

彭佃亮. 外源 ABA 和 GA 对小麦籽粒 HMW - GS 含量及 GMP 粒度分布的影响[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(9): 70 - 72.

doi:10. 15889/j. issn. 1002 - 1302. 2017. 09. 018

外源 ABA 和 GA 对小麦籽粒 HMW - GS 含量及 GMP 粒度分布的影响

彭佃亮

(潍坊科技学院生物工程研发中心, 山东寿光 262700)

摘要:在小麦籽粒灌浆初期,通过喷施外源脱落酸(ABA)或赤霉素(GA),探讨外源 ABA 或 GA 对籽粒蛋白质、高分子量谷蛋白亚基(HMW - GS)表达量及谷蛋白大聚合物(GMP)粒度分布的影响,为激素调控小麦籽粒品质提供理论依据。结果表明,灌浆初期喷施 ABA 均能显著提高籽粒蛋白、HMW - GS 含量;喷施 GA 对籽粒蛋白含量无显著影响,但能显著降低籽粒 HMW - GS 含量;外源 ABA 或 GA 均能改变籽粒中 GMP 粒度的分布,其中喷施 ABA 降低了小粒径($d < 12 \mu\text{m}$)GMP 颗粒体积和表面积比重,提高了大粒径($d \geq 12 \mu\text{m}$)GMP 颗粒体积和表面积比重,而 GA 处理结果恰好相反;且 2 个处理均对 GMP 颗粒数量比重无显著影响。

关键词:小麦籽粒;谷蛋白亚基;谷蛋白大聚合物;粒度;脱落酸;赤霉素

中图分类号: S512. 106; Q945. 78 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002 - 1302(2017)09 - 0070 - 03

麦谷蛋白是小麦蛋白质的重要组成部分,决定面团的弹性,与小麦的加工品质密切相关。谷蛋白是由高分子量谷蛋白亚基(HMW - GS)和低分子量谷蛋白亚基(LMW - GS)通过二硫键形成的大小不同的聚合物^[1]。小麦 HMW - GS 的组成、含量与面包烘烤等加工品质密切相关^[2-5]。国内外研究表明,土壤、肥水、光照等栽培环境条件对小麦籽粒 HMW - GS 的动态积累、表达量、粒度分布等均有明显的调节效应,进而影响到小麦加工品质^[4-7]。目前,关于花后喷施外源激素

对籽粒灌浆特性及其淀粉品质的研究相对较多^[8-11],而外源激素与小麦籽粒谷蛋白品质的关系方面,特别是外源激素脱落酸(ABA)、赤霉素(GA)对小麦籽粒 HMW - GS 表达量、GMP 含量、粒度分布特征的影响迄今了解尚少。本试验以小麦品种藁城 8901(GC8901)、山农 1391(SN1391)为材料,研究喷施外源激素对小麦籽粒 HMW - GS 总量、单个 HMW - GS 的相对含量及粒度分布特征的影响,旨在阐明优质小麦品质形成机制及为生产中利用激素调控改善籽粒品质提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验以强筋小麦藁城 8901、弱筋小麦山农 1391 为材料。试验于 2015 年 9 月—2016 年 6 月在试验农场进行。试验地耕层(0~20 cm)土壤含有机质 12.3 g/kg、全氮 0.91 g/kg、碱

收稿日期:2016 - 10 - 09

基金项目:国家自然科学基金(编号:31271661);山东省潍坊市科学技术发展计划(编号:2016GX066)。

作者简介:彭佃亮(1986—),男,山东临沭人,博士,讲师,主要从事作物生理生化与生物技术方面的研究工作。Tel:(0536)5556911; E-mail:pdldpd2009@126.com。

[11] 缪绅裕,陈梦甜,陶文琴,等. 珍珠相思叶状柄水提物的化感效应研究[J]. 广东农业科学,2014,41(3):79 - 82. [12] 王庆玲,董涛,张子龙. 三七对小麦的化感作用[J]. 生态学杂志,2015,34(2):431 - 437.

[13] 魏云霞,鲁剑巍,李小坤,等. 不同秸秆及绿肥浸提液对水稻的化感作用研究[J]. 中国农学通报,2013(30):18 - 22.

[14] 冯卓森,李伟华,彭长连,等. 华南地区 5 种常见地被植物的化感作用[J]. 华南师范大学学报(自然科学版),2010(3):82 - 85,103.

[15] Weidenhamer J D. New approaches to analyse allelochemicals in soil [J]. Allelopathy Journal, 2007, 19: 135 - 142.

[16] 卢向荣,谭忠奇,林益明,等. 入侵植物马缨丹对 4 种农作物的化感作用[J]. 厦门大学学报(自然科学版),2013,52(1):133 - 138.

[17] 朱峰,何永福,叶照春. 植物化感作用研究进展[J]. 耕作与栽培,2014(1):52 - 54,36.

[18] 朱峰,何永福,叶照春. 大叶芥菜对牛膝菊的化感作用潜力

[J]. 杂草科学,2015,33(1):14 - 16.

[19] 柯展鸿,陈雁飞,惠苗,等. 南美螞蟥菊和螞蟥菊化感作用的比较研究[J]. 华南师范大学学报(自然科学版),2014(1):83 - 88.

[20] 张海燕,张敏,祁珊珊,等. 入侵植物小飞蓬化感作用及有效成分分析[J]. 杂草科学,2015,33(4):5 - 9.

[21] 张田田,路兴涛,马冲,等. 播娘蒿、猪殃殃对小麦的化感作用[J]. 杂草科学,2015,33(2):32 - 36.

[22] 宋鑫,沈奕德,黄乔乔,等. 五爪金龙、三裂叶薯和七爪龙水浸液对 4 种作物种子萌发与幼苗生长的影响[J]. 热带生物学报,2013,4(1):50 - 55.

[23] 邓业成,孔卓玮,骆海玉,等. 外来入侵植物五爪金龙对 5 种蔬菜种子萌发和幼苗生长的化感效应[J]. 种子,2010,29(7):8 - 11.

[24] 李海航,龚莉红,张宗耀,等. 酚酮试剂对竹林土壤中酚类化合物的降解作用[J]. 热带亚热带植物学报,2007,15(6):513 - 520.

解氮 87.2 mg/kg、速效磷 8.6 mg/kg、速效钾 57.5 mg/kg。试验小区面积为 $3\text{ m} \times 3\text{ m} = 9\text{ m}^2$ ，随机区组排列，3次重复。播种前施入基肥纯氮 $120\text{ kg}/\text{hm}^2$ 、 P_2O_5 $75\text{ kg}/\text{hm}^2$ 、 K_2O $120\text{ kg}/\text{hm}^2$ ，拔节期追施纯氮 $120\text{ kg}/\text{hm}^2$ 。于花后 1 d 开始，每天 17:00 左右分别喷施 ABA 或 GA 于小麦穗部，每个处理喷施 4 m^2 ，连续喷施 4 d，喷施 ABA 浓度为 $12\text{ mg}/\text{L}$ ，喷施 GA 浓度为 $20\text{ mg}/\text{L}$ ，用量为 $400\text{ mL}/\text{m}^2$ 。以 0.5%（体积分数）Tween20 为展开剂，以便激素更好地附着于穗部，以喷施清水为对照。选择花期、株高、绿叶数基本一致且无病害的小麦茎挂牌，成熟期取样用于室内测定。

1.2 测定项目及方法

于成熟期取标记同一天开花的麦穗 20 穗，自然晾晒风干，手动脱粒用于以下参数测定。蛋白质含量测定，采用 $\text{H}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}_2$ 消化法；以半微量凯氏定氮法测定面粉（采用 Buhler 试验磨制粉）含氮量^[12]，面粉含氮量乘以 5.7 后为小麦面粉的蛋白质含量。参照梁荣奇等的方法^[3]提取测定 HMW-GS 总量及单个 HMW-GS。参照崔志青等的方法^[11]测定 GMP 粒度。

1.3 统计分析

采用 Excel 2003 和 DPS 统计分析系统进行数据处理和统计分析。

2 结果与分析

2.1 外源 ABA 和 GA 对小麦籽粒蛋白质含量的影响

小麦籽粒的蛋白质含量在 ABA 处理条件下有所提高，其中藁城 8901 在 ABA 处理下比对照提高了 1.27%，山农 1391

比对照提高了 0.81%，且处理与对照间差异均达到显著水平；与对照相比，外源 GA 处理均降低了小麦籽粒的蛋白质含量，但与对照差异不显著（图 1）。

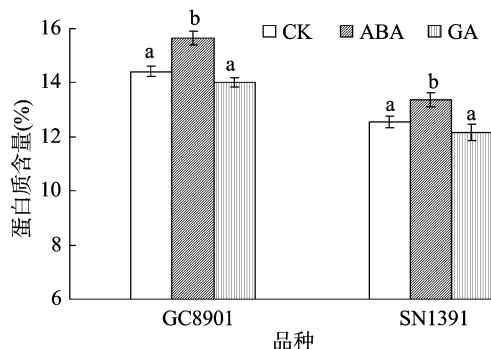


图1 外源 ABA、GA 处理对面粉蛋白质含量的影响
不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著

2.2 外源 ABA 和 GA 对 HMW-GS 含量的影响

与对照相比，2 个品种中的各亚基含量在 ABA 处理条件下均显著性增加（表 1）。ABA 处理均显著提高了 2 个品种籽粒 HMW-GS 总量及大部分单个 HMW-GS 含量；与对照相比，2 个品种中的各亚基含量在 GA 处理条件下基本保持不变或有所减少，除藁城 8901 的 Ax1 亚基外均与对照没有显著差异；GA 处理减少了籽粒 HMW-GS 总量，其中藁城 8901 在 GA 处理下比对照减少了 0.017 百分点，与对照相比差异显著，山农 1391 则比对照减少了 0.004 百分点，与对照相比无显著性差异（表 1）。

表 1 小麦 HMW-GS 含量

品种	处理	Ax1	Bx7	By8	Bx14	By15	Dx5	Dy10	Dx2	Dy12	总含量
藁城 8901	CK	0.077b	0.120b	0.047b			0.097b	0.107a			0.448b
	ABA	0.105a	0.155a	0.061a			0.131a	0.105a			0.557a
	GA	0.070c	0.118b	0.047b			0.099b	0.104a			0.431c
山农 1391	CK				0.098b	0.045b			0.095b	0.096b	0.333b
	ABA				0.134a	0.054a			0.118a	0.116a	0.422a
	GA				0.098b	0.043b			0.095b	0.093b	0.329b

注：同一列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。下表同。

从表 2 中可以看出，X、Y 型亚基含量存在明显的品种差异，基本表现为藁城 8901 > 山农 1391，并且 2 个品种 X 型亚基含量均明显高于 Y 型亚基。外源 ABA 处理能显著提高 X、Y 型亚基含量，而外源 GA 处理对 2 种类型 HMW-GS 亚基含量无显著影响。较对照，X/Y 值在外源 ABA 处理条件下显著提高，说明外源激素 ABA 处理更有利于籽粒 X 型亚基的积累；而 X/Y 值在外源 GA 处理条件下未有显著性变化，说明各亚基对外源 GA 的反应不敏感。

表 2 不同类型 HMW-GS 在小麦籽粒中的含量

品种	处理	X 型亚基含量 (%)	Y 型亚基含量 (%)	X/Y
藁城 8901	CK	2.94b	1.54b	1.91b
	ABA	3.91a	1.66a	2.36a
	GA	2.86b	1.51b	1.89b
山农 1391	CK	1.93b	1.41b	1.37b
	ABA	2.52a	1.70a	1.48a
	GA	1.94b	1.36b	1.43ab

2.3 外源 ABA、GA 对籽粒 GMP 粒度分布的影响

2.3.1 GMP 颗粒体积分布 2 个品种 GMP 颗粒体积分布存在明显差异，藁城 8901 在各处理条件下大粒径 GMP 颗粒 ($d \geq 12\ \mu\text{m}$) 体积比重高于山农 1391，而小粒径 GMP 颗粒则正好相反。外源 GA 处理提高了小粒径体积比重，且山农 1391 差异显著，外源 ABA 不能显著降低小粒径体积比重（表 3）。

2.3.2 GMP 颗粒表面积分布 2 个品种 GMP 颗粒表面积分布存在明显差异，藁城 8901 在各处理条件下大粒径 GMP 颗粒 ($d \geq 12\ \mu\text{m}$) 表面积比重均高于山农 1391，而小粒径 GMP 颗粒则相反；2 个品种大颗粒 ($d \geq 12\ \mu\text{m}$) 表面积比重变化与小颗粒正好相反（表 3）。

2.3.3 GMP 颗粒数量分布 小粒径 GMP 颗粒 ($d < 12\ \mu\text{m}$) 数量分数为 99.9%，大粒径 GMP 颗粒 ($d \geq 12\ \mu\text{m}$) 数量分数为 0.1%，表明小麦籽粒中的 GMP 颗粒绝大多数为小颗粒；外源 ABA、GA 处理对 GMP 颗粒数量分布没有显著影响（表 3）。

表3 外源 ABA、GA 处理对 GMP 粒度分布的影响

品种	处理	体积比重(%)		表面积比重(%)		数量比重(%)	
		$d < 12 \mu\text{m}$	$d \geq 12 \mu\text{m}$	$d < 12 \mu\text{m}$	$d \geq 12 \mu\text{m}$	$d < 12 \mu\text{m}$	$d \geq 12 \mu\text{m}$
藁城 8901	CK	34.13ab	65.87ab	87.30b	12.70b	99.90a	0.10a
	ABA	32.37b	67.63a	85.57c	14.43a	99.90a	0.10a
	GA	36.20a	63.80b	88.20a	11.80c	99.90a	0.10a
山农 1391	CK	40.10b	59.90a	88.60b	11.40a	99.90a	0.10a
	ABA	37.40b	62.60a	88.43b	11.57a	99.90a	0.10a
	GA	44.50a	55.50b	89.80a	10.19b	99.90a	0.10a

3 结论与讨论

前人较多地研究了肥料运筹、灌溉处理、土壤质地等环境因素对小麦籽粒 HMW - GS 的影响^[6-10],但是有关外源激素 ABA、GA 对小麦籽粒 HMW - GS 含量影响的研究报道较少。本研究表明,喷施 ABA 在能提高籽粒蛋白质含量的同时,均能显著提高 HMW - GS 大部分亚基含量、HMW - GS 总量。外源 GA 处理能降低蛋白质含量,但对 HMW - GS 含量影响不显著,研究结果与崔志青等研究结果^[11]一致,而与秦武发等研究结果^[13]存在差异,可能与外源激素的施用时期、浓度、小麦品种有关。另外,外源 ABA 处理均能显著提高 2 个品种 X、Y 型亚基含量,而外源 GA 处理对 2 种类型 HMW - GS 亚基含量无显著影响。

目前国内有关 GMP 粒度分布的报道相对较少且关于粒径的划分也不尽相同^[3-11],有鉴于小麦 GMP 粒度分布表现为双峰曲线的变化趋势,本试验将 GMP 颗粒划分为小粒径($d < 12 \mu\text{m}$)颗粒和大粒径($d \geq 12 \mu\text{m}$)颗粒。不同品种间 GMP 粒度表现有所不同,这可能与小麦自身遗传特性有关。外源 ABA、GA 处理均能明显改变 GMP 大粒径的体积及表面积分布,但对籽粒 GMP 颗粒数量分布没有明显影响,这说明 GMP 颗粒体积和表面积分布的变化并不依赖于颗粒数量分布变化,是由单位颗粒体积和表面积的变化引起的。

HMW - GS 组成及其含量与小麦品质密切相关^[14],含有 5 + 10 亚基的小麦品种各项品质指标与含有 7 + 8、7 + 9、2 + 12 亚基的品种相比明显提高^[1,6,13]。X 型亚基总量与小麦品质的相关性高于 Y 型,2 种类型的亚基在决定面包品质方面存在差异^[1,7,11,13]。本试验中,含有 5 + 10 亚基的藁城 8901 与含有 2 + 12 亚基的山农 1391 相比,各亚基含量、亚基总量都较高,这为藁城 8901 的优质奠定了良好的物质基础。外源 ABA 处理提高了藁城 8901 的 HMW - GS 含量及 GMP 大粒径颗粒的分布,有利于面包加工品质的提高,而外源 GA 处理则相反。对于弱筋小麦山农 1391, X 型、Y 型亚基含量及 GMP 含量在外源 ABA 处理条件下提高,这可能是造成其烘焙品质变劣的原因,而外源 GA 处理可能正好相反。故在小麦生产实践中,应根据不同小麦的品质类型与生产需要,合理地运用外源激素调控以实现小麦高产优质。

参考文献:

- [1] 宋建民,刘爱峰,吴祥云,等. 高分子量谷蛋白亚基组成及其含量与小麦品质关系研究[J]. 中国农业科学,2003,36(2):128-133.
- [2] Pirozi M R, Margiotta B, Lafiandra D, et al. Composition of polymeric proteins and bread - making quality of wheat lines with allelic HMW - GS differing in number of cysteines[J]. Journal of Cereal Science, 2008, 48(1): 117 - 122.
- [3] 梁荣奇,张义荣,尤明山,等. 小麦谷蛋白聚合体的 MS - SDS - PAGE 及其与面包烘烤品质的关系[J]. 作物学报,2002,28(5): 609 - 614.
- [4] 孙 辉,姚大年,李保云,等. 小麦谷蛋白大聚合体含量的影响因素[J]. 麦类作物学报,2000,20(2):23 - 27.
- [5] 梁太波,尹燕桦,蔡瑞国,等. 不同土壤条件下山农 12 小麦籽粒 HMW - GS 积累及 GMP 粒度分布特征[J]. 作物学报,2008,34(12):2160 - 2167.
- [6] 倪美丽,王振林,李文阳,等. 磷肥对小麦籽粒 HMW - GS 积累及 GMP 粒度分布的影响[J]. 作物学报,2010,36(6):1055 - 1060.
- [7] Deng Z R, Tian J, Zhao L, et al. High temperature - induced changes in high molecular weight glutenin subunits of chinese winter wheat and its influences on the texture of chinese noodles[J]. Journal of Agronomy and Crop Science, 2008, 194(4): 262 - 269.
- [8] 李文阳,尹燕桦,闫素辉,等. 不同粒型小麦品种籽粒内源激素变化与籽粒灌浆特征的比较[J]. 华北农学报,2007,22(1):5 - 8.
- [9] 张玲娥,张 萍. 植物生长调节剂对冬小麦籽粒灌浆期源库关系的调控[J]. 核农学报,2005,19(3):228 - 231.
- [10] 张海萍,常 成,肖世和. 小麦胚休眠中 ABA 信号转导的蛋白质组分析[J]. 作物学报,2006,32(5):690 - 697.
- [11] 崔志青,贺德先,王振林,等. 喷施 ABA 对小麦籽粒谷蛋白组分含量及 GMP 粒度分布的影响[J]. 中国农业科学,2010,43(12):2595 - 2602.
- [12] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,2000:44 - 49.
- [13] 秦武发,董永华,张彩英,等. 植物激素对小麦品质的影响[J]. 河北农业大学学报,1996,19(4):93 - 95.
- [14] 胡 政,苏明杰,焦 滨. 部分小麦品种(系)遗传多样性分析及 D_x5 类似亚基鉴定[J]. 江苏农业科学,2015,43(2):24 - 29.