

ABA 浸种对水稻生长发育及产量的效应研究^①

王远敏, 王光明

西南大学 农学与生命科技学院, 重庆 400716

摘要: 以三系稻“汕优 63”和两系稻“二优培九”为试材, 用不同浓度植物激素脱落酸(0 mol/L, 5×10^{-7} mol/L, 2.5×10^{-6} mol/L, 1.25×10^{-5} mol/L, 6.25×10^{-5} mol/L, 3.125×10^{-4} mol/L)浸种, 研究了 ABA 对水稻生长发育及产量的影响. 结果表明: ABA 浸种后, 水稻秧苗素质和产量均优于对照, 其中以 6.25×10^{-5} mol/L 浸种效果好, α -淀粉酶活性、发芽率、游离氨基酸含量、可溶性糖含量、叶绿素含量以及有效分蘖数均与其它处理差异显著. ABA 溶液浸种处理后, “汕优 63”、“二优培九”的平均产量分别比 CK 增产 7.6%、12.5%, 处理浓度为 6.25×10^{-5} mol/L 的产量最高, 分别比对照提高了 12.4% 和 20.8%.

关键词: 植物激素脱落酸; 浸种; 生长发育; 产量

中图分类号: S511

文献标识码: A

植物激素脱落酸(abscisic acid, ABA)作为一种信号传导物质, 在植物生长发育及逆境适应过程中具有重要生理功能^[1]. ABA 在调节水稻生长发育及促进籽粒灌浆等方面目前已有一些报道^[2-5]. 但作为外源激素, 在具体研究应用上, 多以 ABA 喷施水稻叶面, ABA 溶液浸种处理后研究其对水稻生长发育调控的报道极少. 本试验采用不同浓度 ABA 浸种处理 2 种类型的水稻“汕优 63”和“二优培九”, 旨在研究 ABA 浸种对水稻的增产效应, 探讨 ABA 提高水稻产量的最适浓度, 为水稻生产提供理论依据.

1 材料与方 法

1.1 供试材料

“汕优 63”是三系亚种间杂交籼稻, “二优培九”俗称“超级稻”, 为两系亚种间杂交籼稻.

1.2 试验方法

试验于 2005 年在重庆北碚西南农业大学实验农场进行. 两品种水稻种子先用清水浸种 1 d, 然后在 ABA 溶液中浸种 2 d. 处理浓度设 0 mol/L, 5×10^{-7} mol/L, 2.5×10^{-6} mol/L, 1.25×10^{-5} mol/L, 6.25×10^{-5} mol/L, 3.125×10^{-4} mol/L 6 个处理, 依次以 CK, A₁, A₂, A₃, A₄, A₅ 表示. 各处理在田间栽培重复 3 次, 小区随机排列, 小区面积 5.67 m². 试验田肥力中等.

在催芽 48 h 后取样测定种子 α -淀粉酶活性. 播种 30 d 后测定可溶性糖含量、游离氨基酸含量、叶绿素含量等. α -淀粉酶活性测定采用 3, 5-二硝基水杨酸法, 可溶性糖测定采用蒽酮比色法, 游离氨基酸测定采用茚三酮溶液显色法, 叶绿素测定采用丙酮浸泡法^[6]. 收获前各小区均匀取样 9 穴植株, 按常规方法考察穗长、一次枝梗、二次枝梗、全穗粒数、结实率、千粒重等性状, 取加权平均值.

① 收稿日期: 2006-10-31

作者简介: 王远敏(1979-), 女, 河南南阳人, 硕士研究生, 主要从事作物生理生化调控研究.

2 结果与分析

2.1 ABA 浸种处理对水稻种子萌发的影响

ABA 溶液浸种后,各处理的 α -淀粉酶活性均低于 CK(表 1).随着处理浓度的增加, α -淀粉酶活性依次降低,表明 ABA 对 α -淀粉酶活性有抑制作用.

ABA 浸种对两品种的种子发芽率都产生负效应,即随处理浓度的增加,种子发芽率逐渐降低.统计分析表明,“汕优 63”和“二优培九”的 α -淀粉酶活性和发芽率之间均呈极显著的正相关,相关系数分别为 0.983** 和 0.930**. ABA 浸种降低了稻种的发芽率,其原因可能是 ABA 通过抑制 α -淀粉酶活性来降低种子发芽率,但整体上对发芽率的影响不显著.

表 1 ABA 浸种对 α -淀粉酶活性及发芽率的影响

Table 1 Effects of Soaking Seed with ABA on the Activity of α -Starch Enzyme and the Rates of Seed Germination

品 种	处 理 /mol · L ⁻¹	α -淀粉酶活性 /mg · (g · min) ⁻¹	发芽率 /%	显著水平	
				0.05	0.01
汕优 63	CK	5.25	96.22	a	A
	A ₁	2.77	94.75	a	A
	A ₂	1.43	94.44	a	A
	A ₃	1.06	94.32	a	A
	A ₄	1.04	94.28	a	A
	A ₅	0.82	94.26	a	A
	平均	1.42	94.41		
二优培九	CK	4.24	92.87	a	A
	A ₁	2.44	90.77	a	A
	A ₂	1.53	90.65	a	A
	A ₃	1.05	90.56	a	A
	A ₄	1.02	90.47	a	A
	A ₅	0.38	90.37	a	A
	平均	1.28	90.56		

2.2 ABA 浸种处理对水稻秧苗素质的影响

两水稻品种秧苗的游离氨基酸含量均低于 CK,且随 ABA 浓度的增高而递减.“汕优 63”秧苗游离氨基酸平均含量比 CK 降低 33.2%，“二优培九”较 CK 降低了 14.5%(表 2).

两品种的可溶性糖含量随 ABA 处理浓度的增加而增加,“汕优 63”秧苗的可溶性糖含量平均比 CK 增加了 44.0%，“二优培九”秧苗的可溶性糖含量平均比 CK 增加 58.7%,其中以 A₅ 处理与 CK 差异最明显,两品种可溶性糖含量分别增加了 62.9%和 90.0%.

秧苗叶绿素含量也随 ABA 处理浓度的提高而增加.“汕优 63”秧苗叶绿素平均含量比 CK 增加 70.8%，“二优培九”秧苗叶绿素的平均含量比 CK 增加 32.4%. 其中以 A₅ 处理与 CK 差异最明显,“汕优 63”、“二优培九”的叶绿素含量分别增加 114.8%和 45.0%.

以上结果表明,不同水稻品种采用不同浓度 ABA 浸种处理,其游离氨基酸含量、可溶性糖含量、叶绿素的含量也各不相同,增加或递减的幅度也各不相同,这可能由于不同水稻品种对 ABA 处理的敏感程度不同引起的.

表 2 ABA 浸种对游离氨基酸含量、可溶性糖含量、叶绿素含量的影响

Table 2 Effects of Soaking Seed with ABA on the Content of Dissociative Amino acid, Soluble Sugar and Chlorophyll

品 种	处理/mol · L ⁻¹	游离氨基酸/μg · g ⁻¹	可溶性糖/μg · g ⁻¹	叶绿素/μg · g ⁻¹
汕优 63	CK	17.58	0.003 5	1.09
	A ₁	14.86	0.004 0	1.32
	A ₂	12.84	0.004 7	1.60
	A ₃	12.11	0.005 3	1.99
	A ₄	11.00	0.005 5	2.07
	A ₅	7.94	0.005 7	2.33
	平均	11.75	0.005 0	1.86
二优培九	CK	10.88	0.003 0	1.31
	A ₁	10.58	0.003 6	1.50
	A ₂	9.97	0.004 0	1.63
	A ₃	9.62	0.005 2	1.78
	A ₄	9.24	0.005 3	1.86
	A ₅	7.10	0.005 7	1.90
	平均	9.30	0.004 8	1.73

2.3 ABA 浸种处理对水稻分蘖的影响

从表 3 可知, ABA 浸泡水稻种子, 较高、较低的浓度对水稻分蘖均有较为明显的影响. 2005 年 7 月调查, “汕优 63”、“二优培九”的分蘖数平均较 CK 增加了 21.1% 和 15.9%; 同年 5 月 14 日, 两品种的平均分蘖数比 CK 分别增加了 13.8% 和 10.0%; 5 月 22 日, 平均分蘖数分别增加了 10.0% 和 9.0%; 5 月 29 日平均分蘖数分别增加了 11.4% 和 7.3%; 6 月 5 日, 平均分蘖数分别增加了 2.8% 和 5.9%; 6 月 14 日, 平均分蘖数分别增加了 1.6% 和 2.9%; 7 月 10 日, 平均分蘖数分别增加了 4.9% 和 6.6%; 收获之日, 平均分蘖有效穗数分别增加了 10.6% 和 6.2%.

以上结果表明, ABA 溶液浸种稻种后能促进水稻分蘖的早发快发, 越是分蘖前期促进作用越大, 随着生育的进程, ABA 对分蘖的促进效果逐渐减弱, 最高分蘖期前后促进效果最小. 随着 ABA 处理浓度的增加, 水稻分蘖数也呈增加的趋势, A₄ 处理后效果逐渐减弱. 由于 ABA 增加了水稻的分蘖数, 因而处理后水稻最终的有效分蘖数增加明显.

2.4 ABA 浸种处理对水稻产量性状的影响

从表 4 中可以看出, 不同浓度 ABA 溶液浸种处理, 对水稻产量相关性状及产量具有不同程度的影响. 穗长、一次枝梗数量、二次枝梗数量、穗粒数、结实率和千粒重差异不明显. 但实际产量随着 ABA 处理浓度的增加, 两个水稻品种的产量均依次增加, 到 A₄ 处理后, 产量下降. “汕优 63” A₁-A₅ 处理的产量分别比对照增产 1.0%, 6.1%, 8.6%, 12.4%, 10.0%、平均增产 7.6%; “二优培九” A₁-A₅ 处理的产量分别比对照增产 3.1%, 9.9%, 15.0%, 20.8%, 13.6%、平均增产 12.5%. 水稻产量的增加, 其主要原因是处理后水稻有效穗的增加, 这与前面有效穗的增加趋势是一致的. 经方差分析表明, ABA 处理后, 两个水稻品种的平均增产均达极显著, 而处理间除 A₁ 处理与其他处理达显著差异外, 其余处理间产量差异不显著.

表 3 ABA 浸种对水稻分蘖的影响

Table 3 Effects of Soaking Seed with ABA on the Process of Tiller

品 种	时 间	CK	处 理/mol · L ⁻¹					平 均	处理比 CK 增长%
			A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅		
汕优 63	07/05 月	4.50	5.38	5.37	5.48	5.51	5.52	5.45	21.1
	14/05 月	4.80	5.56	5.67	5.60	4.74	5.72	5.46	13.8
	22/05 月	7.20	7.60	7.77	7.78	7.82	8.62	7.92	10.0
	29/05 月	9.30	10.52	10.51	10.13	10.57	10.27	10.36	11.4
	05/06 月	12.50	13.09	12.72	12.81	12.97	12.64	12.85	2.8
	14/06 月	13.52	13.58	3.95	14.03	13.56	13.55	13.73	1.6
	10/07 月	10.02	10.54	10.33	10.51	10.51	10.48	10.51	4.9
	收获之日	9.39	10.19	10.16	10.81	10.59	10.19	10.39	10.6
二优培九	07/05 月	3.83	4.14	4.19	4.38	4.69	4.81	4.44	15.9
	14/05 月	4.19	4.23	4.38	4.49	4.51	4.76	4.47	10.0
	22/05 月	5.87	5.87	6.18	6.58	6.66	6.71	6.40	9.0
	29/05 月	7.59	7.52	7.95	8.75	8.33	8.14	8.14	7.3
	05/06 月	11.08	11.41	11.51	11.65	12.03	12.04	11.73	5.9
	14/06 月	13.41	3.47	13.74	13.59	14.43	13.47	13.74	2.5
	10/07 月	9.10	9.49	9.89	9.74	9.75	9.65	9.70	6.6
	收获之日	8.3	8.49	8.30	8.79	9.29	9.20	8.81	6.2

表 4 ABA 浸种对水稻产量性状的影响

Table 4 Effects of Soaking Seed with ABA on Yield-Related Factors

品 种	处 理/ mol · L ⁻¹	穗 长	一次 枝梗数	二次 枝梗数	穗粒数	结实率 /%	千粒重 /g	实际产量/ kg · (667 m ²) ⁻¹
汕优 63	CK	25.82	10.57	20.26	164.85	76.69	27.14	483.27
	A ₁	25.71	10.36	21.03	164.95	76.22	27.11	488.06
	A ₂	25.49	10.28	19.02	166.41	77.81	27.14	512.84
	A ₃	25.75	10.47	22.23	168.69	77.23	27.22	525.02
	A ₄	26.26	10.57	21.21	178.99	77.18	27.31	543.32
	A ₅	26.25	10.45	20.03	172.83	76.73	27.25	531.71
	平均	25.89	10.43	20.70	168.37	77.03	27.25	520.19
	二优培九	CK	23.88	11.11	16.66	204.27	74.26	24.71
A ₁		24.48	12.07	21.07	216.44	84.97	24.52	481.43
A ₂		24.01	11.53	17.53	228.11	89.00	24.83	512.89
A ₃		24.55	11.67	18.07	225.24	87.91	24.78	536.94
A ₄		24.17	11.34	21.71	227.95	85.29	24.74	563.76
A ₅		24.26	11.02	22.54	213.22	85.12	24.92	530.25
平均		24.29	11.53	20.18	222.19	86.46	24.76	525.50

3 小结与讨论

ABA抑制胚的萌发作用与其浓度紧密相关,其通过抑制 α -淀粉酶活性而降低了水稻种子发芽率.林鹿等^[7]通过外源ABA对不同发育阶段花生胚离体发育的影响的研究,发现 10^{-4} mol/L的外源ABA完全抑制离体胚的早萌,维持胚性状态,并且对贮藏蛋白合成有明显促进作用.在本试验中,ABA溶液浸种处理在一定浓度范围内,即小于 6.25×10^{-5} mol/L处理下,胚乳中 α -淀粉酶活性随着处理浓度的增加,依次降低,种子的发芽率也依次减小.这可能是ABA通过抑制水稻种子中 α -淀粉酶活性进而降低其发芽率.雍太文等^[8]研究表明,杂交水稻种子萌发时外源ABA处理不仅能影响自身的ABA含量,还影响了种子内激素水平,从而达到对种子萌发的调节,不仅内源ABA抑制了 α -淀粉酶的合成,内源ipA也对 α -淀粉酶的合成起了抑制作用,它们共同使 α -淀粉酶活性降低或升高,从而达到对种子萌发的抑制与促进效果.

本试验研究结果表明,秧苗游离氨基酸含量随ABA处理浓度的增加而降低;可溶性糖含量随ABA处理浓度的增加而增加;叶绿素含量随ABA浓度的增加而增加.水稻在幼苗期主要以N代谢为主,吸收或转化而来的有机N化合物普遍作为植株的组成部分被贮藏起来,以保证秧苗的生长;另有小部分作为生理活性物质,参与秧苗的各种生理过程.从一定意义上说,秧苗的游离氨基酸含量间接反映了秧苗的生长势的大小.本试验中,测定秧苗已经具备自主的根系吸收和叶片光合功能,可溶性糖含量可反应秧苗的抗性,进而在一定程度上能够反映出秧苗生长活力的大小.ABA浸种处理后,秧苗的可溶性糖含量随ABA浓度的增加而增加,表明ABA增加了秧苗的抗性,促进了秧苗的生长,秧苗的根系吸收能力和叶片的光合能力有所增强.叶绿素含量增加,叶片的光合作用相应增加,能为植株生长提供更多的同化物质,秧苗的生长将更健壮.由此可见,ABA溶液浸种处理有利于秧苗体内物质的合成和转化,促进秧苗的健壮生长.但是水稻品种不同,秧苗游离氨基酸含量、可溶性糖含量以及叶绿素含量增加或递减的幅度也各不相同,这可能由不同水稻品种对ABA处理的敏感性不同引起的.其中在 6.25×10^{-5} mol/L处理下,两品种的自由氨基酸含量、可溶性糖含量、叶绿素的含量均有较大幅度的变化.

有效分蘖的多少是获得高产的重要指标.早期低位分蘖一般可成为有效分蘖,其多寡决定着水稻产量.ABA浸种处理对早期分蘖具有明显的促进作用.并且影响了水稻的整个分蘖过程,大多数浓度处理下水稻的最终分蘖数增加,其中在 6.25×10^{-5} mol/L处理下,两品种的分蘖数在各个时期均优于其它处理.

枝梗数与水稻穗颈维管束数密切相关^[9],而每一个枝梗都与一个维管束相通,穗大、维管束数多、横截面积大是库大、流畅的解剖学基础,这将有利于灌浆物质的运输和籽粒的发育充实^[11].颖花数的多少与枝梗数密切相关,马均等^[10]研究表明,籼梗亚种间 F_2 每穗粒数主要由二次枝梗数决定,穗颈大、小维管束数和一次枝梗数通过二次枝梗数影响每穗粒数.本试验研究表明,ABA浸种处理对汕优63的一二次枝梗数没有作用或作用极小,而二优培九的一二次枝梗数均出现明显的增加.这可能也是引起二优培九的穗粒数增幅明显大于汕优63的原因.普遍浓度处理水稻的结实率增加,籽粒的千粒重增加不明显,该结果与过去千粒重遗传力高、受环境影响较小的研究结果一致^[12].ABA浸种处理,产量随处理浓度的增加而增加,浓度为 6.25×10^{-5} mol/L,两品种的增产幅度最高,分别比对照增产12.4%和20.8%,之后随处理浓度的增高,水稻产量下降.

参考文献:

- [1] 王忠. 植物生理学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002: 285 - 290.
- [2] Black M. In Davies WJ, Jones HG (eds). Abscisic acid physiology and biochemistry[M]. Oxford, BIOS Scientific Publishers, 1991: 99 - 124.
- [3] 宋松泉, 段咏新, 傅家瑞. ABA对种子发育的调节[J]. 种子, 1997, 91(5): 36 - 42.
- [4] 柏新付, 蔡永萍, 聂凡. 脱落酸与稻麦籽粒灌浆的关系[J]. 植物生理学通讯, 1989, (3): 40 - 41.
- [5] 王丰. ABA对水稻灌浆关系的研究进展[J]. 种子, 2003, (5): 51 - 53.

- [6] 白宝璋, 汤学军. 植物生理学测试技术[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1993: 11—53.
- [7] 林 鹿, 傅家瑞. ABA 对花生胚离体发育的调节[J]. 中国油料, 1996, 18(1): 4—6.
- [8] 雍太文, 杨文钰. 外源 ABA 对杂交水稻种子萌发的生理效应[J]. 种子, 2002, 125(5): 26—30.
- [9] 章志宏, 胡中立. 水稻穗颈维管束和穗部性状的遗传分析[J]. 作物学报, 2002, 28(1): 86—89.
- [10] 马 均, 周开达. 亚种间重穗型杂交稻穗颈维管束和穗部性状的关系[J]. 西南农业学报, 2001, 14(3): 1—5.
- [11] 王光明, 曾雪嘉, 徐海波. 水稻灌浆初期籽粒生理活性对结实率的影响[J]. 西南农业大学学报(自然科学版), 2004, 26(4): 393—396.
- [12] 蒋开锋, 郑家奎, 赵甘霖, 等. 杂交水稻产量性状稳定性及其相关性研究[J]. 中国水稻科学, 2001, 15(1): 67—69.

Effects of Seed Treatment With ABA on the Growth and Development of Paddy Rice

WANG Yuan-min, WANG Guang-ming

School of Agronomy and Biotechnology, Southwest University, Chongqing 400716, China

Abstract: The seeds of the three-line rice hybrid Shanyou 63 and of the two-line rice hybrid Liangyoupeijiu were pre-treated with ABA at 0 (water, control), 5×10^{-7} , 2.5×10^{-6} , 1.25×10^{-5} , 6.25×10^{-5} and 3.125×10^{-4} mol/L before sowing. All the ABA treatments gave better results in the respects of seedling growth and grain yield than the control. In the treatment of 6.25×10^{-5} mol/L, α -amylase activity of the endosperm, germination rate of the seeds, the contents of free amino acids, soluble sugars and chlorophyll, and seed-setting tiller number were significantly higher than in the other treatments. The average grain yield of ABA treatments was 7.6% and 12.5% greater than the control for Shanyou 63 and Liangyoupeijiu, respectively. Compared with the control, the treatment of 6.25×10^{-5} mol/L resulted in 12.4% and 20.8% yield improvement in Shanyou 63 and Liangyoupeijiu, respectively.

Key words: abscisic acid; seed soaking; growth and development; yield

责任编辑 夏 娟