5 bA	7.6 a	50.88 aAB	6.38	1.92 aA	5.49	10 136.7 aA	11.18
不拌种(CK)	80.2 aA	7.6 a	47.83 cC		1.82 cC		9 117.0 cC	

孢的外泌(激活)蛋白,属于烟曲霉(*Aspergillus fumigatus*)f2 类锌离子结合蛋白,是不同于 Harpin 和 Elicitin 的新型蛋白,是我国拥有完全知识产权的产品<sup>[12]</sup>。维大力(VDAL)是一种激活蛋白,可诱导植物的防卫反应,同时能够诱导促进植物生长发育,改善作物品质,提高产量,是一种新型的广谱、高效、多功能产品<sup>[13, 16]</sup>。近年来国内学者在水稻、葡萄、黄瓜、苹果等作物上试验发现,黄瓜幼苗的耐贮运性显著增强,有利于提高黄瓜商品苗的贮藏质量<sup>[11]</sup>;水稻穗粒数和千粒重增加,增产 14.5%<sup>[12]</sup>;葡萄果实可溶性固形物含量比对照提高 105.44%、可溶性总糖含量提高 34.89%、Vc 含量提高 51.12%、可滴定酸含量降低 44.92%<sup>[13]</sup>;龙丰苹果果实品质及单果质量显著提高<sup>[17]</sup>。进一步研究发现,维大力具有防治水稻纹枯病等病害的作用<sup>[12]</sup>,可作为生物农药在今后的生产上大面积推广应用。

综合千粒重、穗粒重和增产幅度,并结合经济效益,认为春小麦灌浆期喷施维大力 15.0 g/hm<sup>2</sup> 或维大力用量 173.16 g/100 kg 种子拌种处理,均具有较好的节本增效作用,可在生产上应用。

#### 参考文献:

- [1] 杨文雄,杨长刚,王世红,等. 甘肃省小麦生产技术发展现状及建议[J]. 中国种业, 2017(10): 14-17.
- [2] 杨文雄. 中国西北春小麦[M]. 北京: 中国农业出版社, 2016.
- [3] 杨文雄. 甘肃小麦品种志 1950—2019[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2019.
- [4] 袁俊秀,杨文雄,王世红,等. 抗旱丰产春小麦新品种陇春 40 号选育报告[J]. 甘肃农业科技, 2020(9): 1-3.
- [5] 倪胜利,李兴茂,张国宏. 抗条锈高产优质冬小麦新品种陇鉴 108 选育报告[J]. 甘肃农业科技, 2018(4): 1-4.
- [6] 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.
- [7] 何中虎,夏先春,陈新民,等. 中国小麦育种进展与展望[J]. 作物学报, 2011, 37(2): 202-215.
- [8] 王朝辉. 我国小麦施肥问题与化肥减施[J]. 中国农业科学, 2020, 53(2): 4813-4815.
- [9] 金继运,李家康,李书田. 化肥与粮食安全. 植物营养与肥料学报[J]. 2006, 12(5): 601-609.
- [10] 秦 闯,李 硕,郭艳杰,等. 增施生物有机肥减施化肥对夏玉米土壤生物指标的影响[J]. 河北农业大学学报, 2018, 41(6): 17-23.
- [11] 孙凤清,李娟起,齐俊生,等. 苗期叶面喷施大丽花轮枝孢激活蛋白(VdAL)对黄瓜商品苗贮藏质量的影响[J]. 中国蔬菜, 2016(3): 48-52.
- [12] 王艳君,付玉华,钟英丽,等. 大丽轮枝孢(*Verticillium dahliae*) Asp f2 类蛋白(VDAL)在水稻(*Oryza sativa*)中抵御真菌病害及提高产量的功能分析[J]. 农业生物技术学报, 2020, 28(12): 2091-2107.
- [13] 马柏林,罗桂杰,刘 博,等. 喷施不同浓度大丽花轮枝孢锌离子结合蛋白(VdAL)对宿晓红葡萄果实品质的影响[J]. 北方农业学报, 2020, 48(4): 110-115.
- [14] QIU D, CLAYTON K. Messenger enhances plant biomass accumulation[J]. EDEN Bio-science Technique Review, 2002(4): 1-2.
- [15] WEI Z M, LABY R J, ZUMOFF C H, et al. Harpin, elicitor of the hypersensitive response produced by the plant pathogen *Erwinia amylovora*[J]. Science, 1992, 257: 85-88.
- [16] 赵利辉,邱德文,刘 铮,等. 植物激活蛋白对水稻抗性相关基因转录水平的影响[J]. 中国农业科学, 2005, 38(7): 1358-1363.
- [17] 肖庆会,刘 畅,叶万军,等. 不同浓度蛋白制剂 VdAL 对龙丰苹果果实及叶片的影响[J]. 新疆农垦科技, 2019(5): 17-18.

(本文责编:陈 珩)