

小麦生育后期施用水杨酸对千粒重的影响

周芳菊, 陈桥生*, 张道荣 (湖北省襄樊市农业科学院, 湖北襄樊 441057)

摘要 [目的] 研究水杨酸(SA)在小麦上的增产效应与作用机理。[方法] 以大穗大粒型品种兰考矮早8为试材,在小麦灌浆期间,即花后5和18 d分别用1.5、1.0和0.5 mmol/L浓度的水杨酸对植株进行叶面喷施,在小麦成熟时测定其蛋白质、总淀粉、直链淀粉和支链淀粉含量。[结果] 各SA处理均使小麦千粒重有较多提高。花后5 d施用SA的效果高于花后18 d的施用效果,施用浓度均以1.5 mmol/L最佳。SA对直链淀粉的作用大于对蛋白质和支链淀粉的作用。SA提高千粒重的机理是增加了直链与支链淀粉的含量,对蛋白质含量影响不大。[结论] 小麦开花后喷施SA可延缓叶片衰老,有利于提高灌浆速率和光合产物的积累,从而提高了籽粒的充实度和千粒重。

关键词 水杨酸;小麦;千粒重

中图分类号 S512.1 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2008)12-04909-02

Effect of Applying Salicylic Acid on 1 000-seed Weight of Wheat in Late Growth Stage

ZHOU Fangju et al (Xiangfan Academy of Agricultural Sciences in Hubei Province, Xiangfan, Hubei 441057)

Abstract [Objective] The purpose was to study the yield-increasing effect and acting mechanism of salicylic acid (SA) on wheat. [Method] With the variety Lankaozao 8 with big spike and big grain as tested material, during the filling stage of wheat, i.e. on the 5th and 18th day after flowering, the SA at 3 concn. of 1.5, 1.0 and 0.5 mmol/L were sprayed on the leaves of plant resp. The contents of protein, total starch, amylose and amylopectin in wheat were determined when it matured. [Result] All SA treatments enhanced the 1 000-seed weight of wheat more. The effect of applying SA on the 5th day after flowering was higher than that on the 18th day and their optimum applying concn. were 1.5 mmol/L. The effect of SA on amylose was bigger than that on protein and amylopectin. The mechanism of enhancing 1 000-seed weight by SA was increasing the contents of amylose and amylopectin, but SA had little influence on protein. [Conclusion] Spraying SA on wheat after flowering could delay the senescence of leaf and was in favor of enhancing the filling velocity and the accumulation of photosynthate so as to enhance the grain plumpness and 1 000-seed weight.

Key words Salicylic acid; Wheat; 1000-seed weight

小麦的产量由单位面积穗数、穗粒数和千粒重3因素构成。由于品种改良的进步和栽培技术水平的提高,我国小麦单位面积的穗数大多已趋较高峰值,继续增加的空间不大,进一步挖掘小麦产量的潜力将主要依赖于穗粒重。其中,千粒重是当前小麦穗粒结构中最不稳定却又最具潜力的关键因子。因环境胁迫而导致的千粒重不稳定问题在生产上日益凸现,严重制约了小麦的高产稳产。稳定和增加千粒重的途径一般有两种:一是提高灌浆强度,二是延长灌浆时间。但在南方麦区,常出现高温或阴雨天,通过延长灌浆时间来提高淀粉合成效率较难实现,采取调控措施提高灌浆强度的途径则相对简捷易行。

水杨酸(Salicylic acid, SA)是一种能调节许多动植物生长发育过程的小分子酚类物质,许多学者把它作为一种新型激素,进行了大量研究^[1-2]。最早发现,SA在植物体内的功能是在一些被子植物开花过程中的产热性^[3-5]。随后又发现它可作为信号分子,诱导一些病程相关蛋白基因的表达,提高了植物的抗病能力。但近来的研究发现SA在抗环境胁迫(如冷、热、盐、干旱、重金属等)方面也有明显作用^[6-9],且至今未发现SA在调控植物生长发育方面的副作用,加之其价格非常低廉,这都有利于SA在植物中广泛使用^[10-11]。

笔者选用大穗大粒型品种兰考矮早8为受体材料,研究了水杨酸在小麦上的增产效应与作用机理。

1 材料与试验方法

1.1 材料 分别用1.5、1.0和0.5 mmol/L的水杨酸在花后

5和18 d对兰考矮早8进行叶面喷施,以溶液自叶片自然流下为准。以蒸馏水做对照。每个处理小区长2.9 m,宽1.0 m。由于两个喷施时期单位面积穗数已经稳定,且小花发育已较完善,穗粒数也相对稳定,研究旨在了解SA对千粒重的影响。在小麦成熟时,每处理随机取200穗,称量千粒重,并测定蛋白质、总淀粉、直链淀粉和支链淀粉含量。

1.2 测定方法 直链淀粉和支链淀粉含量的测定采用何照范的双波长比色法^[12]。直链淀粉含量测定主波长为620 nm,参比波长为430 nm;支链淀粉含量测定主波长为540 nm,参比波长为720 nm;总淀粉含量由直链淀粉加支链淀粉含量求得;淀粉支/直比由支链淀粉含量/直链淀粉含量求得。

蛋白质含量的测定采用半微量凯氏定氮法。

表1 花后5和18 d不同浓度的SA对大粒型品种兰考矮早8千粒重的影响

Table 1 Effects of different SA concentration on 1 000 grain weight of large grain variety Lankao Aizao 8

施用时期	施用浓度 mmol/L	千粒重 g	增幅 %
Application time	Concentration	1 000 grain weight	Increase range
花后5 d 5 days after anthesis	0.5	41.1	0.49
	1.0	41.7	1.96
	1.5	42.1	2.93
	对照	40.9	-
花后18 d 18 days after anthesis	0.5	40.21	-1.23
	1.0	39.75	-2.36
	1.5	41.47	1.87
	对照	40.71	-

2 结果与分析

2.1 水杨酸对小麦籽粒千粒重的影响 由表1可见,不同浓度的水杨酸在花后不同时期施用效果有所差异。花后5 d,0.5、1.0和1.5 mmol/L的SA均能提高千粒重,以1.5 mmol/L的效果最佳,比对照提高1.2 g,增幅2.93%;而花后

基金项目 湖北省农业科技创新中心小麦专项(2007-620-42042647-0-01);湖北省“十一五”重大科技攻关小麦育种专项(2006A-A201A04)。

作者简介 周芳菊(1977-),女,湖南江永人,硕士,农艺师,从事小麦遗传育种与优质高产栽培技术研究。* 通讯作者。

收稿日期 2008-02-25

18 d, 仅有 1.5 mmol/L 的 SA 有提高千粒重作用, 比对照提高 0.76 g, 增幅 1.87%。其他两个处理的千粒重均有所下降。在 3 个浓度处理中, 以 1.5 mmol/L 在两个施用时期上增粒重效果最佳, 尤以花后 5 d 的 1.5 mmol/L 为最佳, 增幅达 2.93%。按此增幅及产量 7 500 kg/hm² 计算, 水杨酸在大粒型品种兰考矮早 8 上, 可提高产量高达 219.75 kg/hm²。而花后 18 d 施用, 低浓度(0.5 和 1.0 mmol/L) 的 SA 甚至使粒重稍有降低。

表2 花后5 d 不同浓度的SA 对兰考矮早8 品种的淀粉与蛋白质含量的影响

%

Table 2 Effects of different SA concentration on the content of starch and protein in Lankao Aizao 8 5 days after anthesis

处理	蛋白质含量	增幅	总淀粉含量	增幅	直链淀粉	增幅	支链淀粉	增幅
Treat ment	Protein	Increase range	Gross starch	Increase range	Amylose	Increase range	Amylopectin	Increase range
0.5 mmol/L	15.80	- 1.6	61.11	- 2.9	15.83	5.1	45.28	- 5.5
1.0 mmol/L	16.20	0.9	60.40	- 4.1	16.33	8.4	44.07	- 8.0
1.5 mmol/L	15.72	- 2.1	65.30	3.7	17.63	17.1	47.67	- 0.5
对照CK	16.06	-	62.96	-	15.06	-	47.90	-

表3 花后18 d 不同浓度的SA 对兰考矮早8 品种的淀粉与蛋白质含量的影响

%

Table 3 Effects of different SA concentration on the content of starch and protein in Lankao Aizao 8 18 days after anthesis

处理	蛋白质含量	增幅	总淀粉含量	增幅	直链淀粉	增幅	支链淀粉	增幅
Treat ment	Protein	Increase range	Gross starch	Increase range	Amylose	Increase range	Amylopectin	Increase range
0.5 mmol/L	15.92	2.3	59.97	- 1.3	15.06	3.9	44.91	- 2.9
1.0 mmol/L	15.50	- 0.4	59.46	- 2.1	14.59	0.7	44.87	- 3.0
1.5 mmol/L	15.63	0.4	64.60	6.4	17.04	17.6	47.56	2.8
对照CK	15.56	-	60.74	-	14.49	-	46.25	-

3 结论与讨论

(1) 在 SA 对小麦粒重的影响方面, 花后 5 d 的施用增效高于花后 18 d, 即小麦灌浆前期的施用效果优于灌浆中后期。施用浓度均以 1.5 mmol/L 最佳。

(2) 在 SA 对小麦籽粒内容物的影响方面, SA 对直链淀粉的作用大于对蛋白质和支链淀粉的作用。

(3) 试验选用的受体材料兰考矮早 8 为大粒型品种, 从而使试验结果较为显著。但据推测, SA 增加千粒重的机理是相同的, 对中、小粒型品种增加千粒重的作用也应相同或相近。虽然千粒重库容不同, 但单位面积库容是相同或相近的, 因此, 单位面积的产量增幅也应相同或相近。

(4) 以往关于 SA 对千粒重增重的机理研究较少, 但已有研究表明, SA 能提高作物对高温、强光的抵抗能力, 减轻强光和高温对叶片光和机构的伤害程度, 增加干物质的积累量^[13]。因此, 结合该试验结果推测, 小麦开花后喷施水杨酸可延缓叶片衰老, 有利于提高灌浆速率和光合产物的积累, 从而提高籽粒的充实度和千粒重。其具体作用机理有待进一步研究。

参考文献

[1] RASINI R. Role of salicylic acid in plants[J]. *Ann Rev Plant Physiol Mol Biol*, 1992, 43: 439 - 463.

2.2 水杨酸对小麦籽粒淀粉与蛋白质含量的影响 小麦籽粒内容物主要由淀粉与蛋白质组成, 其中淀粉占 65% ~ 75%, 蛋白质占 10% ~ 15%。SA 影响了籽粒的千粒重, 可能改变了淀粉与蛋白质的含量或组成。由表 2 和 3 可见, 3 种浓度的 SA 分别在花后 5 与 18 d 施用后, 均对籽粒蛋白质含量和总淀粉含量增加效果不明显, 进一步分析表明, SA 对直链淀粉影响显著, 均以 1.5 mmol/L 增幅最大, 而对支链淀粉增幅较小, 甚至在花后 5 d 施用, 支链淀粉含量有所降低。

- [2] RASINI R. Salicylate, a new plant hormone[J]. *Plant Physiol*, 1992, 99: 799 - 803.
- [3] RASINI R, EHMANN A, MELANDER W. Salicylic acid: a natural inducer of heat production in *Arum lilies*[J]. *Science*, 1987, 237: 1545.
- [4] RASINI R, EHMANN A, MELANDER WR, et al. Salicylic acid: a natural inducer of heat production in *Arum lilies*[J]. *Science*, 1987, 237: 1601 - 1602.
- [5] LUO FP, JIANGS T, PAN LJ. Harmed somatic embryogenesis by salicylic acid of *Astragalus adsurgens* Pallas relationship with H₂O₂ production and H₂O₂ metabolizing enzyme activities[J]. *Plant Sci*, 2001, 161: 125 - 132.
- [6] HAMADA A M. Effects of exogenously added ascorbic acid, thianin or aspirin on photosynthesis and some related activities of drought - stressed wheat plants [M]. CARAB G. *Photosynthesis: Mechanisms and Effects*. Kordrecht: Kluwer Academic Publisher, 1998: 2581 - 1584.
- [7] JANDA T, SZALAI G, TARI I, et al. Hydroponic treatment with salicylic acid decreases the effects of chilling injury in maize (*Zea mays* L.) plants[J]. *Plant*, 1999, 208: 175 - 180.
- [8] DAT J F, LOPEZ DELGADO H, FOYER C H, et al. Effects of salicylic acid on oxidative stress and thermotolerance in tobacco[J]. *J Plant Physiol*, 2000, 156: 659 - 665.
- [9] AL HAKIMI AMA, HAMADA A M. Counteraction of salinity stress on wheat plants by grain soaking in ascorbic acid, thianin or sodium salicylate[J]. *Bull Plant*, 2001, 44: 253 - 261.
- [10] SENARATNA T, TOUCHELL D, BUNNE, et al. Acetyl salicylic acid (Aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants [J]. *Plant Growth Regul*, 2000, 30: 157 - 161.
- [11] SRIVASTAVA MK, DWIVEDI U N. Delayed ripening of banana fruit by salicylic acid[J]. *Plant Sci*, 2000, 158: 87 - 96.
- [12] 何照范. 粮油籽粒品质及其分析技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 1985: 290 - 294.
- [13] 赵会杰, 薛延丰. 外源水杨酸对光抑制条件下小麦叶片光合作用的影响[J]. *植物生理学通讯*, 2005, 41(5): 613 - 615.