

水稻种衣剂对秧苗生长、酶活性及内源激素的影响

熊远福¹, 邹应斌², 文祝友³, 江巨鳌¹, 熊海蓉¹, 唐启源²

(¹湖南农业大学分析测试中心; ²湖南农业大学农学院; ³湖南农业大学动物科技学院, 长沙 410128)

摘要: 通过湿润育秧试验, 研究了浸种型水稻种衣剂对秧苗生长、苗体酶活性及内源激素的影响。结果表明, 浸种型水稻种衣剂具有促进种子萌发与秧苗生长、增强秧苗抗逆性、提高秧苗综合素质与成秧率等作用, 但作用程度在杂交品种和常规品种间存在一定差异。与对照相比, 包衣处理苗体过氧化物酶(POX)、过氧化氢酶(CAT)和超氧化物歧化酶(SOD)活性分别提高17.0%~26.3%、7.0%~10.1%和1.1%~1.7%; 内源激素吲哚乙酸(IAA)、赤霉素(GA₃)含量分别提高19.2%~25.9%和32.2%~50.0%; 而脱落酸(ABA)含量降低5.6%~15.0%; 叶绿素含量和成秧率分别提高18.7%~38.5%和8.5%~10.3%。

关键词: 水稻; 种衣剂; 酶; 内源激素; 湿润育秧

Effects of Rice Seed-coating Agent on Seedling Growth, Enzyme Activities and Internal Hormones of Rice

XIONG Yuan-fu¹, ZOU Ying-bin², WEN Zhu-you³, JIANG Ju-ao¹, XIONG Hai-rong¹, TANG Qi-yuan²

(¹Center of Analysis and Testing, Hunan Agricultural University; ²College of Agriculture, Hunan Agricultural University, Changsha 410128; ³College of Animal Science and Technology, Hunan Agricultural University, Changsha 410128)

Abstract: Effects of soaking-suitable rice seed-coating agent on seedling growth, some enzyme activities and internal hormones were studied by means of experiment of water-raised seedling with coated seeds of hybrid and conventional rices. Results showed that this seed-coating agent not only could promote seed germination and seedling growth, increase seedling resistance to adverse environments, but also could enhance seedling qualities and adult seedling rate. These effects, however, are different on hybrid and conventional varieties. The activities of peroxidase (POX), catalase (CAT) and superoxide dismutase (SOD) in seedlings increased by 17.0% - 26.3%, 7.0% - 10.1% and 1.1% - 1.7% compared with uncoated controls, respectively. The contents of 3-indoleacetic acid (IAA) and gibberellin (GA₃) increased by 19.2% - 25.9% and 32.2% - 50.0%, respectively. The content of abscisic acid (ABA) decreased by 5.6% - 15.0%. The chlorophyll contents of seedlings increased by 18.7% - 38.5%, and adult seedling rates increased by 8.5% - 10.3%.

Key words: Rice; Seed-coating agent; Enzyme; Internal hormone; Water-raised seedling

种子包衣是作物物化栽培技术的重要组成部分之一^[1], 是实现种子质量标准化、加工机械化、播种精量化、栽培管理轻型化以及农业生产增收节支的有效途径^[2]。我国已将农作物种衣剂的研制、推广列为“九五”、“十五”实施种子工程的重大项目, 2001年国家计委与科技部已将种子包衣处理示范工程列入当前优先发展的高技术产业化重点领域。国内外小麦、大豆、玉米等旱作物种衣剂的研究起步较早, 目前技术较成熟, 在生产中已大面积推广应用, 且防病治虫、增强

秧苗素质、提高成苗率及产量等效果明显^[2,3]。然而水稻种衣剂, 特别是浸种型和水下直播种衣剂, 除了日本、美国于20世纪80年代中后期大面积推广应用^[4,5]外, 其它国家仍处于研制或试推广阶段。其主要原因在于水稻不同于旱作物的浸种、育苗及大田栽培方式, 及其种衣剂对成膜材料与成膜复配技术的要求远远高于旱作物种衣剂。针对目前国内试用的种衣剂处理种子后, 浸种时衣膜易溶于水、活性成分损失大、持效期短、防病治虫及提高秧苗素质等效果不明显^[2, 6]或

收稿日期: 2003-10-09

基金项目: 国家“十五”科技攻关重大专项资助项目(2001BA507A-01), 国家农业科技成果转化基金资助项目(02EPN214300453)和湖南省教育厅优秀青年基金资助项目(02B008)

作者简介: 熊远福(1963-), 男, 湖南常德人, 教授, 博士, 主要从事作物化控栽培技术与产品研究。Tel:0731-4635293; E-mail: yuanfuxiong@sina.com

者因衣膜透水透气性差,种子发芽、出苗慢,出苗率及成秧率低^[7]等突出问题,笔者于1998年起运用新型复合成膜材料与缓释技术研究浸种型水稻种衣剂,1999年~2002年在水稻大田生产上连续3年示范获得成功,种衣剂年生产量达400 t以上,2001年通过省级鉴定,并已申请国家发明专利(CN1282513A)。

目前,国内外就有关种衣剂对水稻苗期抗虫、抗病、秧苗素质及大田产量等方面的影响研究已有一些报道^[5, 7, 8],但有关水稻种衣剂对秧苗生理生化方面的影响报道极少。本文就杂交和常规早稻种子包衣后,在湿润育秧条件下,浸种型水稻种衣剂对秧苗生长、苗体某些酶活性和内源激素的影响进行探讨,以期对水稻种衣剂的研究、推广与应用提供理论参考。

1 材料与方 法

1.1 供试品种及处理

供试水稻品种为杂交早稻金优402组合和常规早稻品种湘早粳28,由湖南农业大学水稻研究所提供。

供试种衣剂为自研浸种型水稻种衣剂(早稻型),以杀虫剂吡虫啉、杀菌剂咪鲜胺、生长调节剂(IAA、NAA、DCPTA等5种)、微量元素(Zn、Cu、Mo、Mg等7种)为活性成分,3种高分子成膜材料为复合成膜剂,与5种配套助剂及色料配制而成,农药总含量3.0%,药种质量比1:100。

水稻种子按上述药种比用2 t·h⁻¹的雾化式包衣机进行包衣(T);对照不包衣(CK)。

1.2 育秧方法

准确称取等量包衣种子和未包衣种子,室温下换水浸种48 h,30℃催芽,3月26~28日播种于湖南农业大学试验场,秧田设4个处理,3次重复,每处理面积2.8 m²,随机区组排列。预选4个点标记供调查用,按常规法管理。

1.3 性状观测

于3叶期调查成秧率,按张宪政等^[9]所述方法测定秧苗根系表面积、活跃吸收表面积、根系活力、秧苗游离脯氨酸、叶绿素等形态和生理指标。

1.4 酶活性测定

秧苗于3叶期采样,按张宪政等^[9]所述愈创木酚法和高锰酸钾滴定法分别测定过氧化物酶(POX)和过氧化氢酶(CAT)活性;按何钟佩^[10]所述硝基四唑蓝(NBT)法测定超氧化物歧化酶(SOD)活性。

1.5 内源激素测定

秧苗于3叶期采样后,迅速清洗、液氮速冻,-60℃下冻干后按张政^[11]所述方法用高效液相色谱测定苗体内源激素吲哚乙酸(IAA)、赤霉素(GA₃)和脱落酸(ABA)含量。

上述试验连续进行2年(2001~2002年),所得结果为2年的平均值。

2 结果与分析

2.1 种衣剂对成秧率的影响

无论是杂交稻品种还是常规稻品种,包衣处理后成秧率均明显高于对照,增加幅度达8.5%~10.3%,并随品种不同而变化(表1)。表明种衣剂能明显提高成秧率,提高幅度与品种特性有关。从表1还可看出,包衣处理与对照的出苗率差异小于其成秧率的差异,说明种衣剂主要是通过促进种子萌发和小苗成秧、减少脚秧率来提高成秧率的。

2.2 种衣剂对秧苗素质的影响

与对照相比,用种衣剂包衣处理后苗高略有增加,白根数及总根数明显增多,地上部干重明显增加,茎基加宽。其中金优402组合包衣处理后秧苗白根数、茎基宽和干重分别增加35.6%、12.0%和11.0%;湘早粳28号包衣处理后秧苗白根数、茎基宽及干重分别增加37.8%、3.6%和7.0%(表2)。表明种衣剂具有促进秧苗根系及地上部生长、培育壮苗的作用,且在杂交品种上表现更明显。

2.3 种衣剂对秧苗常规生理指标的影响

稻种包衣处理后秧苗根系活跃吸收表面积明显高于对照,其中杂交稻品种根系活跃吸收面积提高17.9%,常规稻品种提高22.9%;包衣处理后杂交稻品种的根系活力明显高于对照,而常规稻品种的根系活

表1 种衣剂对成秧率的影响¹⁾

Table 1 Effects of seed coating agent on seedling rates

品种 Variety	处理 Treatment	哑谷率 No-germination rate(%)	出苗率 Emergence rate(%)	脚秧(弱苗)率 Weak seedling rate(%)	成秧率 Seedling rate(%)
金优402	对照 CK	23.5	76.5	13.1	63.4
Jinyou 402	包衣 T	19.5**	80.5*	11.2**	69.3**
湘早粳28	对照 CK	10.0	0.0	18.2	71.8
Xiangzaoxian28	包衣 T	8.7*	91.3*	12.1*	79.2**

¹⁾ *和**分别表示*t*测验0.05和0.01水平显著。下同

* and ** stand for significant at the 0.05 and 0.01 levels, respectively. The same as below

表 2 种衣剂对秧苗素质的影响

Table 2 Effects of seed coating agent on seedling qualities

品种 Variety	处理 Treatment	苗高 Seedling height (cm)	叶挺长 Leaf length (cm)	叶龄 Leaf age (leaves)	单株总根 Total roots per plant	单株白根 White roots per plant	根干重 Root dry weight (g/100-plant)	茎基宽 Cauline basilar width (cm/10-plant)	干重 Dry weight (g/100-plant)
金优 402	对照 CK	18.3	6.1	3.9	12.8	4.5	0.789	2.41	2.896
Jinyou 402	包衣 T	18.7	6.5 [*]	4.2	16.8 ^{**}	6.1 ^{**}	1.006 ^{**}	2.70 ^{**}	3.214 [*]
湘早籼 28	对照 CK	17.1	6.2	4.1	11.4	3.7	0.811	2.24	2.936
Xiangzaoxian 28	包衣 T	17.8 [*]	6.3	4.1	14.0 [*]	5.1 ^{**}	0.968 [*]	2.32 [*]	3.142 [*]

力与对照无明显差异；包衣处理后秧苗地上部钾素含量均高于对照，但氮素、磷素含量与对照相比差异不明显；包衣处理的可溶性糖、游离脯氨酸含量均明显高于对照，其中游离脯氨酸含量提高幅度达 61.1%~90.9%，差异达极显著水平；包衣处理后苗体叶绿素含量提高 18.7%~38.5%，其中杂交稻品种提高 38.5%，常规稻品种提高 18.7%（表 3）。表明种衣剂能增强根系活力和对养分的吸收，促进苗体叶绿素的合成，增强秧苗可溶性糖、游离脯氨酸等抗逆性成分^[10]的含量。

2.4 种衣剂对苗体内酶活性的影响

无论是杂交稻还是常规稻，用种衣剂包衣处理后，苗体内过氧化物酶（POX）、过氧化氢酶（CAT）活性均明显高于对照，而超氧化物歧化酶（SOD）活性与对照相比差异不明显（表 4）。其中，金优 402 包衣处理后苗体 POX、CAT 和 SOD 活性分别提高了 17.0%、7.0% 和 1.1%；湘早籼 28 号分别提高了 26.3%、10.1% 和 1.17%。而 CAT 能消除植株细胞内过多的 H₂O₂，使其保持在一个较低的水平、保护膜细胞的结构；POX 能加快体内 H₂O₂ 的分解、保护膜结构免受 H₂O₂ 的伤

害；SOD 能防护氧自由基对细胞膜系统的伤害。水稻种衣剂能提高秧苗抗逆性酶 POX 和 CAT 的活性，在逆境胁迫和衰老过程中清除植株体内过量的活性氧，维护活性氧的代谢平衡、保护膜结构，从而使秧苗抗逆性、抗衰老能力增强。

2.5 种衣剂对苗体内源激素的影响

苗体内内源激素吲哚乙酸（IAA）能促进植物根系生长，维持顶端优势，促进细胞分裂；赤霉素（GA₃）能促进发芽，刺激生长；而抑制型内源激素脱落酸（ABA）则促进休眠，抑制萌发与生长，促进植物器官的衰老及脱落^[9, 12]。从表 5 可知，杂交品种和常规品种用种衣剂处理后，苗体内 IAA、GA₃ 含量均高于对照；而 ABA 含量均低于对照。其中对金优 402 组合而言，IAA 和 GA₃ 含量分别提高 25.9% 和 50.0%，ABA 降低 15.0%；对湘早籼 28 号而言，IAA、GA₃ 含量分别提高 19.2% 和 32.2%，ABA 降低 5.6%。可见，水稻种衣剂具有通过提高苗体生长类激素 IAA、赤霉素类激素 GA₃ 和降低抑制型激素 ABA 的含量来促进秧苗根系生长和地上部发育、防止叶片等器官衰老的作用，这种促进作用在不同水稻品种间存在一定差异。

表 3 种衣剂对秧苗常规生理指标的影响

Table 3 Effects of seed coating agent on physiological ingredients of seedlings

品种 Variety	处理 Treatment	根系活力 Root vigour (i g · g ⁻¹ FW · h)	根系表面积 Root areas (m ² /100-plant)		地上部 Above ground part (%, DW)			可溶性糖 Soluble sugar (%, DW)	游离脯氨酸 Free proline (i g · g ⁻¹ DW)	叶绿素 Chlorophyll (mg · g ⁻¹ FW)
			总的 Total	活跃的 Active	氮 N	磷 P	钾 K			
金优 402	对照 CK	369.5	7.75	2.90	5.829	0.943	1.408	2.216	22.65	2.841
Jinyou402	包衣 T	395.0 [*]	6.81 [*]	3.42 [*]	5.708	0.966	1.705 [*]	2.342 [*]	36.53 ^{**}	3.936 ^{**}
湘早籼 28	对照 CK	384.0	6.62	2.05	5.428	0.858	1.924	2.227	16.38	2.495
Xiangzaoxian28	包衣 T	386.7	6.87 [*]	2.52 ^{**}	5.532	0.834	1.951 [*]	2.391 [*]	31.19 ^{**}	2.961 [*]

表 4 种衣剂对秧苗体内酶的影响

Tbble 4 Effects of seed coating agent on enzymes in seedlings

品种 Variety	处理 Treatment	POX (ΔOD470 nm · g ⁻¹ FW · min ⁻¹)	CAT (mg · g ⁻¹ FW · min ⁻¹)	SOD (μg · g ⁻¹ FW · h ⁻¹)
金优 402	对照 CK	43.13	16.76	450.8
Jinyou402	包衣 T	50.48 ^{**}	17.93 [*]	455.9
湘早籼 28	对照 CK	30.65	14.02	448.7
Xiangzaoxian28	包衣 T	38.72 ^{**}	15.43 [*]	456.4

表 5 种衣剂对秧苗体内内源激素的影响

Table 5 Effects of seed coating agent on internal hormones in seedlings

品 种 Variety	处 理 Treatment	IAA($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$)	GA ₃ ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$)	ABA($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$)
金优 402	对照 CK	37	114	20
inyou 402	包衣 T	24*	171**	17*
湘早籼 28	对照 CK	26	143	18
Xiangzaoxian28	包衣 T	31*	189**	17*

3 讨论

本研究显示,浸种型水稻种衣剂能促进种子萌发,提高成秧率和秧苗综合素质,为培育壮苗奠定了基础;提高苗体过氧化氢酶和过氧化物酶的活性,增强秧苗对氧自由基的消除能力,同时能提高可溶性糖、游离脯氨酸等抗逆性物质^[10]的含量,为增强秧苗的抗逆境能力奠定了生理学基础;明显提高生长类激素吲哚乙酸、赤霉素 GA₃ 的含量,降低抑制类激素脱落酸含量,为促进种子萌发和秧苗生长、防止叶片等器官衰老^[9],提高秧苗素质及成秧率等奠定了生理学基础。

成膜剂是种衣剂配方中的关键成分^[13,14],目前国内采用的成膜剂基本上是单一成膜材料^[2,4],种子包衣后要么包衣膜透气透水性差,难以保证种子正常萌发所需水分和氧气,导致出苗率低、出苗慢^[7];要么包衣膜溶于水、遇水活性成分易溶解损失,导致种衣剂作用效果不明显^[6,14]。本研究所用种衣剂采用的是 3 种成膜材料配制而成的复合成膜剂,能克服采用单一成膜剂配制的种衣剂存在的上述缺点。有关该种衣剂的作用机理以及对病虫害的影响,将另文报道。笔者认为今后水稻种衣剂的研制应重点放在新型成膜材料^[15,16]筛选与复合成膜技术、高效低毒农药及生长调节剂等活性成分筛选上,同时开发专一性剂型,以适应不同水稻种类及其生态条件的要求。

水稻种衣剂是近几年逐步发展起来的水稻物化栽培技术产品^[11],其应用目前主要注重于杂交稻品种^[17,18]上,在常规稻品种上的研究报道^[8,12]很少,从本研究来看,浸种型水稻种衣剂对常规稻品种亦有明显的促进作用,只是总体效果略低于杂交稻品种。因此,水稻种衣剂对常规稻品种的影响以及在杂交稻品种与常规稻品种上作用差异的原因值得深入研究。有关水稻种衣剂对秧苗体内其它酶、内源激素等生理生化物质的影响还有待进一步研究。

References

- [1] 周上游, 邹应斌. 作物栽培产品研究的展望. 作物杂志, 1999,(4):4-7.
Zhou S Y, Zou Y B Prospect for cultivation product researches in field crops. *Crops*, 1999,(4):4-7. (in Chinese)
- [2] 熊远福, 邹应斌, 唐启源, 刘灿民, 黄见良. 种衣剂及其作用机制. 种子, 2001,(2):35-37.

- Xiong Y F, Zou Y B, Tang Q Y, Liu C M, Huang J L. Seed coating agent and its effect mechanism. *Seed*, 2001,(2):35-37. (in Chinese)
- [3] Glen K. Seed coating: a tool for stand establishment and a stimulus to seed quality. *Hort Technology*, 1991,(Oct/ Dec):98-102.
- [4] Powell A A, Matthews S. Seed treatments: developments and prospects. *Outlook on Agriculture*, 1998,17(3):97-103.
- [5] Amadou D, Roy J S, Ronald E T. Red rice control in drill-seeded rice. *Weed Science*, 1985,33:703-707.
- [6] 程旺大, 陆建贤, 顾掌华. 不同类型种衣剂在直播水稻上的应用效果. 种子, 1998,(2):63-65.
Cheng W D, Lu J X, Gu Z H. Study on application effects of rice seed coating. *Seed*, 1998,(2):63-65. (in Chinese)
- [7] 滕振勇, 池晓雯, 陈平华, 徐同济, 袁 岚, 陈熙才. 水稻种子包衣应用效果初探. 种子, 1998,(4):47-48.
Teng Z Y, Chi X W, Chen P H, Xu T J, Yuan L, Chen X C. Application effects of different seed-coating agents on directly-sown rice. *Seed*, 1998,(4):47-48. (in Chinese)
- [8] 熊远福, 邹应斌, 唐启源, 黄见良. 浸种型水稻种衣剂在晚稻上的应用. 湖南农业大学学报, 2001,27 (4) :254-257.
Xiong Y F, Zou Y B, Tang Q Y, Huang J L. Application of soaking suitable seed coating agent HL-2 to late rice. *Journal of Hunan Agricultural University*, 2001,27 (4) :254-257. (in Chinese)
- [9] 张宪政. 作物生理研究法. 北京: 农业出版社, 1992:139-143, 205-212.
Zhang X Z. *Research Methodology of Crop Physiology*. Beijing: Agricultural Press, 1992: 139-143, 205-212. (in Chinese)
- [10] 何钟佩. 农作物化学控制实验指导. 北京: 北京农业大学出版社, 1993: 36-39.
He Z P. *Experimental Guide of Chemical Manipulation of Crops*. Beijing: Beijing Agricultural University Press, 1993:36-39. (in Chinese)
- [11] 张 政, 张 强, 王转花, 林汝法, 陶雍如. 荞麦幼苗内源激素的高效液相色谱测定法. 色谱, 1994,12(2): 140-141.
Zhang Z, Zhang Q, Wang Z H, Lin R F, Tao Y R. High performance liquid chromatographic determination of internal hormones in buck wheat seedlings. *Chinese Journal Chromatography*, 1994,12(2): 140-141. (in Chinese)
- [12] 徐卯林, 张洪熙, 黄年生, 刘晓静, 戴正元, 孔祥斗, 赵步洪, 谭长乐. 高吸水种衣剂在水稻旱育抛秧上的应用. 中国水稻科学, 1998,12(2):92-98.
Xu M L, Zhang H X, Huan N S, Liu X J, Dai Z Y, Kong X D, Zhao B H, Tan C L. Application of high-hydroscopicity seed-coating

- material in dry-raised scattered-transplantation rice. *Chinese Journal Rice Science*, 1998,12(2):92-98.(in Chinese)
- [13] 李金玉,沈其益,刘桂英,刘西莉,高仁君.中国种衣剂进展与展望. *农药*,1999,38(4):1-5
- Li J Y,Shen Q Y,Liu G Y,Liu X L,Gao R J. Seed coating technology and seed industry in China. *Pesticides*,1999,38(4):1-5.(in Chinese)
- [14] 沈德隆,陆培荣,陈庆悟,沈克刚. 水稻种衣剂的现状与展望. *农药*,2001,40(11):7-8.
- Shen D L,Lu P R,Chen Q W,Shen K G. The present status and development of paddy seed-coating. *Pesticides*,2001,40(11):7-8.(in Chinese)
- [15] Bhaskara M V,Joseph A,Paul A,Luc C. Chitosan treatment of wheat seeds induces resistance to *fusarium graminearum* and improves seed quality.*Journal of Agricultural and Food Chemistry*,1999,47: 1 208-1 216.
- [16] 张红辉,石伟勇. 种衣剂研究的新进展. *种子*,2002, (2):39-40.
- Zhang H H,Shi W Y. New research progress on seed coating. *Seed*,2002,(2):39-40. (in Chinese)
- [17] 刘西莉,李健强,刘鹏飞,伍华英,罗 军,李小林,浦恩堂,张 松. 水稻浸种催芽专用种衣剂抗药剂溶解淋失效果研究. *中国农业科学*,2000,33(5):55-59.
- Liu X L, Li J Q, Liu P F, Wu H Y, Luo J,Li X L, Pu E T,Zhang S. Study on anti-dropping and leaching of seed coating for mulation specific for soaking and pregermination of rice seed.*Scientia Agricultura Sinica*,2000,33(5):55-59.(in Chinese)
- [18] 卞红正,陈树仁,赵建勋,但得双,方从权,施守华. 可浸种型水稻种衣剂的开发与应用研究. II 几种水稻种衣剂的田间应用效果研究. *种子*,2002,(3):15-17.
- Bian H Z,Chen S R,Zhao J X,Dan D S,Fang C Q,Shi S H. Studies on the development and application of soakable rice coating. II study on the application of several kinds of seed coating in the rice fields. *Seed*,2002,(3):15-17.(in Chinese)

(责任编辑 卞海军)