

生物刺激剂复酶糖苷对农作物种子发芽的影响研究

常大勇, 孙明明, 廖俊彦, 王琳

(烟台凯多海洋生物研究院有限公司, 山东 烟台 264000)

[摘要] 提高农作物种子在实际生产中的发芽率, 对于农业生产效率提升、农作物产量和品质提高都将产生重要影响。复酶糖苷来源于微生物代谢产物, 其制备过程包括发酵、分离、浓缩等工艺步骤, 得到的终产物具有多种生物活性。以不同浓度复酶糖苷为浸种液, 分别进行黄瓜、花生、玉米和小麦4种农作物种子的浸种处理, 以种子发芽率为评价指标, 验证生物刺激剂复酶糖苷对农作物种子发芽的影响。结果表明, 一定浓度范围内, 4种种子的发芽率均与浸种液中复酶糖苷浓度呈正相关, 且 w (复酶糖苷) 0.001 0%处理对种子发芽率具有显著提升效果, 推荐其作为实际生产中的浸种液浓度。

[关键词] 生物刺激剂; 复酶糖苷; 种子; 发芽率

[中图分类号] S144.9; S5-33

[文献标志码] A

[文章编号] 2097-4566 (2024) 10-0040-04

Study on effects of biostimulant compound enzyme glycoside for germination of crop seeds

CHANG Dayong, SUN Mingming, LIAO Junyan, WANG Lin

(Yantai Chito Marine Biology Research Institute Co., Ltd., Yantai 264000, China)

Abstract: Improving the germination rate of crop seeds in actual production will have important impacts on the improvements of agricultural production efficiency, crop yield and quality. Compound enzyme glycosides is derived from microbial metabolites, and its preparation process includes fermentation, separation, concentration and other technological steps, and the final product has various biological activities. The seeds of cucumber, peanut, corn and wheat are soaked with different concentration of compound enzyme glycosides. The effects of biostimulant compound enzyme glycoside on seed germination are verified by using seed germination rate of each treatment as evaluation index. The results show that within a certain range of application concentrations, the germination rates of the four seeds are positively correlated with the concentration of compound enzyme glycoside in the soaking solution, and the germination rate of the seeds is significantly improved at the compound enzyme glycoside mass fraction of 0.001%. It is recommended to use this concentration as the soaking concentration in actual production.

Key words: biostimulant; compound enzyme glycoside(CEG); seed; germination rate

0 引言

在农业生产中, 播种后的种子发芽率是影响农作物种植效果的重要因素。较低的发芽率不仅影响农产品的产量, 而且将严重影响农产品的内外品质, 进而对其市场价格产生重大影响, 造成农业种植户的重大经济损失。对农作物种子发芽率影响较大的因素有: 种子的储存方式、储存时间和老化程度、干燥程度、成熟程度、休眠解除情况, 以及播种环境的温度、湿度、病虫害情况等^[1]。因此, 研究提高农作物种子发芽率的有效方法, 将对老化种子高效利用、无霜期较短地区农作物的有效种植、农产品品质的提升、农作物增产和种植户增收产生积极影响^[2-5]。

生物刺激剂是一类非养分型物质, 具有调控植株代谢过程和生长发育期的特征^[6-7]。生物刺激剂的主要类型有多肽类、腐植酸类、微生物及其代谢产物、壳聚糖类、蛋白质水解产物、海藻提取物、氨基酸类^[8-9]。生物刺激剂参与的农作物生理代谢过程有氧化还原反应、光合作用、呼吸作用、离子运输和核酸合成过程^[10], 可起到改良土壤环境、促进农作物根系伸长生长、提高化肥农药吸收利用

[收稿日期] 2024-09-14

[作者简介] 常大勇(1965-), 男, 山东荣成人, 博士, 正高级工程师, 从事特种肥料研究应用。E-mail: ytgoodly@163.com

[基金项目] 山东省自然科学基金重大基础研究项目(ZR2020ZD43); 山东省泰山产业领军人才工程高效生态农业创新类项目(LJNY201807)

率、增强植株抗逆性、优化植株根际环境、提高农产品产量品质等效果^[11-13]。复酶糖苷来源于微生物代谢产物，其制备过程包括发酵、分离、浓缩等工艺步骤，得到的终产物具有多种生物活性。应用于番茄、黄瓜、樱桃等农作物种植可有效促进农作物营养生长、提高植株抗逆性、提高净光合速率、提高农产品品质和产量^[14-16]。本试验以玉米等农作物种子为材料，分别用不同浓度的复酶糖苷溶液浸种处理，以种子发芽率为评价指标探究生物刺激剂复酶糖苷对农作物种子发芽的影响。试验结果将为复酶糖苷在农业生产中的应用提供借鉴与支持，为生物刺激剂的推广和农业生产效率的提升做出贡献。

1 试验材料与方法

1.1 材料

1.1.1 供试种子

玉米种子为“郑单958”，黄瓜种子为“早青2号”，小麦种子为“济麦22”，花生种子为“花育22”，4种种子均为陈种子，发芽率较低。

1.1.2 试剂

复酶糖苷由烟台固特丽生物科技股份有限公司提供，其中有机质质量浓度 ≥ 40 g/L，pH为4.0~6.0，主要原料为虾蟹壳、鱼皮、水溶性液体有机肥。

1.2 设施

试验地点为位于山东省烟台市莱山区的烟台凯多海洋生物研究院有限公司人工气候室，该人工气候室可实现0~99℃恒温、5%~99%恒湿、0~10 000 lx光照条件。试验材料均采用20 cm×40 cm育苗盘培养。

1.3 方法

2022年2月，分别选取胚芽完整、大小均匀、籽粒饱满的玉米、黄瓜、小麦、花生种子若干，进行发芽试验。计数玉米种子540粒，平均分为6组，每组90粒；计数黄瓜种子720粒，平均分为6组，每组120粒；计数小麦种子360粒，平均分为6组，每组60粒；计数花生种子540粒，平均分为6组，每组90粒。

以纯水为溶剂将复酶糖苷充分溶解，经稀释配制为质量分数为0、0.000 1%、0.000 5%、0.001 0%、0.001 5%、0.002 0%的溶液。将6组玉米、黄瓜、小麦、花生种子分别置于不同浓度溶液中浸泡处理，分别浸泡于14.0、8.0、4.5、8.0 h后取出，经纯水冲洗干净表面残留溶液，再用吸水纸吸干种子表面水分。

取育苗盘若干，盘中加入纯水，作为种子萌发

装置。玉米使用18个育苗盘，每组各3盘，每盘均匀设置30粒种子，培养条件为光照强度800 lx、相对湿度15%、温度30℃，培养10 d后计数各组发芽数，计算发芽率。黄瓜使用18个育苗盘，每组各3盘，每盘均匀设置40粒种子，培养条件为光照强度800 lx、相对湿度15%、温度26℃，培养7 d后计数各组发芽数，计算发芽率。小麦使用18个育苗盘，每组各3盘，每盘均匀设置20粒种子，培养条件为光照强度800 lx、相对湿度10%、温度27℃，培养14 d后计数各组发芽数，计算发芽率。花生使用18个育苗盘，每组各3盘，每盘均匀设置30粒种子，培养条件为光照强度800 lx、相对湿度15%、温度28℃，培养8 d后计数各组发芽数，计算发芽率。

种子发芽率的计算公式为：

$$\text{发芽率} = \frac{\text{发芽总数}}{\text{播种种子总数}} \times 100\% \quad (1)$$

1.4 数据分析

试验数据的分析和图表绘制工作采用Excel 2013完成，数据的差异性分析和多重比较工作采用软件SPSS 22.0完成。

2 结果与分析

2.1 复酶糖苷对玉米种子发芽的影响

玉米种子经不同溶液浸种后的发芽情况如表1所示。经分析表1数据可知，相对于空白对照组，使用复酶糖苷浸种后的玉米陈种子发芽率具有显著提升，且发芽率在 w (复酶糖苷) 0~0.002 0%处理的范围内与复酶糖苷浓度呈正相关。其中 w (复酶糖苷) 0.001 0%下发芽率与0.000 5%下发芽率达到极显著($p < 0.01$)差异，而与0.001 5%、0.002 0%下发芽率均无显著($p < 0.05$)差异。因此，实际生产中建议采用 w (复酶糖苷) 0.001 0%的溶液作为玉米浸种处理的最佳浸种液，以控制成本、提高效果。

表1 玉米种子经不同浓度溶液浸种后的发芽情况

Table 1 Emergence of maize seeds after soaking in different concentration solutions

浸种液 w (复酶糖苷)/%	发芽数			发芽率/%			平均值	显著性	
	I	II	III	I	II	III		5%	1%
0	22	24	21	73.3	80.0	70.0	74.4	c	C
0.000 1	23	22	23	76.7	73.3	76.7	75.6	c	BC
0.000 5	25	24	26	83.3	80.0	86.7	83.3	b	B
0.001 0	29	26	26	96.7	86.7	86.7	90.0	a	A
0.001 5	28	29	29	93.3	96.7	96.7	95.6	a	A
0.002 0	29	30	29	96.7	100	96.7	97.8	a	A

2.2 复酶糖苷对黄瓜种子发芽的影响

黄瓜种子经不同浓度溶液浸种后的发芽情况如表2所示。经分析表2数据可知，相对于空白对照组，使用复酶糖苷溶液浸种后的黄瓜种子发芽率具有显著提升，且发芽率在处理范围内与复酶糖苷浓度呈正相关。其中 w (复酶糖苷) 0.001 0%下发芽率与0.000 5%下发芽率达到极显著 ($p < 0.05$) 差异，而与0.001 5%、0.002 0%下发芽率均无显著 ($p < 0.05$) 差异。因此，实际生产中建议采用 w (复酶糖苷) 0.001 0%的溶液作为黄瓜浸种处理的最佳浸种液，以控制成本、提高效果。

表2 黄瓜种子经不同浓度溶液浸种后的发芽情况

Table 2 Emergence of cucumber seeds after soaking in different concentration solutions

浸种液 w (复酶糖苷)/%	发芽数			发芽率/%				显著性	
	I	II	III	I	II	III	平均值	5%	1%
0	35	36	36	87.5	90.0	90.0	89.2	b	B
0.000 1	35	36	37	87.5	90.0	92.5	90.0	b	B
0.000 5	36	37	36	90.0	92.5	90.0	90.8	b	B
0.001 0	37	36	39	92.5	90.0	97.5	93.3	a	AB
0.001 5	37	39	40	92.5	97.5	100.0	96.7	a	A
0.002 0	39	40	40	97.5	100	100.0	99.2	a	A

2.3 复酶糖苷对小麦种子发芽的影响

小麦种子经不同浓度溶液浸种后的发芽情况如表3所示。经分析表3数据可知，相对于空白对照组，使用复酶糖苷溶液浸种后的小麦种子发芽率具有显著提升，且发芽率与复酶糖苷浓度呈正相关。其中 w (复酶糖苷) 0.001 0%下发芽率与0.000 5%下发芽率达到极显著 ($p < 0.01$) 差异，而与0.001 5%、0.002 0%下发芽率均无显著 ($p < 0.05$) 差异。因此，实际生产中建议采用 w (复酶糖苷) 0.001 0%的溶液作为小麦浸种处理的最佳浸种液，以控制成本、提高效果。

表3 小麦种子经不同浓度溶液浸种后的发芽情况

Table 3 Emergence of wheat seeds after soaking in different concentration solutions

浸种液 w (复酶糖苷)/%	发芽数			发芽率/%				显著性	
	I	II	III	I	II	III	平均值	5%	1%
0	17	16	17	85	80	85	83.3	b	B
0.000 1	17	17	17	85	85	85	85.0	b	B
0.000 5	16	18	19	80	90	95	88.3	b	B
0.001 0	19	20	19	95	100	95	96.7	a	A
0.001 5	20	19	20	100	95	100	98.3	a	A
0.002 0	20	20	19	100	100	95	98.3	a	A

2.4 复酶糖苷对花生种子发芽的影响

花生种子经不同浓度溶液浸种后的发芽情况如表4所示。经分析表4数据可知，相对于空白对照组，使用复酶糖苷浸种后的花生陈种子发芽率具有显著提升，且发芽率与复酶糖苷浓度整体上呈正相关。其中 w (复酶糖苷) 0.001 0%下发芽率与0、0.000 1%下发芽率达到显著极显著 ($p < 0.05$) 差异，而与0.001 5%、0.002 0%下发芽率均无显著 ($p < 0.05$) 差异。因此，实际生产中建议采用 w (复酶糖苷) 0.001 0%的溶液作为花生浸种处理的最佳浸种液，以控制成本、提高效果。

表4 花生种子经不同浓度溶液浸种后的发芽情况

Table 4 Emergence of peanut seeds after soaking in different concentration solutions

浸种液 w (复酶糖苷)/%	发芽数			发芽率/%				显著性	
	I	II	III	I	II	III	平均值	5%	1%
0	27	26	27	90.0	86.7	90.0	88.9	c	B
0.000 1	25	27	27	83.3	90.0	90.0	87.8	c	B
0.000 5	27	28	27	90.0	93.3	90.0	91.1	bc	B
0.001 0	28	29	28	93.3	96.7	93.3	94.4	ab	AB
0.001 5	29	28	29	96.7	93.3	96.7	95.6	a	AB
0.002 0	29	29	30	96.7	96.7	100	97.8	a	A

2.5 小结

综上分析，在 w (复酶糖苷) 为0.000 1% ~ 0.002 0%的范围内，生物刺激剂复酶糖苷处理玉米、黄瓜、小麦、花生陈种子的发芽率与其浸种浓度均呈正相关。4种陈种子的实际生产推荐浸种溶液浓度均为 w (复酶糖苷) 0.001 0%，该浓度下4种陈种子的发芽率相较于对照组和低浓度组均具有显著差异。

3 结论

本研究分别以玉米、黄瓜、小麦和花生陈种子为试验材料，通过以不同浓度的复酶糖苷溶液浸种处理后统计分析种子发芽率，评价生物刺激剂对不同作物种子发芽的影响。结果证明，在一定施用浓度范围内，4种种子的发芽率均与复酶糖苷浓度呈正相关。且在 w (复酶糖苷) 0.001 0%处理下对种子发芽率具有显著提升效果，推荐其作为实际生产中的浸种溶液浓度。

复酶糖苷以微生物代谢产物为来源，是一种制备工艺成熟、生产条件简单、可通过发酵实现快速批量生产的新型生物刺激剂。其应用于农业生产中可产生提高化肥农药吸收利用率、减少化肥农药施用量、促进农作物根系伸长生长、促进种子发芽的

有益效果。该生物刺激剂的研究应用,将对提高农产品产量和品质、提高农业生产率、增加农民收入产生积极影响。在前期研究基础上,进一步进行更多大田农作物及经济作物的应用研究,可以为生物刺激剂复酶糖苷在农业领域的应用拓展提供更丰富、更可靠的借鉴与支持,助力国家乡村振兴战略实施。

[参考文献]

- [1] 于明艳.影响花生种子萌发的因素分析[J].农业科技与装备, 2021(4):3-4.
YU M Y. Analysis of factors affecting germination of peanut seeds [J]. Agricultural Science & Technology and Equipment, 2021(4):3-4.
- [2] 崔雪艳,李永军.乙炔利对花生种子萌发及胚芽长势的影响[J].农业科技通讯,2021(12):106-109.
CUI X Y, LI Y J. Effects of ethephon on seed germination and germ growth of peanut [J]. Agricultural Technology Communication, 2021(12):106-109.
- [3] 陶嘉龄,郑光华.种子活力[M].北京:科学出版社,1991.
TAO J L, ZHENG G H. Seed vitality [M]. Beijing: Science Press, 1991.
- [4] 蔡子文,赵朔阳.外源物质浸种对黄瓜陈种子萌发效应的影响[J].甘肃农业科技,2022,53(8):65-68.
CAI Z W, ZHAO S Y. Influence of exogenous substances on germination effect of old cucumber seeds [J]. Gansu Agricultural Science and Technology, 2022, 53(8):65-68.
- [5] 王建华,高扬帆,吴艳兵,等.氯化钙和青霉素对黄瓜老化种子发芽及幼苗生长的影响[J].河南科技学院学报(自然科学版), 2008(2):35-36.
WANG J H, GAO Y F, WU Y B, et al. Effect of CaCl₂ and penicillin on germination of cucumber aged seed and the growing of seeding [J]. Journal of Henan Institute of Science and Technology, 2008(2):35-36.
- [6] DOBBSS L B, MEDICI L O, PERES L E P, et al. Changes in root development of Arabidopsis promoted by organic matter from oxisols [J]. Annals of Applied Biology, 2007, 151(2): 199-211.
- [7] YAKHIN O I, LUBYANOV A A, YAKHIN I A, et al. Biostimulants in Plant Science: A Global Perspective [J]. Frontiers in plant science, 2016, 7: 2049.
- [8] PATRICK D J. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation [J]. Scientia Horticulturae, 2015, 196: 3-14.
- [9] 陈绍荣.科学发展生物刺激剂产业,建设现代生态文明农业[J].磷肥与复肥,2019,34(8):1-6.
CHEN S R. Scientific development of biological stimulant industry to build modern ecological civilization agriculture [J]. Phosphate & Compound Fertilizer, 2019, 34(8):1-6.
- [10] 应武,骆乐谈,阮松林,等.不同生物刺激剂对鲜食玉米产量和品质的影响[J].中国农学通报,2020,36(17):89-94.
YING W, LUO L T, RUAN S L, et al. Effects of different bio-stimulants on yield and quality of fresh-eating maize [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2020, 36(17):89-94.
- [11] 张靖洁,刘坤坤,唐涛,等.微藻源生物刺激剂的制备及在设施农业中的应用[J].生物技术通报,2020,36(4):164-174.
ZHANG J J, LIU K K, TANG T, et al. Preparation of microalgae-derived biological stimulants and its application in protected agriculture [J]. Biotechnology Bulletin, 2020, 36(4): 164-174.
- [12] 陈绍荣.我国生物刺激剂的产业现状及发展方向[J].磷肥与复肥,2017,32(1):16-18,32.
CHEN S R. Industry status and development direction of bio stimulants in China [J]. Phosphate & Compound Fertilizer, 2017, 32(1):16-18,32.
- [13] 武良,汤洁.我国生物刺激素产业发展现状及趋势[J].中国农技推广,2016,32(12):9-12.
WU L, TANG J. Development status and trend of China's biostimulant industry [J]. China Agricultural Technology Extension, 2016, 32(12):9-12.
- [14] 孙明明,常大勇,由春香,等.生物刺激剂复酶糖苷对樱桃番茄产量及品质的影响[J].新疆农垦科技,2024,47(4):52-54.
SUN M M, CHANG D Y, YOU C X, et al. Effects of biostimulants on yield and quality of cherry tomato [J]. Xinjiang Farm Research of Science and Technology, 2024, 47(4):52-54.
- [15] 张在花,孙明明,丁玮琳,等.复酶糖苷对黄瓜生根及产量的影响[J].蔬菜,2024(1):18-22.
ZHANG Z H, SUN M M, DING W L, et al. Effect of Fumeitangan on root and yield of cucumber [J]. Vegetable, 2024(1):18-22.
- [16] 孙明明,常大勇,丁玮琳,等.复酶糖苷对甜樱桃叶绿素含量和净光合速率的影响[J].落叶果树,2023,55(1):28-30.
SUN M M, CHANG D Y, DING W L, et al. Effect of CEG on chlorophyll content and net photosynthetic rate of cherry [J]. Deciduous Fruits, 2023, 55(1):28-30.