文章编号:1000-7601(2020)01-0039-04 **doi**:10.7606/j.issn.1000-7601.2020.01.05

绿豆专用型种衣剂包衣对绿豆形态指标与光合特性的影响

梁喜龙,李海龙,陈雨洁,鞠世杰,方淑梅

(黑龙江八一农垦大学,黑龙江 大庆 163319)

摘　要:以绿豆品种绿丰 2 号为试验材料,以研制的绿豆专用型种衣剂包衣为处理,以常规大豆种衣剂(CK1)及微生物种衣剂包衣(CK2)为阳性对照,以未进行包衣的空白种子为阴性对照(CKW),测定其对绿豆形态指标与光合特性的影响。结果表明:运用适宜浓度(活性成分用量分别为 100%(Z3)、125%(Z4))的绿豆专用种衣剂可有效增加绿豆总叶绿素含量与净光合速率(二者均显著高于对照 CK0、CK1 及 CKW)、气孔导度(Z3 处理高于各对照 46.97%~84.82%,达极显著水平),改善光合性能;与常规大豆种衣剂包衣相比降低绿豆株高 0.20~1.63 cm,茎粗提高 2.07%~6.74%,根长以及侧根数分别增加 14.85%~20.30%与 11.81%~27.57%,进而调控绿豆苗期地上地下干物质积累与植株形态,确保绿豆苗期健康生长。

关键词:绿豆;种衣剂;形态建成;光合性能

中图分类号:S522　　**文献标志码**:A

Effects of seed coating agent on the morphological indexes and photosynthetic characteristics of mung bean plant

LIANG Xilong, LI Hailong, CHEN Yujie, JU Shijie, FANG Shumei

(*Heilongjiang Bayi Agricultural University*, *Daqing*, *Heilongjiang* 163319, *China*)

Abstract: In this work, the morphological indexes and photosynthetic characteristics of mung bean plant were studied using variety "Lufeng 2" that the seeds coated by a mung bean-specific seed coating agent developed by our laboratory. Regular and microbiological soybean seed coating agents were used as positive controls, and uncoated seed was used as negative control. The results showed that the mung bean-specific seed coating agent with suitable concentrations (100% (Z3) and 125% (Z4) active ingredients) can effectively enhance the photosynthetic performance through increasing the chlorophyll content and net photosynthetic rate (both are significantly higher than various controls, such as CK0, CK1 and CKW) as well as stomatal conductance (Z3 was extremely significantly higher than the various controls at least by 46.97%~84.82%). Compared with the advantage control (regular soybean seed coating agent), it also decreased the plant height more than 0.20~1.63 cm, increased the stem diameter, root length, and number of lateral roots at least by 2.07%~6.74%, 14.85%~20.30%, and 11.81%~27.57%, respectively. Thereby, regulating the above-ground and below-ground dry mass accumulation and the plant morphology of mung bean seedlings, and ensuring the healthy growth of the mung bean seedling.

Keywords: mung bean; seed coating agent; morphogenesis; photosynthetic performance

绿豆作为一种对土壤要求较低的作物,具有抗逆、耐瘠薄、生育期短、适应性强等优点,同时由于其自身具有固氮作用,在北方地区具有较大的栽培面积[1-5]。据统计,仅 2017 年,黑龙江省杂粮种植面积就为 46.67 万公顷,其中近一半为杂豆,今后随着种植产业结构的调整,绿豆的种植面积还会大幅度增加[6-7]。虽然绿豆具备诸多优点,但在北方地区大面积种植仍有许多障碍难以克服。首先,绿豆

收稿日期:2019-02-25　　**修回日期**:2019-04-07

基金项目:黑龙江省杂粮现代农业产业技术协同创新体系项目;黑龙江省杂粮生产与加工特色学科建设项目;黑龙江省大学生创新创业训练计划项目(201910223010)

作者简介:梁喜龙(1976-),男,副教授,博士,主要从事植物化控及植物抗逆研究。E-mail:xilongliang@126.com

种植通常在第一年病害发生较轻,产量高、品质好,但随着绿豆种植年份的增加,病虫害不断加剧,主要包括根腐病、叶斑病和蚜虫等。已有研究表明,多年连作后病原菌累积是绿豆减产的一个重要原因。同时绿豆连作易导致土壤中单一营养元素的过度消耗。然而从植物营养学的角度分析,农作物在进行干物质积累的过程,需要从土壤中吸收多种营养元素,缺一不可。

种衣剂是将一种或多种活性成分(如杀虫剂、杀菌剂、微生物、营养元素、植物生长调节剂等)与粘合剂和着色剂结合并应用于种子表面的组合物[8]。其在种子消毒、缓释药肥、防治病虫鼠害、提高作物抗逆性和降低环境污染等方面均发挥着重要作用[9-11]。种衣剂研制之初主要是针对棉花种子,后经过不断发展,现已在水稻[12]、大豆[13]、小麦[14]、玉米[15]、花生[16]等其它农作物种子上广泛应用,并取得了颇为显著的经济、社会及生态效益。在北方的绿豆主产区,农民大多利用大豆种衣剂来替代绿豆种衣剂,但由于绿豆种子粒径与特性及生长发育的差异性,很难利用大豆种衣剂直接代替[17];另外绿豆多用于保健及养生食品生产中,无毒无残留至关重要[18]。基于上述问题,全面开发具有调控生长、激发抗逆潜能、补充营养、防病防虫等作用的低毒型绿豆专用种衣剂就成为关注的重点。本研究将针对研制的绿豆专用型种衣剂,测定种子包衣处理后幼苗的形态指标与光合特性,以期为在绿豆栽培生产中应用奠定基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试绿豆品种为绿丰 2 号(由国家杂粮工程技术研究中心提供);供试药剂为绿豆专用型种衣剂(主要含植物生长调节剂、中草药浸出液及营养元素等),由黑龙江八一农垦大学化控研究室提供;大豆常规种衣剂为克·戊·三唑酮,由齐齐哈尔盛泽农药有限公司提供;微生物种衣剂为金巧伴(大豆伴种旺),由哈尔滨沃必富生物科技有限公司生产;试验地点为黑龙江八一农垦大学农学院日光温室。

1.2 试验设计与指标测定

2018 年 9 月,在前期试验的基础上,将所有筛选好的活性组分(烯效唑 100 mg·L^{-1}、生根剂 50 mg·L^{-1})、营养元素(氮、磷、钾、硼、锌、镁、铜及钼等)组合 17.85 g·L^{-1}、中草药(百部及虎杖)浸出液 100 mg·L^{-1}、壳聚糖 4 g·L^{-1}混合制成种衣剂成品,此时的活性成分含量均计为 100%,然后以各活性成分用量分别为 50%(Z1)、75%(Z2)、100%(Z3)、125%(Z4)、150%(Z5)作为处理组,同时选取市场上销售的大豆常规种衣剂(CKl)和微生物种衣剂(CKW)对绿豆种子进行包衣处理作为阳性对照,另外以未进行种衣剂处理的种子作为空白对照(CK0)。试验以盆栽(盆 21 cm×10 cm)方式进行。首先在每盆内加入五分之四体积的有机黑土,等量水浇透,然后在土表面均匀播种 10 粒(经过精选),再等体积覆盖 2cm 厚的土层放置室内,其余管理同大田,试验设 3 次重复。

45 d 后随机取样 15 株测定形态指标与光合指标。形态指标包括株高、茎粗、根长、侧根数及干物质量,其中干物质量为 5 株测量值。光合指标包括叶绿素 a 含量、叶绿素 b 含量、总叶绿素含量、净光合速率、气孔导度和胞间 CO_2浓度。其中叶绿素含量的测定采用丙酮与乙醇(1∶1)浸提比色法,而其它光合指标的测定则采用便携式光合测定仪(Li-6400,USA)进行。

1.3 数据处理与统计分析

采用 Microsoft Excel 2007 软件对数据进行计算与处理,采用 DPS v9.50 软件对数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 绿豆专用型种衣剂包衣处理对绿豆苗期形态建成的影响

从表 1 可以看出,各处理中 CKW 的株高为最高,且显著高于其它处理 13.16%~31.16%。与 CK0 相比,不同浓度的绿豆专用种衣剂可以有效降低绿豆幼苗的株高,且随着浓度的增加株高降低,在 Z5 处理时株高达到最低,并极显著低于除 Z4 外的处理。常规种衣剂 CKl 在控制绿豆株高方面的效果虽不及 Z4 和 Z5,但却低于 CK0、CKW、Z1 和 Z2,并与 CK0、CKW、Z1 之间呈显著性差异。绿豆茎粗变化趋势与株高相反,随着绿豆专用种衣剂浓度增加,绿豆幼苗的茎粗增大,在 Z5 处理时达到最大,且显著高于 CK0、CKW、CK1、Z1 和 Z2,但与 Z3 和 Z4 之间差异不显著。绿豆幼苗根长则随着专用型种衣剂包衣浓度升高呈先升后降趋势,Z3 处理时绿豆幼苗根长达到峰值,且极显著高于 CK0(40.62%)、CKW(37.74%)、CK1(16.87%)、Z1(27.57%)、Z2(10.29%)和 Z5(23.99%)。而常规种衣剂处理在促进根长方面虽低于 Z3 和 Z4,但高于 CK0、CKW、Z1、

Z2 和 Z5,并显著高于 CK0、CKW 和 Z1。同样绿豆幼苗侧根数与根长的变化趋势基本一致。对于地上部干重,绿豆专用种衣剂的 5 个处理中,主要表现为随着种衣剂有效成分的增加,地上部干重下降,但 Z1~Z4 处理与 CKl 差异不显著,并且除 Z1 外均与 CKW 达到差异显著水平;而对于地下部干重最大的 Z4 处理显著高于处理 Z1、Z2、Z5 及各类型对照,并呈显著性差异水平,而与 Z3 之间差异不显著。综上所述,Z3 与 Z4 处理具有降低株高,增加茎粗、根长和地下干物质积累的作用,其中部分指标优于各类型对照。

2.2　绿豆专用型种衣剂包衣处理对绿豆苗期叶绿素含量的影响

种衣剂包衣处理后苗期绿豆叶绿素 a 的含量随着绿豆专用型种衣剂浓度的增加而增大(表 2),Z5 处理最高(1.15 mg・g^{-1}),其次为 Z4 处理(1.14 mg・g^{-1}),二者均显著高于 CK0、CKW、CKl、Z1 和 Z2。CKW 处理叶绿素 a 含量仅高于 CK0,但未达到差异显著性水平。种衣剂包衣处理苗期绿豆叶绿素 b 含量与叶素绿 a 变化趋势基本相同。而对于总叶绿素含量,Z3(1.60 mg・g^{-1})、Z4(1.67 mg・g^{-1})和 Z5(1.68 mg・g^{-1})处理间差异不显著,但显著高于其它各处理和对照。说明适宜浓度的绿豆专用型种衣剂包衣处理能显著提高绿豆幼苗的叶绿素含量。

2.3　绿豆专用型种衣剂包衣处理对绿豆苗期净光合速率的影响

由图 1 可知,Z5 处理净光合速率最高,其高出 CK0、CK1、CKW、Z1 和 Z2 41.75%、20.24%、35.80%、27.65%和 11.45%,且与 CK0、CKW、CK1 及 Z1 达到差异极显著水平,但 Z5 与处理 Z3 和 Z4 差异均不显著。除 CK1、CKW 和 Z1 外其它剂量种衣剂处理的净光合速率均显著高于 CK0,其中处理 Z2、Z3、Z4 和 Z5 与 CK0 呈极显著差异。

表 1　绿豆专用型种衣剂包衣处理对绿豆苗期形态建成的影响

Table 1　Effect of mung bean-specific seed coating agent on morphogenesis of mung bean seedling

处理 Treatment	株高/cm Plant height	茎粗/mm Thick stem	根长/cm Root length	侧根数 Lateral root number	地上干重/g Ground dry weight	地下干重/g Underground dry weight
CK0	23.30bB	1.52dC	14.43eD	18.00cC	1.26cBC	0.20eC
CK1	21.00dCD	1.93abAB	20.20bB	42.33bAB	1.28bcBC	0.31bA
CKW	26.83aA	1.76bcBC	15.13eCD	21.33cC	1.42aA	0.24dB
Z1	22.70bcBC	1.63cdC	17.60cdBC	39.33bB	1.35abAB	0.25dB
Z2	21.80cdBC	1.77bcBC	19.57bcB	40.33bB	1.30bcB	0.27cB
Z3	20.80dCD	1.97aAB	24.30aA	54.00aA	1.25cdeBC	0.32abA
Z4	19.37eDE	2.06aA	23.20aA	47.33abAB	1.25cdBC	0.34aA
Z5	18.47eE	2.07aA	19.53bcB	38.67bB	1.17dfC	0.25cdB

注:不同大小写字母分别表示处理间差异达 $P<0.01$ 和 $P<0.05$ 显著水平,下同。

Note: Different captial and lowercase letters indicate $P<0.01$ or $P<0.05$ significant difference among treatments respectively, the same below.

表 2　绿豆专用型种衣剂包衣处理对绿豆苗期叶绿素含量的影响

Table 2　Effect of mung bean-specific seed coating agent on chlorophyll content of mung bean seedling

处理 Treatment	叶绿素 a Chlorophyll a /(mg・g^{-1})	叶绿素 b Chlorophyll b /(mg・g^{-1})	叶绿素总量 Total chlorophyll /(mg・g^{-1})
CK0	0.51dC	0.22eD	0.71eD
CK1	1.03bA	0.43bcABC	1.47bB
CKW	0.61dC	0.22eD	0.83dD
Z1	0.85cB	0.32dCD	1.18cC
Z2	0.85cB	0.37cdBC	1.23cC
Z3	1.11abA	0.48abAB	1.60aAB
Z4	1.14aA	0.52aA	1.67aA
Z5	1.15aA	0.52aA	1.68aA

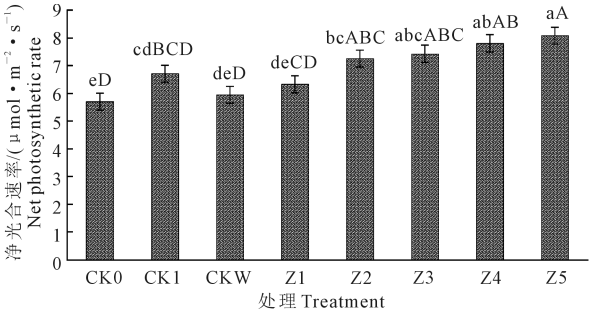

图 1　绿豆专用型种衣剂包衣处理对绿豆苗期净光合速率的影响

Fig.1　Effect of mung bean-specific seed coating agent on net photosynthetic rate of mung bean seedling

2.4 绿豆专用型种衣剂包衣处理对绿豆苗期气孔导度的影响

从图 2 可以看出,专用型种衣剂的 5 个剂量处理中,气孔导度随着种衣剂有效成分的提高表现出先增后降趋势,并在 Z3 时达到最高。Z3 与 Z1 及 Z2 之间存在显著性差异,而 Z3 与 Z4 及 Z5 之间则差异不显著。处理 Z3、Z4 和 Z5 与 CK0 及 CKW 呈显著或极显著差异,Z3 与 CKl 相比高出46.97%,也达到显著水平。

2.5 绿豆专用型种衣剂包衣处理对绿豆苗期胞间 CO_2浓度的影响

试验结果如图 3 所示,在绿豆专用型种衣剂的 5 个剂量处理中,胞间 CO_2浓度的变化趋势表现为随着种衣剂活性成分浓度的增加,胞间 CO_2浓度先降低后升高,在 Z1 处理时胞间 CO_2浓度达到最高,Z3 处理达到最低。同时从图 3 中可以看出,Z3 处理胞间 CO_2浓度显著低于 CK0、CK1、CKW、Z1、Z2 和 Z5,且与它们差异极显著,但与 Z4 差异不显著。

3 讨论与结论

新型绿豆专用种衣剂可以有效降低绿豆株高,增加茎粗、根长以及侧根数,调控绿豆苗期植株形态;同时能有效增加叶绿素 a、叶绿素 b 以及总叶绿素含量,提高气孔导度和净光合速率,进而促进前期地下干物质的积累,并缓冲由株高降低引起的地上干物质积累降低量,这与该领域前人的研究结果基本一致[19-21]。

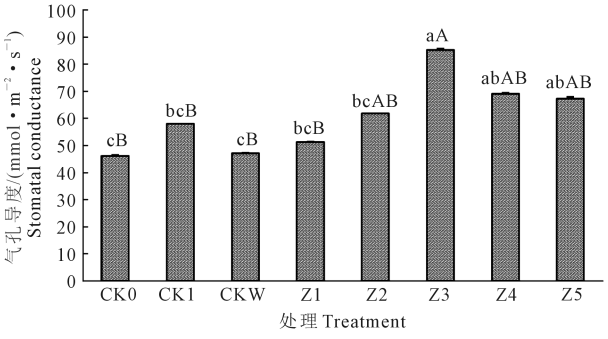

图 2 绿豆专用型种衣剂包衣处理对绿豆苗期气孔导度的影响

Fig.2 Effect of mung bean-specific seed coating agent on stomatal conductance of mung bean seedling

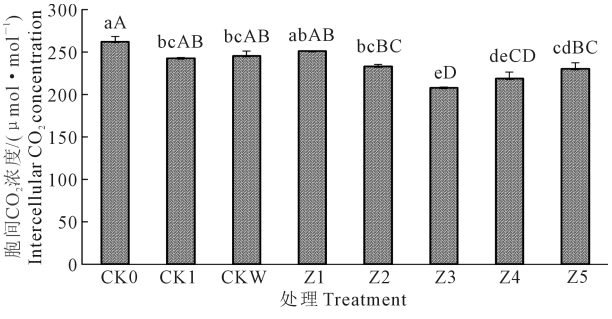

图 3 绿豆专用型种衣剂包衣处理对绿豆苗期胞间 CO_2 浓度的影响

Fig.3 Effect of mung bean-specific seed coating agent on intercellular CO_2 concentration of mung bean seedling

叶绿素含量在一定程度能上反映出绿色植物转换能量、固化物质的能力[22]。本研究表明,随着种衣剂浓度的增大,绿豆苗期叶绿素含量增大,但 Z4 与 Z5 之间相差较小,且未达到显著性水平,表明超过一定限度则绿豆幼苗的叶绿素含量增加幅度降低。

净光合速率、气孔导度和胞间 CO_2浓度是衡量作物光合性能的几个重要指标[23]。本研究表明,随着绿豆专用型种衣剂浓度的增大,绿豆苗期叶片净光合速率和气孔导度显著上升,且二者呈正相关性。进一步分析发现其可能与专用型绿豆种衣剂活性成分中含有烯效唑与生根剂有关。杨文钰等[24]研究表明烯效唑干拌种可以有效提高小麦旗叶后期光合速率,同时各器官中^{14}C 同化物分配比例也获得了调整。张洪鹏等[22]研究表明,叶面喷施烯效唑可以有效缓解大豆因淹水所造成的不利影响,同时还可以提高大豆叶片的光合特性[22]。可见烯效唑对提高植物的光合作用具有重要意义。

种衣剂技术是实现栽培管理轻型化及农业生产节支增收的重要途径[25]。目前的种衣剂在病虫害防治方面主要以添加化学农药为主,而本研究中使用的绿豆专用种衣剂则以添加中草药浸出液为主,且通过本研究发现,其浸出液并未影响其它活性成分对绿豆生长与光合特性的调控作用,因此今后有必要在田间进一步开展绿豆专用种衣剂的防病防虫效果研究,这对当前适应农产品提倡“减肥减药”需求具有积极意义。

参 考 文 献:

[1] 杨玉辉. 不同播种时期对绿豆生长发育及产量的影响[J]. 中国农学通报, 2018, 34(32): 34-38.

[2] 刘建霞, 张晓丹, 王润梅, 等. 6-BA 浸种对盐胁迫下绿豆萌发及幼苗生理特性的影响[J]. 作物杂志, 2018,(1): 166-172.

[3] 郭鹏燕, 王彩萍, 任杰成, 等. 不同地理来源绿豆农艺性状的遗传多样性研究[J]. 作物杂志, 2017,(6): 55-59.

[4] 于崧, 梁海芸, 郭潇潇, 等. 不同基因型绿豆苗期耐盐碱性分析及其鉴定指标的筛选[J]. 干旱地区农业研究, 2018, 36(4): 223-232.

[5] 王兰芬, 武晶, 景蕊莲, 等. 绿豆种质资源成株期抗旱性鉴定[J]. 作物学报, 2015, 41(8): 1287-1294.

[6] 项洪涛, 冯延江, 郑殿峰, 等. 黑龙江省杂粮产业现状及发展对策[J]. 中国农学通报, 2018, 34(6): 149-155.

[7] 贾杰杰. 黑龙江省种植业结构调整潜力研究[D]. 沈阳:东北农业大学, 2015.

(下转第 73 页)