



中国大豆种子处理剂应用现状及研究进展

高宇, 孙晨棋, 罗英, 史树森

(吉林农业大学 植物保护学院/农业农村部大豆病虫害防控重点实验室, 吉林 长春 130118)

摘要: 为充分总结我国大豆种子处理剂的研究和应用现状, 展望发展趋势, 本文对当前正式获批登记产品概况及其防治对象和有效成分进行综述, 系统分析种子处理剂在大豆上应用效果的研究进展, 包括对大豆生长发育的影响、对主要病虫害的防治效果及大豆产量和品质的影响等。并针对目前大豆种子处理剂应用中存在的问题, 探讨了高毒农药替代、多功能复配型种子处理剂、特用型种子处理剂的未来发展趋势。

关键词: 大豆; 种子处理剂; 土壤害虫; 苗期病害

Research and Application Development of Soybean Seed Treatment Agent in China

GAO Yu, SUN Chen-qi, LUO Ying, SHI Shu-sen

(College of Plant Protection, Jilin Agricultural University/Key Laboratory of Soybean Disease and Pest Control (Ministry of Agriculture and Rural Affairs), Changchun 130118, China)

Abstract: In order to review the research and application development of soybean seed treatment agent in China, this paper introduced the general situation of current registration products of soybean seed treatment agent and their control targets and active ingredients. Then the research progress of the application of seed treatment agent on soybean was analyzed, including the effect on the growth and development of soybean seedlings, the control effect on main diseases and pests, and the yield and quality of soybean. Future development trend was also discussed from the aspects of replacing high toxic pesticides, the development of multifunctional ingredients seed treatment agents and special utilized seed treatment agents in the light of the existing problems.

Keywords: soybean; seed treatment agent; soil pest; seedling disease

大豆(*Glycine max*)是世界第四大作物和种植面积最大的油料作物, 稳定或增加国产大豆供给对维护国家粮油安全和农业可持续发展具有重要的战略意义^[1]。有害生物频繁发生一直是大豆高产稳产的重要限制性因素之一^[2-3]。大豆生产的各个阶段都应防止有害生物的危害, 产前对良种进行消毒处理是种子保健和防治出苗期病虫害的有效措施。在我国, 20 世纪 80 年代以前, 直接用农药的粉剂或乳油拌种或浸种是种子处理的主要方法^[4]。在传统拌种或浸种基础上发展起来的种子包衣技术是一种安全有效且操作简便的方法, 也是一种最简单的农药精准施药技术, 作为一项重要的种子加工工序被广泛应用到各种农作物种子生产中^[5-6]。种子处理剂主要有浸种剂(Seed Soaking Agent)、拌种剂(Seed Dressing Agent)和种衣剂(Seed Coating Agent)等。浸种剂和拌种剂共同点是在播种前根据病虫害防治的需要, 用固体农药或者用含有农药的水溶液来处理种子。种衣剂是在浸种剂和拌种剂基础上发展起来的, 是一种特殊的种子处理剂。种

衣剂一般是由农药原药(杀虫剂、杀菌剂等)、微肥、生长调节剂、成膜剂及助剂经特定工艺流程加工制作而成的, 可直接或经复配、稀释后包覆于种子表面形成具有一定强度和通透性的保护层膜的农药制剂^[7]。种衣剂最大优点是在种子外表形成具有一定功能和包覆强度的衣膜(或保护层), 是专为种子加工提供的、节约用药的农药新剂型, 在大豆种植区的推广面积在逐年扩大。本文基于国内大豆种子处理剂相关研究和应用的成果, 对大豆种子处理剂的防治对象及有效成分、研究和应用效果以及发展趋势等进行概述与展望, 以为大豆种子处理剂的深入研发及合理使用提供理论参考。

1 中国大豆种子处理剂概况

1.1 有效成分

通过对中国农药信息网检索统计, 截至 2022 年 1 月 5 日, 在我国已经正式获批登记的大豆种子处理剂共有 56 种, 包括浸种剂 1 种、拌种剂 8 种、种衣剂 47 种^[8]。活性组分包括杀菌剂、杀虫剂、杀线虫

收稿日期: 2022-01-20

基金项目: 财政部和农业农村部: 国家现代农业产业技术体系资助(CARS-04); 吉林农业大学 2021 年省级大学生创新创业训练计划(S202110193065)。

第一作者: 高宇(1983—), 男, 博士, 副教授, 主要从事昆虫生态及害虫综合治理研究。E-mail: gaoy1101@163.com。

通讯作者: 史树森(1963—), 男, 教授, 主要从事农业害虫综合治理与昆虫资源利用研究。E-mail: sss-63@263.net。

剂、生长调节剂、微肥和微生物等有效成分(图1)。针对其靶标防治对象,种子处理剂的有效成分不同,大部分种子处理剂是复配制剂,只有少部分是单剂;具有防治病虫害和补充植株营养等多种功效。

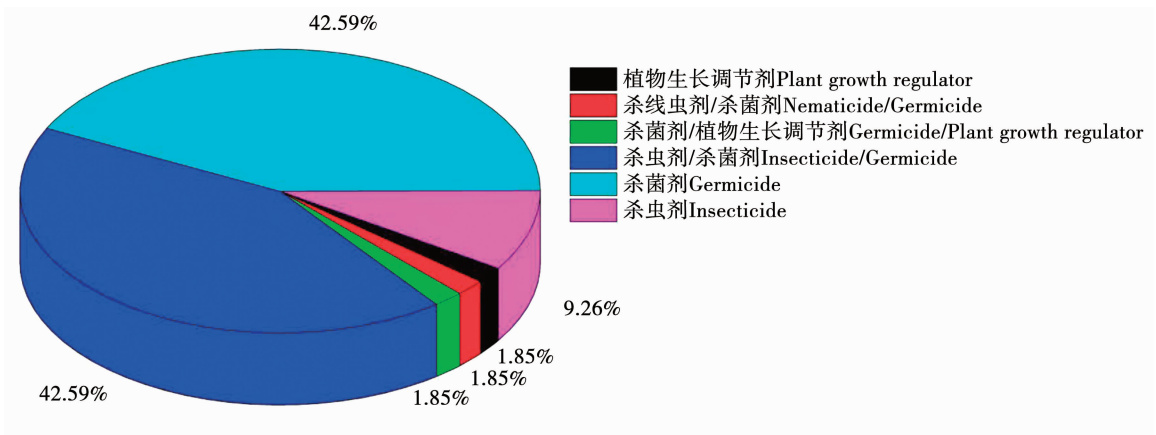


图1 中国大豆种子处理剂登记产品活性成分构成

Fig.1 Active ingredient composition of registered seed treatment agent products on soybean in China

1.2 防治对象

国内现已登记的各类种子处理剂的防治对象不同,包括含有多菌灵、福美双、咯菌腈、精甲霜灵、萎锈灵等杀菌剂和克百威、噻虫嗪等杀虫剂的产品。可防治大豆出苗期病虫害及少数中后期病虫害,主要病害包括根腐病、立枯病、紫斑病和胞囊线虫病,主要虫害包括蛴螬、金针虫、蝼蛄、地老虎、蚜虫、蓟马(表1)。防治大豆根腐病的种子处理剂主要是含咯菌腈、精甲霜灵、萎锈灵、福美双、多菌灵

等杀菌剂成分的种子处理剂产品;防治立枯病的种子处理剂主要是含噁霉灵的产品;防治紫斑病的种子处理剂主要是含乙蒜素的产品;防治大豆蛴螬等地下害虫以及苗期地上蚜虫、蓟马等的种子处理剂主要是含克百威等杀虫剂成分的产品;调节生长种子处理剂目前只有几丁聚糖的产品。应根据当地病虫害种类、发生特点及土壤和气候等条件,选择适宜的高效低毒的大豆专用种子处理剂进行包衣或拌种,可有效控制大豆播种至苗期病虫害危害。

表1 中国大豆种子处理剂代表登记产品
Table 1 Registered seed treatment agent products on soybean in China

| 病虫害类型 Disease and pest type | 防治对象 Control target | 代表登记产品 Representative registered products | 有效成分含量 Active ingredients content |
|--------------------------------|------------------------|--|--|
| 病害 | 根腐病 | 62.5 g·L ⁻¹ 精甲·咯菌腈 | 精甲霜灵/metalaxyl-M 37.5 g·L ⁻¹ 、咯菌腈/fludioxonil 25 g·L ⁻¹ |
| | | 35%多·福·克 | 克百威/carbofuran 10%、福美双/thiram 10%、多菌灵/carbendazim 15% |
| | | 25 g·L ⁻¹ 咯菌腈 | 咯菌腈/fludioxonil 25 g·L ⁻¹ |
| | | 400 g·L ⁻¹ 萎锈·福美双 | 福美双/thiram 200 g·L ⁻¹ 、萎锈灵/carboxin 200 g·L ⁻¹ |
| | 立枯病 | 11%氟环·咯·精甲 | 精甲霜灵/metalaxyl-M 3.6%、咯菌腈/fludioxonil 2.55%、氟啶环菌胺/sedaxane 4.85% |
| | | 13%甲霜·多菌灵 | 甲霜灵/metalaxyl 3%、多菌灵/carbendazim 10% |
| | | 70%噁霉灵 | 噁霉灵/hymexazol 70% |
| | 紫斑病 | 80%乙蒜素 | 乙蒜素/ethylicin 80% |
| | | 35%多·福·克 | 克百威/carbofuran 10%、福美双/thiram 10%、多菌灵/carbendazim 15% |
| | | 35.6%阿维·多·福 | 福美双/thiram 25%、阿维菌素/abamectin 0.6%、多菌灵/carbendazim 10% |
| | 胞囊线虫病 | 20.5%多·福·甲维盐 | 甲氨基阿维菌素苯甲酸盐/emamectin benzoate 0.5%、福美双/thiram 10%、多菌灵/carbendazim 10% |
| | | 吡啶酯·精甲霜·甲维 | 吡啶醚菌酯/pyraclostrobin 1.8%、精甲霜灵/metalaxyl-M 0.5%、甲氨基阿维菌素/abamectin-aminomethyl 0.6% |

续表 1

| 病虫害类型 Disease and pest type | 防治对象 Control target | 代表登记产品 Representative registered products | 有效成分含量 Active ingredients content |
|-----------------------------------|-------------------------|---|--|
| 虫害 | 地下害虫(蛴螬、 地老虎、金针虫、蝼蛄) | 30% 多·福·克 35% 多·福·克 | 克百威/carbofuran 10%、福美双/thiram 10%、多菌灵/carbendazim 10% 克百威/carbofuran 10%、福美双/thiram 10%、多菌灵/carbendazim 15% |
| | 蚜虫 | 35% 噻虫·福·萎锈 | 噻虫嗪/thiamethoxam 15%、福美双/thiram 10%、萎锈灵/carboxin 10% |
| | 蓟马 | 25% 多·福·克 | 克百威/carbofuran 10%、福美双/thiram 10%、多菌灵/carbendazim 15% |
| | | | |

1.3 剂型

国内现已登记的大豆种子处理剂涉及的剂型共 8 种,登记数量依次为悬浮种衣剂 39 个、种子处理悬浮剂 6 个、种子处理乳剂 4 个,其他剂型有种衣剂、水剂、乳油和种子处理干粉剂,合计 5 个(图 2)。

悬浮种衣剂和种子处理悬浮剂占总登记数的 80. 35%,悬浮种衣剂和种子处理悬浮剂为登记开发的主要剂型,而可能危害人体和污染生态环境的粉剂和乳油占比很小,表明环境友好型农药剂型发展迅速。

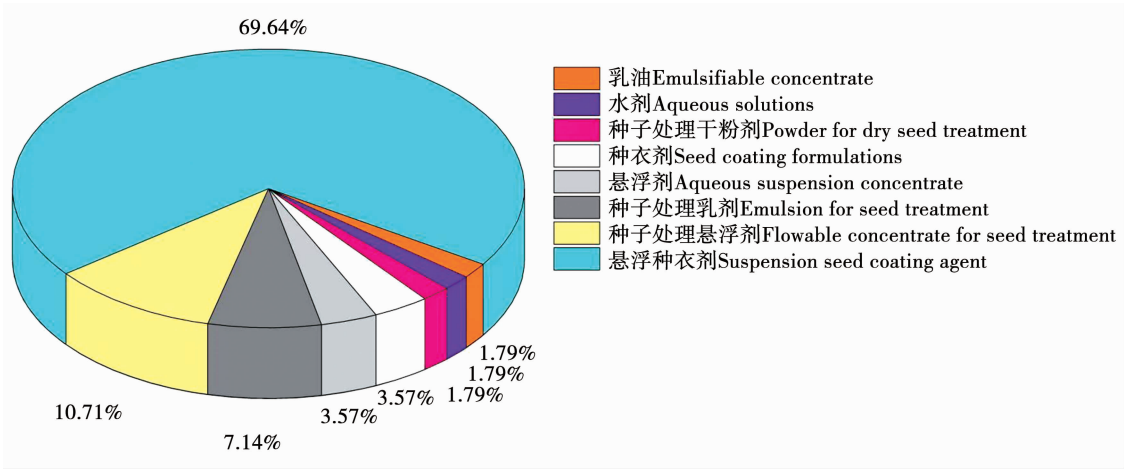


图 2 中国大豆种子处理剂登记产品剂型构成
Fig. 2 Dosage form of registered seed treatment agent products on soybean in China

1.4 毒性

对国内登记的大豆种子处理剂毒性统计结果表明,微毒农药品种 3 个,占登记产品总数的 5. 35%;低毒农药品种 22 个,占比 39. 3%;中等毒农

药品种 3 个,占比 5. 35%;高毒农药品种 28 个,占比 50. 0%(图 3)。在高毒农药品种中,中等毒(原药高毒)9 个、低毒(原药高毒)1 个。说明我国大豆种子处理剂登记产品向毒性更低、更安全的方向发展。

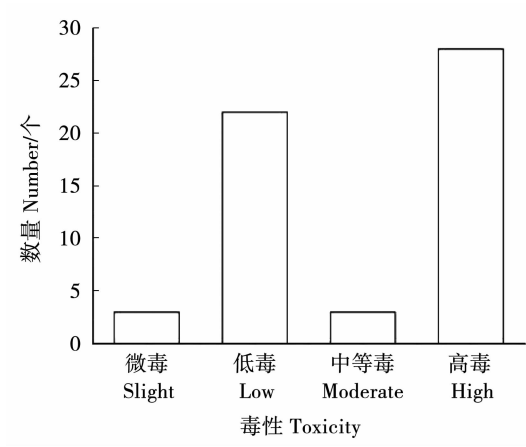


图 3 大豆种子处理剂登记产品毒性
Fig. 3 Toxicity of registered seed treatment agent products on soybean in China

1.5 企业

我国的大豆种子处理剂生产企业遍布在 14 个省(自治区、直辖市)。在大豆使用登记农药数量领先

的中国企业中,黑龙江省企业最多,达 12 家,其次为江苏省 8 家,辽宁省和吉林省各 5 家,河北省 4 家。其中登记农药数量领先的生产企业如表 2 所示。

表 2 中国大豆种子处理剂登记农药数量领先的生产企业

Table 2 Manufacturer with a high number of registered seed treatment agent products in China

| 序号 Number | 登记证持有人 Holder of registration certification | 区域 Area | 登记农药数量 Number of registered pesticides |
|--------------|--|------------|---|
| 1 | 辽宁壮苗生化科技股份有限公司 | 辽宁 | 4 |
| 2 | 瑞士先正达作物保护有限公司 | 北京 | 4 |
| 3 | 齐齐哈尔盛泽农药有限公司 | 黑龙江 | 3 |
| 4 | 北农(海利)涿州种衣剂有限公司 | 河北 | 3 |
| 5 | 黑龙江省佳木斯兴宇生物技术开发有限公司 | 黑龙江 | 2 |
| 6 | 黑龙江省绥化农垦晨环生物制剂有限责任公司 | 黑龙江 | 2 |
| 7 | 沈阳化工研究院(南通)化工科技发展有限公司 | 辽宁 | 2 |
| 8 | 先正达南通作物保护有限公司 | 江苏 | 2 |
| 9 | 吉林省八达农药有限公司 | 吉林 | 2 |
| 10 | 吉林省瑞野农药有限公司 | 吉林 | 2 |
| 11 | 江苏嘉隆化工有限公司 | 江苏 | 2 |
| 12 | 天津科润北方种衣剂有限公司 | 天津 | 2 |

2 大豆种子处理剂的研究和应用

2.1 种子处理剂促进大豆生长发育

使用种子处理剂能够促进种子发芽及幼苗茁壮生长,提高细胞膜的稳定性,增强幼苗的抗衰老性和抗逆性^[9-10]。例如,采用 20% 烯·戊·恶悬浮种衣剂 1.0~2.0 g·kg⁻¹ 处理大豆种子对大豆发芽和出苗没有显著影响,并可降低株高^[11]。用 36.6% 阿维菌素·多菌灵·福美双、40% 卫福和 58% 瑞毒霉·锰锌处理表现出较好的抑菌促苗作用^[12]。生物种衣剂(BSCA-I、BSCA-II)处理后大豆胚根长度和胚根胚轴重量随拌种的浓度增加而增加,明显促进苗期大豆的地上干重,提高光合利用率,以促进大豆苗期的生长^[13]。冯亚楠等^[14]研究表明,生物制剂拌种可以不同程度地增加大豆根长、根鲜重和植株干重。在种衣剂中添加生长调节剂、化控剂、微肥、中药也是提高根系活力的主要措施之一。随着烯效唑拌种浓度的增加,套作夏大豆的田间出苗率、真叶叶面积、地面到子叶节长度和子叶节到真叶节长度逐渐减小,真叶叶绿素 SPAD 值和第一节间茎粗逐渐增加。拌种浓度超过 3.33 mg·kg⁻¹ 时,大豆第一片复叶叶面积、第六片复叶期的地上部分干重显著降低。真叶叶面积、地面到子叶节长度、子叶节到真叶节长度对烯效唑拌种较其他性状敏感^[15]。2 mg·kg⁻¹ 烯效唑拌种有利于增加大豆的净光合速率、气孔导度、干物质积累及叶面积指数等^[16]。烯效唑与矮壮素复配微量元素能提高大豆光合作用气体交换参数、改善荧光指标、促进苗期地下部生长、提高单株荚数和粒数,对大豆生长水

平具有正向促进作用且效果好于单独使用植物生长调节剂^[17]。此外,化控种衣剂还可以提高大豆根系、子叶和真叶中的可溶性糖含量,从而提高大豆幼苗在低温胁迫下的适应能力^[18]。4 mg·kg⁻¹ 烯效唑拌种有利于提高大豆花期抗旱性^[19]。中药(苦参、川楝、黄柏等)-壳聚糖复合种衣剂处理可以促进大豆种子萌发、增加根系量,提高叶绿素含量,降低叶片的细胞膜脂质过氧化程度,有利于清除植物体内的活性氧,减少膜脂质过氧化程度,促进植株对活性氧的清除,延缓大豆植株的衰老^[20]。中药(细辛、青黛等)包衣能提高大豆幼苗超氧化物歧化酶、多酚氧化酶活性,增强蛋白水解酶活性,提高硝酸还原酶活力,促进苗期氮素的吸收与硝酸盐的利用,说明中药包衣剂可通过调节植株体内某些酶的活性,增强其抗逆性^[21]。不同学者研究得出的大豆种子处理剂浓度存在差异,可能与各地气候及土壤条件有关。

2.2 种子处理剂对大豆病虫害的防治

2.2.1 大豆根腐病 使用种子处理剂能够有效控制大豆根腐病的发生^[22]。用 35% 多克福、50% 多菌灵、58% 甲霜灵锰锌等处理种子对大豆根腐病有较好的防治效果;用甲霜灵锰锌处理种子对防治由腐霉菌引起的大豆根腐病有特效^[23]。用 25% 甲霜灵处理种子对大豆疫霉根腐病大面积防治试验效果达 72.3%~82.3%^[24]。20% 烯·戊·恶悬浮种衣剂对大豆尖镰孢和腐皮镰孢根腐病的相对防效均达 83.3% 以上^[11]。8% 烯·丙·阿悬浮种衣剂(96% 烯效唑、96% 丙环唑、97% 阿维菌素)、36.8% 阿多福(阿维菌素·多菌灵·福美双) SC、18% 福克 SC、40% 卫福 SC、35% 多克福等对大豆根腐病均有较好

的防治效果^[25-26]。最新研究显示防控大豆根腐病的拌种药剂宜选择低毒或微毒悬浮种衣剂,如 6.25% 精甲霜灵·咯菌腈、25% 噻虫嗪·精甲霜灵·咯菌腈、27% 噻虫嗪·咯菌腈·苯醚甲环唑等^[27]。

2.2.2 大豆胞囊线虫病 生物种衣剂(Snea253、SN101、SN102、HND1)等对大豆胞囊线虫病有显著的防治效果^[28-29]。SN101 对大豆胞囊线虫病防效(46.51%)显著高于对照种衣剂(重茬丹,主要成分为 BFA 生物制剂 20%)^[30]。SN102 对大豆幼苗生长有一定的促进作用,平均胞囊抑制率为 28.95%~37.80%^[31]。大豆种子经生物种衣剂(Sneb207、Sneb482)发酵液处理后,根内苯丙氨酸解氨酶、多酚氧化酶、过氧化物酶活性较对照均表现上升趋势,总酚含量也有所提高^[32]。

2.2.3 地下害虫和大豆蚜 最初种子处理剂的主要功能就是防治地下害虫(蛴螬、金针虫、蝼蛄、地老虎等),因此有效成分以杀虫剂为主,如由日本株式会社开发的“大扶农”种衣剂。由于农作物根部病虫害往往混合发生,国内开发的大豆种衣剂多在保证杀虫的前提下添加新型杀菌剂、生长调节剂、微肥等,以达到促根保苗的作用,如多·福·克等产品。0.5%~2.5% 苦参碱微粉种衣剂防治潜叶蝇的效果为 73.1%~95%,蛴螬的防治效果为 71.4%~100%。用中国农业大学提供的主要成分为呋喃丹和多菌灵的种衣剂 1 号对大豆种子包衣,对苗期的蚜虫危害具有明显抑制作用,延迟蚜虫危害时期,显著降低蚜虫的数量,抑制地下害虫^[33]。利用 600 g·L⁻¹吡虫啉悬浮剂和 70% 噻虫嗪种子处理可分散粉剂、70% 吡虫啉种子处理可分散粉剂拌种包衣处理能够显著压低苗期大豆蚜虫口基数^[34]。吡虫啉种衣剂可在全年降低大豆蚜发生量,发生高峰期显著降低大豆蚜量^[34]。

2.3 种子处理剂改善大豆产量和品质

研究表明,拌种浓度越高,对套种夏大豆的影响时间越长;适宜浓度的烯效唑拌种可防止大豆倒伏,显著增加大豆产量,同时还有效提升了大豆品质^[15,34]。以施特灵(0.5% 壳聚糖)按种子重量 2.0% 的药剂拌种处理增产效果最显著^[36]。应用种衣剂可促进大豆生育,使大豆增产 11.9% 以上,脂肪和蛋白质总含量增加^[37-39]。种子包衣的有效作用时期大多是在种子萌发期至幼苗期,但并不能在整个生育期内发挥直接作用^[40],而将种子包衣处理与田间科学管理相融合才是大豆高产、优质、高效的根本措施。这需要种植人员依照各地区土壤、气候、病虫害等具体情况和特点,选择适当的处理方法,充分发挥其价值和作用。

3 展望

目前,大豆种子处理剂产品数量远少于玉米、小麦等作物,且存在类型陈旧单一、毒性较高、防效欠佳等问题。使用广泛的杀虫剂如克百威(呋喃丹)等广谱性高毒农药对人、畜和生态环境安全隐患极大。应用高效低毒药剂替代种子处理剂中的高毒药剂,以及开发多种生防菌共存的复合生防药剂和生防菌与化学农药的复合药剂,已成为大豆种子处理剂的发展趋势。

大多数大豆种子处理剂的有效成分含量仅 11%~38%,高达 60% 以上的组成为水,有效成分由低含量向高含量转变后,可以提高使用效率,降低生产和销售成本。目前大多数剂型为悬浮型液体,在运输、贮存等方面存在一定的缺点,剂型将向包括悬浮型在内的多剂型方向发展,如干粉型、超微粉体型、纳米材料等。

我国地域辽阔,大豆种植地区气候和生态条件有很大差异。大豆种子处理剂一般有防治病虫害的功效,在防病治虫的基础上可进一步开发地域化、专用化的种子处理剂,比如抗冷、除草、抗旱、抗酸、抗盐碱、防鼠、抑制除草残效等。虽然我国种子包衣技术研制起步较晚,但是种子处理剂的应用在过去 10 年增长迅速,未来也将继续保持快速增长的势头,因此种子处理剂具有较为广阔的发展前景。

参考文献

[1] 韩天富. 中国现代农业产业可持续发展战略研究(大豆分册)[M]. 北京:中国农业出版社,2016. (HAN T F. Strategy of sustainable development modern agriculture industry of China [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2016.)

[2] FENG H, CHEN J J, YU Z, et al. Pathogenicity and fungicide sensitivity of *Pythium* and *Phytophthium* spp. associated with soybean in the Huang-Huai region of China[J]. Plant Pathology, 2020, 69(6): 1083-1092.

[3] GAO Y, SHI S S, XU M L, et al. Current research on soybean pest management in China[J]. Oil Crop Science, 2018, 3(4): 215-227.

[4] 吴学宏,张文华,刘鹏飞. 中国种衣剂的研究应用及其发展趋势[J]. 植保技术与推广,2003(10): 35-37. (WU X H, ZHANG W H, LIU P F. Research application and development trend of seed coating agent in China [J]. Plant Protection Technology and Extension, 2003(10): 35-37.)

[5] 王雪,卢宝慧,杨丽娜,等. 我国玉米种衣剂应用现状与发展趋势[J]. 玉米科学,2021,29(3): 63-69,75. (WANG X, LU B H, YANG L N, et al. Application and development of maize seed treatment in China[J]. Journal of Maize Sciences, 2021, 29(3): 63-69,75.)

[6] 王娟,吉庆勋,韩松,等. 种衣剂副作用的研究进展[J]. 中国农学通报,2014,30(15): 7-10. (WANG J, JI Q X, HAN S, et

- al. Advance of studies on seed coating agents side effects[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2014, 30(15): 7-10.)
- [7] 吴学宏,刘西莉,王红梅,等.我国种衣剂的研究进展[J].农药,2003,42(5): 1-5. (WU X H, LIU X L, WANG H M, et al. Progressing on the study of seed coating formulations in China[J]. Pesticides, 2003, 42(5): 1-5.)
- [8] 中国农药信息网农药登记数据[EB/OL]. <http://www.icama.org.cn/fwfb/index.jhtml>, 2021-09-01.
- [9] 张树权,董志国,高继堂.包衣大豆萌发期、苗期生理与形态指标研究[J].大豆科学,2000,21(3): 286-290. (ZHANG S Q, DONG Z G, GAO J T. Study on the physiological and morphological index of seedling of chemical coated soybean seeds [J]. Soybean Science, 2000, 21(3): 286-290.)
- [10] 李会珍,赵文志,张剑民,等.生物种衣剂对作物种子发芽及苗期生理特性的影响[J].种子,2009,28(3): 49-51. (LI H Z, ZHAO W Z, ZHANG J M, et al. The effect of biological seed coating on the germination and physiological features of crop seeds [J]. Seed, 2009, 28(3): 49-51.)
- [11] 王奥霖,谭兆岩,王对平,等.20%烯·戊·恶种衣剂研制及对大豆镰孢根腐病的防效[J].植物保护,2019,45(3): 230-236, 244. (WANG A L, TAN Z Y, WANG D Y, et al. Formulation of uniconazole · tebuconazole · hymexazol 20% FSC and control efficacy on *Fusarium* root rot of soybean [J]. Plant Protection, 2019, 45(3): 230-236, 244.)
- [12] 张全党,郭庆元,白丽艳,等.防治大豆根腐病的种子处理用药筛选[J].新疆农业科学,2009,46(1): 106-111. (ZHANG Q D, GUO Q Y, BAI L Y, et al. Screening of seed treatment of preventing and controlling root rot of soybean [J]. Xinjiang Agricultural Sciences, 2009, 46(1): 106-111.)
- [13] 王宏燕,刘书宇,赵福华.生物种衣剂对大豆发芽和苗期生长、光合作用及酶活性的影响[J].东北农业大学学报,2002,33(2): 111-115. (WANG H Y, LIU S Y, ZHAO F H. The effect of biological seed coating agent on the growth, photosynthesis and enzyme of soybean [J]. Journal of Northeast Agricultural University, 2002, 33(2): 111-115.)
- [14] 冯亚楠,李璨,冯乃杰,等.不同植物生长调节剂浸种对大豆幼苗子叶碳代谢的影响[J].大豆科学,2009,28(6): 1016-1020. (FENG Y N, LI C, FENG N J, et al. Effects of seed soaking with plant growth regulators (PGRS) on the carbon metabolism of soybean seedling cotyledon [J]. Soybean Science, 2009, 28(6): 1016-1020.)
- [15] 陈文杰,汤复跃,韦清源,等.不同浓度烯效唑拌种对套作夏大豆农艺性状及产量的影响[J].南方农业学报,2019,50(9): 1960-1966. (CHEN W J, TANG F Y, WEI Q Y, et al. Effects of seeds dressing with uniconazole in different concentrations before sowing on the intercropping summer soybean agronomic characters and yield [J]. Journal of Southern Agriculture, 2019, 50(9): 1960-1966.)
- [16] YAN Y H, WAN Y, LIU W G, et al. Influence of seed treatment with uniconazole powder on soybean growth, photosynthesis, dry matter accumulation after flowering and yield in relaystrip intercropping system [J]. Plant Production Science, 2015, 18(3): 295-301.
- [17] 张春宇,金喜军,张明聪,等.烯效唑与矮壮素复配微量元素拌种对大豆光合生理及产量的影响[J].大豆科学,2020,39(4): 587-594. (ZHANG C Y, JIN X J, ZHANG M C, et al. Effects of S3307 and CCC mixed trace element dressing on the photosynthetic physiology and yield of soybean [J]. Soybean Science, 2020, 39(4): 587-594.)
- [18] 冯乃杰,周学公,郑殿峰,等.不同种衣剂对大豆幼苗抗低温胁迫能力的影响[J].黑龙江八一农垦大学学报,2003,15(2): 28-30. (FENG N J, ZHOU X G, ZHENG D F, et al. The effects of different seed dressing agent on resistance of soybean scion to cold [J]. Journal of Heilongjiang Bayi Agricultural University, 2003, 15(2): 28-30.)
- [19] LIU J, ZHANG J. Effects of seed treatment with uniconazole powder on soybean morphological characteristics and yield under drought stress [J]. Advances in Engineering Research, 2017, 135: 343-348.
- [20] 张娟,徐宁彤,曲琪环,等.中药-壳聚糖复合种衣剂对大豆苗期生理的影响[J].东北农业大学学报,2009,40(3): 40-43. (ZHANG J, XU N T, QU Q H, et al. Effect of composite of traditional Chinese medicine and chitosan seed coating agent on growth of soybean [J]. Journal of Northeast Agricultural University, 2009, 40(3): 40-43.)
- [21] 吴旭红,王春利,牟春宝,等.中药包衣对大豆幼苗酶活性的影响[J].江苏农业科学,2013,41(2): 95-97. (WU X H, WANG C L, MU C B, et al. Effect of traditional Chinese medicine coating on enzyme activity of soybean seedlings [J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2013, 41(2): 95-97.)
- [22] 许艳丽,陈品三,于广武,等.种衣剂防治大豆种苗根部病虫害试验初报[J].现代化农业,1992(8): 9-10. (XU Y L, CHEN P S, YU G W, et al. Preliminary report on the experiment of seed coating agent to control soybean seedling root diseases and insect pests [J]. Modernizing Agriculture, 1992(8): 9-10.)
- [23] 文景芝,杨建华,靳学慧,等.黑龙江省几种常用大豆种衣剂对大豆根腐病的防治效果[J].东北农业大学学报,1997,28(1): 40-44. (WEN J Z, YANG J H, JIN X H, et al. The effectiveness of several seed-coated chemicals usually utilized in Heilongjiang province on soybean root rot [J]. Journal of Northeast Agricultural University, 1997, 28(1): 40-44.)
- [24] 刘惕若.25%甲霜灵种衣剂防治大豆疫霉根腐病效果研究[J].黑龙江八一农垦大学学报,2004(3): 1-4. (LIU T R. Study of the control effect on 25% metalaxyl seed coating in phytophthora root rot of soybean [J]. Journal of Heilongjiang Bayi Agricultural University, 2004(3): 1-4.)
- [25] 张旭丽,邢宝龙,王桂梅,等.不同药剂对大豆根腐病的防治效果[J].山西农业科学,2015,43(8): 1006-1009. (ZHANG X L, XING B L, WANG G M, et al. Study on different drugs on soybean root rot disease control effect [J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2015, 43(8): 1006-1009.)
- [26] 谭兆岩,康泽,黄浩南,等.8%烯·丙·阿悬浮种衣剂研制及对大豆镰孢菌根腐病的防效[J].核农学报,2020,34(5): 954-962. (TAN Z Y, KANG Z, HUANG H N, et al. Development of 8% uniconazole · propiconazole · abamectin suspension seed coating agent and its control effect against *fusarium* root rot of soybean [J]. Journal of Nuclear Agricultural Sciences, 2020, 34(5): 954-962.)
- [27] 叶文武,郑小波,王源超.大豆根腐病监测与防控关键技术研究进展[J].大豆科学,2020,39(5): 804-809. (YE W W, ZHENG X B, WANG Y C. Research progress on key technologies for monitoring and control of soybean root rot [J]. Soybean Science, 2020, 39(5): 804-809.)
- [28] 陈立杰,万传浩,朱晓峰,等.Snea253生物种衣剂防治大豆胞囊线虫的研究[J].大豆科学,2011,30(3): 459-462. (CHEN L J, WAN C H, ZHU X F, et al. Control effects of Snea253

biological seed coating on soybean cyst nematode [J]. Soybean Science, 2011, 30(3): 459-462.)

[29] 杜春梅,李海燕,李晓明,等. HND1 生物种衣剂防治大豆胞囊线虫药效研究 [J]. 大豆科学,2009,28(6): 1126-1129. (DU C M, LI H Y, LI X M, et al. Control effects of HND1 biological seed coating on soybean cyst nematode [J]. Soybean Science, 2009, 28(6): 1126-1129.)

[30] 周园园,王媛媛,朱晓峰,等. 生物种衣剂 SN101 的研制及其对大豆胞囊线虫病的防效 [J]. 中国油料作物学报,2014,36(4): 513-518. (ZHOU Y Y, WANG Y Y, ZHU X F, et al. Development of a biological seed-coating preparation and it's efficiency in prevention of *Heterodera glycines*[J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2014, 36(4): 513-518.)

[31] 刘睿,周园园,闫继辰,等. 新型复合型生物种衣剂 SN102 田间防效研究 [J]. 大豆科学,2017,36(3): 435-440. (LIU R, ZHOU Y Y, YAN J C, et al. Evaluation of novel microbial complex seed-coating agent SN102 for disease control and yield improvement in soybean field [J]. Soybean Science, 2017, 36(3): 435-440.)

[32] 段玉玺,张禹,朱晓峰,等. 根际促生菌诱导大豆抗大豆胞囊线虫的生化机理[J]. 大豆科学,2011,30(3): 442-446. (DUAN Y X, ZHANG Y, ZHU X F, et al. Biochemical mechanism of resistance against soybean cyst nematode induced by plant growth promoting rhizobacteria in soybean [J]. Soybean Science, 2011, 30(3): 442-446.)

[33] 孙克威,杨春玲,姜戈. 种衣剂 1 号对大豆苗期害虫防治效果研究[J]. 中国种业,2002(8):19-20. (SUN K W, YANG C L, JIANG G. Control effect of seed coating agent No. 1 on soybean seedling pests [J]. China Seed Industry, 2002(8): 19-20.)

[34] 徐蕾,赵彤华,钟涛,等. 药剂包衣对苗期大豆蚜防治效果与安全性评价[J]. 应用昆虫学报,2016,53(4): 759-771. (XU L, ZHAO T H, ZHONG T, et al. A safer method of controlling soybean aphids [J]. Chinese Journal of Applied Entomology, 2016, 53(4): 759-771.)

[35] 樊东,鲁冰瑜,杨洪佳,等. 几种绿色方法防治大豆蚜效果研究 [J]. 东北农业大学学报,2020,51(8): 17-23. (FAN D, LU B Y, YANG H J, et al. Study on efficiency of several green control methods on *Aphis glycines* [J]. Journal of Northeast Agricultural University, 2020, 51(8): 17-23.)

[36] 刘显元. 不同药剂拌种对大豆根腐病的防治效果 [J]. 黑龙江农业科学,2011(4): 67-69. (LIU X Y. Effect of seeds dressed with different medicament on controlling soybean root rot [J]. Heilongjiang Agricultural Sciences, 2011(4): 67-69.)

[37] 李宝华. 种衣剂对大豆产量及品质的影响 [J]. 大豆科学, 2003,22(3): 234-235. (LI B H. Effect on seed coating to soybean yield and quality [J]. Soybean Science, 2003, 22(3): 234-235.)

[38] 张树民. 种衣剂对大豆蛋白质及脂肪含量影响的应用研究 [J]. 种子,2013,32(2): 93-94. (ZHANG S M. Studying the influences of seed coating on soybean protein and fat content [J]. Seed, 2013, 32(2): 93-94.)

[39] 郭永霞,孔祥清. 药肥混剂拌种防治大豆苗期病虫害及增产效果的研究 [J]. 农药,2001,40(10): 32-33. (GUO Y X, KONG X Q. Study on seed dressing with medicine and fertilizer mixture to control diseases and insect pests and increase yield of soybean at seedling stage [J]. Pesticides, 2001, 40(10): 32-33.)

[40] 钟长春. 复合生物种衣剂对大豆生长发育的影响及配比优化 [D]. 成都: 四川农业大学,2019. (ZHONG C C. Effect of compound biological seed coating formulation on growth and development of soybean and optimization of the ratio [D]. Chendu: Sichuan Agricultural University, 2019.)

欢迎订阅 2023 年《大豆科学》

《大豆科学》是由黑龙江省农业科学院主管、主办的大豆专业性学术期刊,被国内外多家重要数据库收录的核心期刊。主要刊登有关大豆遗传育种、品种资源、生理生态、耕作栽培、植物保护、营养肥料、生物技术、食品加工、药用功能及工业用途等方面的学术论文、科研报告、研究简报、国内外研究述评、学术活动简讯和新品种介绍等。

《大豆科学》为双月刊,16 开本,国内外公开发行。国内每期定价:40.00 元,全年 240.00 元,邮发代号:14-95。国外每期定价:40.00 美元(含邮资),全年 240.00 美元,国外邮发代号:Q5587。全国各地邮局均可订阅。

地址:哈尔滨市松北区创新三路 800 号国际农业科技创新中心 1321 室
邮编:150023
电话:0451-51522862
网址: <http://ddkx.haasep.cn>
E-mail: soybeanscience@vip.163.com

