



大豆症青综合危害因子的研究进展

王大刚¹,于国宜²,陈圣男^{1,3},李杰坤¹,吴倩¹,胡国玉¹,黄志平¹

(1. 安徽省农业科学院 作物研究所/安徽省农作物品质改良重点实验室,安徽 合肥 230031; 2. 安徽农垦龙亢农场,安徽 蚌埠 233426; 3. 福建农林大学 根系生物学研究中心,福建 福州 350002)

摘要:近年来大豆症青在黄淮海地区发生较为普遍且呈愈发严重趋势,严重影响大豆的产量和品质。大豆症青主要表现为大豆进入成熟期后,部分或全部豆荚未鼓粒或鼓粒不完全,豆荚、叶片和茎秆等一直保持绿色的症状。根据前人报道及调查分析发现,黄淮海地区大豆症青的主要症状类型有无症状整株症青、矮缩症青和部分复合症青3种类型。本文根据不同症状类型分析了导致不同症状大豆症青的危害因子。综合分析认为黄淮海地区大豆症青除部分地区与气候异常或土壤营养失衡有关外,主要是由大豆病毒和虫害协同侵染所致。此外,针对主要危害因子提出大豆症青综合防控技术措施,主要从品种改良、种衣剂拌种、农药化肥优化、土壤改良等方面进行实施。

关键词:大豆;症青;病毒;虫害;综合防控

Research Progress on Comprehensive Hazard Factors of Soybean Staygreen Syndrome

WANG Da-gang¹, YU Guo-yi², CHEN Sheng-nan^{1,3}, LI Jie-kun¹, WU Qian¹, HU Guo-yu¹, HUANG Zhi-ping¹

(1. Crop Institute of Anhui Academy of Agricultural Sciences/Key Laboratory of Crop Quality Improvement of Anhui Province, Hefei 230031, China; 2. Anhui Longkang Farm of Land-Reclamation, Bengbu 233426, China; 3. Root Biology Center, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China)

Abstract: In recent years, soybean staygreen syndrome is becoming a serious threat to summer soybean production in Huang-Huai-Hai Region, which has seriously affected the yield and quality of soybean. The main symptoms of soybean staygreen syndrome are that some or all of the pods do not bulge or bulge incompletely, and the pods, leaves and stems remain green after the soybean enters the mature stage. According to previous reports and investigation, the three main symptom types of soybean staygreen in Huang-Huai-Hai Region are asymptomatic whole plant staygreen syndrome, dwarf staygreen syndrome and composite staygreen syndrome. This paper studied and analyzed the risk factors of soybean staygreen with different symptoms. Comprehensive analysis showed that soybean staygreen in Huang-Huai-Hai Region was mainly caused by the synergistic infection of soybean virus and insect pests, except that some areas were related to climate abnormalities or soil nutrient imbalance. According to the main hazard factors, the comprehensive prevention and control technical measures of soybean staygreen syndrome are put forward, which are mainly implemented from the aspects of variety improvement, seed dressing agent, pesticide and chemical fertilizer optimization, soil improvement and so on.

Keywords: Soybean; Staygreen syndrome; Virus; Insect pest; Comprehensive control

大豆症青,俗称贪青^[1]、倒青^[2],主要表现为大豆正常成熟时,植株或部分分枝仍然叶绿、枝青,有荚但豆荚空瘪或者籽粒瘪烂的现象^[3,4]。研究发现大豆症青可能是籽粒发育停滞导致植株源流库严重失调而产生的生理性症状^[5]。症青现象除了在大豆上有发生外,在小麦^[6-7]、玉米^[8]和水稻^[9-10]等作物上也时有发生,严重影响作物的产量和品质。大豆症青的出现最早可追溯到20世纪80年代^[1],主要在黄淮海地区零星分布^[11-12],未造成普遍危害。然而近年来,大豆症青在黄淮海地区呈爆发式发生,造成大豆普遍减产,严重时可造成大面积减

产甚至颗粒无收^[4,12]。目前大豆症青发生仍较为普遍,是黄淮海地区大豆生产上急需解决的重要问题^[12-13]。对于造成大豆症青的危害因子,部分学者研究表明点蜂缘蝽可能是主要因子之一^[3,12-13]。此外,还有大豆病毒危害^[14]、土壤营养失衡^[15]、气候异常^[16-17]及品种晚熟、密度过大^[3]等因子。针对上述导致大豆症青的危害因子,本文一方面对其研究进展进行综合分析,另一方面结合大豆症青的发生状况,全面梳理导致大豆症青的不同危害因子的轻重程度及相互之间可能的协同危害,从而为大豆症青的综合防控提供参考。

收稿日期:2021-04-16

基金项目:安徽省重点研发计划(202004a06020034);安徽省农业科学院大豆遗传改良团队项目(2021YL010);国家大豆产业技术体系建设专项资金(CARS-04-PS07)。

第一作者:王大刚(1979—),男,博士,副研究员,主要从事大豆抗病遗传育种研究。E-mail:smvwang@163.com。

通讯作者:黄志平(1969—),男,硕士,研究员,主要从事大豆遗传育种工作。E-mail:hzhpsoy@163.com。

1 大豆症青的主要类型

根据本课题组多年对大豆症青的研究结合实地调查及有关文献报道^[3-4,12-14]发现,目前黄淮海地区大面积出现的大豆症青主要有以下3类:一是无症状整株症青,这部分症青的田块大豆前期长势正常,植株表现正常,未见明显病害症状及虫害活动,但鼓粒期不能正常鼓粒,豆荚表面青绿完好,籽粒达到芝麻粒大小的时候基本停止生长,部分发白、发黄、枯萎,部分仍青绿(图1A)。整株几乎无一正常籽粒、全株无膨粒荚。

二是矮缩症青:植株显著矮小,叶片浓绿、变厚,叶柄及主茎节间距明显缩短(图1B)。大豆3片

复叶时即能显症,随着大豆生长,症状越来越明显,常导致大豆开花少或不开花,全株结荚少或不结荚,豆荚皱缩成簇。矮缩症青在早期即有表现,但由于防控不理想,症青逐渐加重,导致整株不结荚,发病大豆叶色浓绿、发黑,后期发紫,呈症青状。

三是部分复合症青:主要指发生症青的大豆田块部分植株正常结实,部分植株表现无症状整株症青或矮缩症青,还有一部分大豆植株部分分枝或主茎豆荚不能正常鼓粒或完全不鼓粒(图1C),而其他分枝或主茎能够正常成熟结荚。综合上述主要大豆症青症状分析来看,推测大豆症青可能是多种危害因子共同胁迫导致的综合发病症状。



图1 大豆症青的主要表现类型
Fig. 1 The typical types of soybean staygreen syndrome

2 大豆症青的主要危害因子

2.1 虫害

早期调查发现,大豆贪青晚熟可能是由豆秆蝇危害造成^[18]。郭建秋等^[19]通过喷施高效氯氰菊酯防治虫害研究发现,大豆症青株率和瘪率显著降低,由此推测大豆症青可能与虫害有关。张华敏等^[20]对2018年河南洛阳发生大豆症青的田块进行调查发现,点蜂缘蝽等虫害是导致大豆症青的主要因子之一。研究发现除了点蜂缘蝽,其它蝽类危害对豆荚和籽粒也有较大影响^[21-22]。此外,蚜虫危害

也可导致大豆症青^[23]。莫先树等^[5]推测大豆植株部分分枝出现症青的现象可能与危害花荚的害虫频繁活动有关。

点蜂缘蝽只取食鼓粒的豆荚,而不取食没有籽粒的豆荚,即点蜂缘蝽只危害有籽粒的豆荚^[14]。点蜂缘蝽一般在大豆开始结实时进行群集为害,受害豆荚上常留有针孔状黑褐色圆点,造成大豆荚而不实或形成瘪粒、畸形,严重时全株枯死,颗粒无收^[22]。平均单株大豆接种点蜂缘蝽1.5头及以上的百粒重损失率显著高于1头,而1头与0.5头接种效果之间无显著差异,点蜂缘蝽在R4期(盛荚

期)危害大豆导致植株症青的发生概率最高^[13,24]。莫先树等^[5]研究发现,由点蜂缘蝽导致的大豆症青在植株上部的虫口密度很大,上部节位荚果全部受害,籽粒基本没有正常发育,而下部部分荚果表面鼓粒正常,但剖开后籽粒出现滞育软化或发黑^[5]。

吕哲源等^[25]调查发现,2019年河南临颍县发生大面积症青,田块点蜂缘蝽密度为平均每百株0.4头,虫口密度较小,发生程度偏轻,推测其造成的直接和间接危害不足以导致大面积豆田出现有荚无粒现象。对点蜂缘蝽导致症青的春大豆田周围的夏大豆田调查表明,随着与春大豆田距离的增大,夏大豆的症青症状显著降低,在春大豆田24 m以外没发现具有症青症状的植株^[26],由此可推测仅靠点蜂缘蝽的危害不会导致症青大面积发生和蔓延。

田间试验表明,在普遍发生大豆症青的年份,防虫对预防症青的效果非常有限,莫先树等^[5]认为点蜂缘蝽等虫害是否为黄淮海夏大豆症青的主因还有待商榷。罗家传等^[14]研究表明,针对河南省黄泛区三分场的大豆田块虫害喷施药剂3~5次,但大豆症青仍普遍发生。刘健等^[23]在2019年通过接虫试验发现,接虫田块并未出现大豆症青,据此推测2019年黄泛区农场夏大豆大面积症青可能不是点蜂缘蝽引起的。杜霄力等^[27]调查阜阳地区大豆症青发现,出现症青的田块,除了有粉虱、点蜂缘蝽等害虫外,还有病毒病的发生。

2.2 病毒

据研究报道,在美国有100多种植物病毒能够侵染大豆,在中国也有50多种^[28],其中有24种大豆病毒对大豆生产具有潜在的危害^[29]。大豆植株感染病毒后,对大豆花粉形成及活力都有明显的影响,常会导致大豆植株矮化、叶片卷缩、花叶、黄化、豆荚畸形等症状^[30-31]。大豆病毒通过种子带毒形成初侵染源,传播、扩散和再侵染的介体昆虫主要有蚜虫、烟粉虱和蓟马等^[31]。

大豆蚜虫以非持久的方式传播病毒,烟粉虱刺吸大豆传染的病毒可引起大豆生殖生长被阻断,导致营养生长过剩,造成大豆“有荚无粒”或瘪粒、瘪荚等症青症状,出现大面积减产绝收现象^[25]。调查发现,大豆矮缩症青主要是“三虫”即蚜虫、飞虱、叶蝉传播大豆病毒引起的^[23,32]。

Langham等^[33]研究分析发现侵染大豆的病毒病是由多种病毒复合侵染造成的。在病毒检测过程中发现,病毒复合侵染的数量占检测样品总数的18.75%。烟草环斑病毒(Tobacco ringspot virus, TRSV)的宿主范围非常广泛,除了豆科植物外,还有

瓜类、花卉和烟草等^[33-35]。大豆感染TRSV后的症状会很快消失^[33,36],但受感染的大豆会延迟成熟或无法成熟^[33],即表现为大豆无症状整株症青。

2.3 气候异常

大豆开花授粉的适宜温度为20~25℃,超过35℃雄蕊就会死亡,从而导致雌蕊无法受精或受精不完全,进而出现肉荚、瘪荚等现象^[37]。早期研究发现高温干旱是导致大豆贪青瘪荚的主要原因^[1]。雷全奎等^[38]综合调查分析认为气候异常是造成豫西夏大豆荚而不实发生的主要原因之一。

大豆开花至鼓粒期如遇连续干旱,会造成大量落花落荚及鼓粒困难,生殖生长迟缓,出现花而不实、有荚无粒现象^[24,39]。如果遭遇中度以上干旱,空荚率变高,即便轻度干旱也会造成较差的产量表现^[40]。张华敏等^[20]对2018年河南洛阳发生大豆症青的田块进行调查发现,开花结荚期遇高温天气导致的大豆症青占比最大。

莫先树等^[5]根据杨凌多年大豆生产数据和气象数据分析认为,该地区出现的极端气温胁迫可能是导致大豆症青的主要原因,同时发现2018年洛阳试验点大豆籽粒败育最有可能的原因是结荚期高温胁迫。吕哲源等^[25]研究发现河南省临颍的大豆症青是由高温干旱诱发的。肖俊红等^[17]认为大豆开花期连续高温(30℃以上)破坏了花粉和胚珠的功能,进而导致受精失败,抑制了花粉发育并导致败育,出现大面积症青现象,山西晋南地区大豆症青发生的主要原因是开花结荚期持续高温。由此可见,高温干旱等异常天气对大豆开花结荚影响明显,但不同大豆品种间存在差异^[23]。

2.4 营养失衡

大豆虽然具有固氮作用,能从土壤吸收大部分的氮素营养,但是适量增施氮磷钾等营养元素对大豆的正常生长也是必要的。孟全伟^[41]调查发现,氮肥用量加大,而磷肥用量不足时,会导致大豆鼓粒困难,出现贪青瘪荚不实。研究发现,大豆除受氮磷钾等大量元素影响外,还与中微量元素息息相关,如缺失硼、钼、镁和铁等微量元素将严重影响大豆的生长发育,易遭受病虫害的侵染^[42]。

调查发现,豫东平原夏大豆发生荚而不实与土壤缺硼有关^[15,43]。通过研究黄淮平原夏大豆1~4年迎茬大豆发现,单株空荚发生率增加8.8~35.3百分点,迎茬大豆土壤速效性磷、钾、硼等大量、微量营养元素含量明显亏缺^[42]。

对部分大豆品种喷施硼酸后出现大豆症青株率下降、瘪荚率下降、相对单株产量提高的趋势^[44]。土壤酸化,有效钼、硼等必需营养元素失衡可能是

形成大豆空荚瘪荚的主要因子之一^[25]。2018 年对河南洛阳的大豆症青植株的调查发现,部分症青植株与缺硼症状吻合,进一步分析发现田间土壤有效硼含量较正常水平($0.39 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)低 49.6%^[20]。

2.5 其它因子

对黄淮夏大豆产区大豆迎茬土壤微生物组成的研究发现,土壤微生物受到不良影响可能是导致大豆荚而不实情况较严重的一个间接土壤环境因素^[42]。对河南黄泛农场 2019 年大豆症青严重区域调查发现,品种间的症青差异较大,但在症青轻发区,品种间差异则不大^[14]。此外,盲目引种、有效积温不足都会引起贪青不熟^[18]。种植密度过大,播期过晚,过量和过晚施用氮肥也是导致大豆症青发生的原因^[20,45]。

3 讨论与展望

综上,根据本课题组的实地调查结合多位学者的研究结果分析推测,点蜂缘蝽可能只是导致大豆症青的危害因子之一,病毒危害、气候异常及营养元素缺失等也是导致大豆症青发生的重要危害因子,特别是病毒与害虫的共同危害叠加不良气候的影响也许是导致近几年黄淮海发生大面积症青的主要原因。针对主要危害因子和笔者近几年的试验结果并结合前人的经验报道,就黄淮海大豆症青防控提出以下技术措施。

3.1 加强抗/耐症青大豆新品种的选育

大豆症青是病毒虫害等危害因子复合协同侵染导致的库源严重失调而产生的生理性症状^[5]。研究发现点蜂缘蝽对大豆品种有一定的偏好性、选择性,由点蜂缘蝽导致的大豆症青在不同品种间具有差异性^[12]。郭建秋等^[44]研究表明,大豆不同品种发生症青的严重程度不同,且品种间差异显著。华方静等^[46]研究发现自然条件下不同大豆品种荚而不实情况及发病群体的瘪荚率存在显著差异,豫豆 25 号的瘪荚率最高,达到 90.96%,冀黄 13 的瘪荚率最低,仅为 6.26%,说明不同大豆品种对症青的反应存在差异,大豆荚而不实的发生与品种遗传特性有关。杨梦园等^[47]研究表明,基因型、环境、基因型和环境互作均对大豆瘪荚率有极显著影响。

因此,应从大豆品种改良的源头上阻断大豆症青的发生。针对气候异常现象,筛选花荚期耐高温大豆品种是应对高温胁迫所致大豆症青现象的最经济、有效的办法^[17]。康军科等^[48]和刘清丽^[49]研究发现不同品种间瘪荚率差异显著,偏晚熟或综合

抗性较差的品种容易出现瘪粒、空粒现象^[50]。房春兴等^[51]发现金豆 99 综合农艺性状优异,抗性好,是难得的耐症青高产大豆新品种。笔者在调查研究中发现,高产品种皖豆 37 对大豆症青具有较好的抗性表现。

3.2 利用种衣剂拌种,合理喷施农药

有研究表明种子包衣对抑制症青病情效果明显^[14]。张慎举等^[15]发现采用硼肥拌种、作基肥及根外喷施能降低大豆荚而不实症状的发生率。李伟华等^[52]发现通过增施植物生长调节剂三十烷醇、784-1 和 ABT 生根粉 5 号等可有效减少大豆荚而不实情况的发生。因此,针对不同危害因子导致的大豆症青需筛选具有不同针对性的种衣剂,对于病毒及害虫协同侵染导致的大豆症青,需要选用复合型的种衣剂,以复配出最佳的防治效果并进行示范推广。

及时防治病虫害是降低大豆荚而不实的有效措施^[46]。徐彩龙等^[11]建议从大豆开花期开始进行点蜂缘蝽防治,每隔 7~10 d 喷 1 次、连喷 2~3 次杀虫剂,可有效防止大豆田间症青发生。常丽丹等^[53]研究结果显示,喷施 3 次高效氯氰菊酯对防治大豆症青的效果最好。但在普遍发生症青的年份,防虫对预防症青的效果非常有限^[5]。仅针对点蜂缘蝽的用药不能完全预防大豆症青的出现。因此,为节约成本,减少对环境的污染,应合理控制用药次数,增加防治病毒和传毒昆虫的生物药剂,进行田间病虫害实时预警,把握关键时期,将病毒、传毒介体及症青害虫协同防控,统防统治。

3.3 改良土壤结构,优化栽培技术

黄淮海大豆种植历史悠久,重迎茬严重,土壤微生物环境遭到破坏,土壤营养元素失衡、土壤酸化明显^[42]。郭建秋等^[44]研究发现豫西地区重茬地块大豆症青株率平均为 31.70%,正茬地块大豆症青株率平均为 1.01%,两者差异达极显著水平。由此来看,种植大豆应进行合理轮作,通过土壤结构的改良避免土壤营养元素比例失调,从而减少病虫害,减轻豆荚空瘪率^[46,54]。

大豆施肥需按照“适施氮肥,增施有机肥,配施磷钾肥和微肥”的栽培技术原则,通过测土配方技术,科学确定氮、磷、钾施肥量,合理增施硼、钼等微肥,做到平衡施肥^[46,55]。通过对迎茬重茬、土壤瘠薄或前茬施肥数量较少的田块,增施农家肥、有机肥 3~5 $\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$,为大豆生长形成良好的土壤环境^[54,56]。

参考文献

[1] 汪家祥,杨明星,邓道生.大豆贪青秕荚成因及预防措施[J].河南农业科学,1982(9):20. (Wang J X, Yang M X, Deng D S. The cause of soybean over-green growth and useless pods and the way of prevention [J]. Journal of Henan Agricultural Sciences, 1982(9):20.)

[2] 吴燕梅.石家庄地区大豆倒青原因分析[J].现代农村科技,2009(5):12. (Wu Y M. Analysis on the causes of soybean staygreen syndrome in Shijiazhuang area [J]. Modern Rural Science and Technology, 2009(5):12.)

[3] 郭建秋,马雯,雷全奎,等.黄淮海夏大豆“症青”现象发生原因初步探讨[J].河南农业科学,2012,41(4):45-48,53. (Guo J Q, Ma W, Lei Q K, et al. Tentative analysis of Zhengqing phenomena of soybean in the Huanghuai valleys [J]. Journal of Henan Agricultural Sciences, 2012, 41(4):45-48, 53.)

[4] Li K, Zhang X X, Guo J Q, et al. Feeding of *Riptortus pedestris* on soybean plants, the primary cause of soybean staygreen syndrome in the Huang-Huai-Hai river basin [J]. The Crop Journal, 2019, 7(3):360-367.

[5] 莫先树,梁家铭,李得孝,等.黄淮海夏大豆田“症青”的成因探析及预防[J].大豆科学,2019,38(5):770-778. (Mo X S, Liang J M, Li D X, et al. Exploring the causes and precautions of soybean staygreen syndrome in Huang-Huai-Hai regions [J]. Soybean Science, 2019, 38(5):770-778.)

[6] 谢鼎言.贪青、早衰与小麦粒重[J].农业科技通讯,1979(4):5. (Xie D Y. Over-green growth, premature senescence and grain weight [J]. Bulletin of Agricultural Science and Technology, 1979(4):5.)

[7] 王维,张建华,杨建昌,等.适度土壤干旱对贪青小麦茎鞘贮藏性糖运转及籽粒充实的影响[J].作物学报,2004,30(10):1019-1025. (Wang W, Zhang J H, Yang J C, et al. Effects of controlled soil drought on remobilization of stem-stored carbohydrate and grain filling of wheat with unfavorably-delayed senescence [J]. Acta Agronomica Sinica, 2004, 30(10):1019-1025.)

[8] 闫虹.玉米贪青晚熟该咋办[J].农家参谋,2006(6):9. (Yan H. What to do if the corn is over-green growth and late maturity [J]. The Farmers Consultant, 2006(6):9.)

[9] 蒋彭炎,冯来定,俞美玉,等.水稻发生贪青的原因和防止途径探讨[J].中国农业科学,1989,22(4):33-40. (Jiang P Y, Feng L D, Yu M Y, et al. The cause of rice over-green growth and the way of prevention [J]. Scientia Agricultura Sinica, 1989, 22(4):33-40.)

[10] 王威,胡斌,储成才. OsNRT1.1A:解决水稻高氮下“贪青晚熟”的关键基因[J].遗传,2018,40(3):257-258. (Wang W, Hu B, Chu C C. OsNRT1.1A: A key gene to solve the problem of over-green growth and late maturity under high nitrogen in rice [J]. Hereditas, 2018, 40(3):257-258.)

[11] 徐彩龙,韩天富,吴存祥.黄淮海夏大豆症青发生原因探讨与防治技术[J].大豆科技,2019(3):22-28. (Xu C L, Han T F, Wu C X. Discussion on the causes of staygreen syndrome for summer soybean and its preventive methods in the Huang-Huai-Hai

region [J]. Soybean Science & Technology, 2019(3):22-28.)

[12] 高宇,史树森.大豆“荚而不实”型“症青”与蛱类害虫为害的相关性及防控策略[J].大豆科学,2019,38(4):650-655. (Gao Y, Shi S S. The relationship between staygreen syndrome in soybean and stink bugs and preventive strategy [J]. Soybean Science, 2019, 38(4):650-655.)

[13] 李文敬,高宇,胡英露,等.点蜂缘蝽 (*Riptortus pedestris*) 为害对大豆植株“症青”发生及产量损失的影响[J].大豆科学,2020,39(1):116-122. (Li W J, Gao Y, Hu Y L, et al. Effects of the *Riptortus pedestris* on staygreen syndrome and yield of soybean [J]. Soybean Science, 2020, 39(1):116-122.)

[14] 罗家传,史树森,刘健,等.大豆症青原因浅析[J].农业科技通讯,2020(3):143-146. (Luo J C, Shi S S, Liu J, et al. Analysis on the causes of soybean staygreen syndrome [J]. Bulletin of Agricultural Science and Technology, 2020(3):143-146.)

[15] 张慎举,宋忠利,侯乐新.豫东潮土区夏大豆发生荚而不实与硼素营养效应研究[J].河南农业科学,2006,35(8):59-62. (Zhang S J, Song Z L, Hou L X. Effects of boron nutrition on podding but not bearing of summer soybean in tidal soil area of Eastern Henan Province [J]. Journal of Henan Agricultural Sciences, 2006, 35(8):59-62.)

[16] 张慎举,侯乐新.干旱胁迫条件下夏大豆荚而不实发生机理研究[J].华北农学报,2005,20(5):61-63. (Zhang S J, Hou L X. Study on the cause mechanism for pods without peas in soybean under drought stress [J]. Acta Agriculturae Boreali-Sinica, 2005, 20(5):61-63.)

[17] 肖俊红,卫玲,刘博,等.晋南夏大豆“症青”现象发生原因分析[J].山西农业科学,2020,48(8):1305-1308,1312. (Xiao J H, Wei L, Liu B, et al. Analysis on the cause of greenness symptoms phenomenon of summer soybean in Southern Shanxi [J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2020, 48(8):1305-1308, 1312.)

[18] 赵永莉,马伟东,魏新田.大豆贪青晚熟的原因及预防对策[J].现代农业科技,2009(19):84,86. (Zhao Y L, Ma W D, Wei X T. The causes of over-green growth and late maturity of soybean and preventive strategy [J]. Modern Agricultural Science and Technology, 2009(19):84, 86.)

[19] 郭建秋,张向召,马雯,等.夏大豆瘪荚率的遗传分析[J].河南农业科学,2012,41(2):50-53. (Guo J Q, Zhang X Z, Ma W, et al. Genetic analysis on useless pod rate of summer soybean [J]. Journal of Henan Agricultural Sciences, 2012, 41(2):50-53.)

[20] 张华敏,刘建平,卢西平,等.2018年河南洛阳夏播大豆症青发生情况及防控措施[J].中国植保导刊,2019,39(7):57-59. (Zhang H M, Liu J P, Lu X P, et al. Incidence and preventive measures of summer soybean staygreen syndrome in Luoyang, Henan in 2018 [J]. China Plant Protection, 2019, 39(7):57-59.)

[21] 陈菊红,毕锐,黄佳敏,等.不同蛱类为害对大豆生长发育及产量影响的差异性分析[J].大豆科学,2018,37(4):585-589. (Chen J H, Bi R, Huang J M, et al. Analysis on the different effects of different stinkbugs infestations on growth and yield of soybean [J]. Soybean Science, 2018, 37(4):585-589.)

[22] 高宇,陈菊红,史树森.大豆害虫点蜂缘蝽研究进展[J].中国油料作物学报,2019,41(5):804-815. (Gao Y, Chen J H, Shi S

S. Research progress on soybean stink bug (*Riptortus pedestris*) [J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2019, 41 (5): 804-815.)

[23] 刘健,祁丽敏,沈庆花,等. 不同时期播种对大豆症青率及产量的影响[J]. 大豆科技,2020(3):16-25. (Liu J, Qi L M, Sheng Q H, et al. Effect of sowing in different stages on soybean disease rate and yield[J]. Soybean Science & Technology, 2020(3):16-25.)

[24] Li W J, Gao Y, Hu Y L, et al. Field cage assessment of feeding damage by *Riptortus pedestris* on soybeans in China[J]. Insects, 2021, 12 (255) :1-12.

[25] 吕哲源,陈佩英. 2019 年临颖夏大豆有荚无粒大面积减产绝收原因分析[J]. 陕西农业科学, 2020, 66(10) :81-85. (Lyu Z Y, Chen P Y. Analysis of large area of summer soybean yield-reduction and no harvest caused by full pod without grains in Linying in 2019 [J]. Shaanxi Journal of Agricultural Sciences, 2020, 66(10) :81-85.)

[26] 姜磊,王路路,沈维良,等. 症青对大豆农艺性状与产量的影响及防治对策[J]. 辽宁农业科学, 2020 (5):24-27. (Jiang L, Wang L L, Sheng W L, et al. Effects of staygreen syndrome on agronomic characters and yield of soybean and its countermeasures [J]. Liaoning Agricultural Sciences, 2020(5) :24-27.)

[27] 杜霄力. 阜阳地区夏大豆症青发生情况调查及防治技术[J]. 大豆科技, 2020(5) :46-48. (Du X L. Occurrence investigation of staygreen syndrome for summer soybean and pest control technology in Fuyang[J]. Soybean Science & Technology, 2020(5) :46-48.)

[28] 智海剑. 大豆对大豆花叶病毒抗侵染和抗扩展特性的鉴定、遗传和利用研究[D]. 南京:南京农业大学, 2005. (Zhi H J. Evaluation, inheritance and utilization of resistance in infection and resistance in development to soybean mosaic virus [D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2005.)

[29] Tolin S A, Lacy G H. Viral, bacterial, and phytoplasmal diseases of soybean[M]//ASA-CSSA-SSSA. Soybean: Improvement, production, and uses, 3rd ed. Madison: WI, 2004 :765-819.

[30] 陶庭典,濮祖芹,濮祖茂. SMV 对大豆花粉表面的污染及对花粉活力的影响[J]. 中国病毒学, 1991, 6 (3):232-235, 285. (Tao T D, Pu Z Q, Pu Z M. Surface contamination of soybean pollen by SMV and effect of virus on pollen activity[J]. Virologica Sinica, 1991, 6(3) :232-235, 285.)

[31] 高宇,史树森. 大豆病毒病介体昆虫研究概况[J]. 大豆科技, 2020 (1):49-54. (Gao Y, Shi S S. Overview of soybean virus vector insect research [J]. Soybean Science & Technology, 2020 (1) :49-54.)

[32] 李莹. 永城市夏播大豆症青、死棵的预防措施[J]. 河南农业, 2019(28) :30. (Li Y. The preventive measures of summer soybean staygreen syndrome and dead plants in Yongcheng [J]. Henan, Agriculture, 2019(28) :30.)

[33] Langham M A C, Strunk C L. Viral diseases of soybeans [M]//iGrow soybeans: Best management practices for soybean production Clay D E, Carlson C G, Clay S A, et al. Brukin; South Dakota State University Extension, 2013 :541-554.

[34] 王成坤. 侵染大豆的主要病毒种类及高温对大豆对 SMV 抗性的影响研究[D]. 南京:南京农业大学, 2013. (Wang C K. Main types of virus infected soybean and SMV resistance on soybean under high temperature [D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2013.)

[35] 黄江华,陈秀菊,彭仁,等. 烟草环斑病毒研究进展[J]. 现代农业科学, 2008 (1):24-27. (Huang J H, Chen X J, Peng R, et al. Research advance in tobacco ringspot virus [J]. Modern Agricultural Sciences, 2008(1) :24-27.)

[36] Brunt A A, Crabtree K, Dallwitz M J, et al. Plant viruses online: Descriptions and lists from the VIDE database [M/OL]. 1996, <http://pvo.bio-mirror.cn/refs.htm>.

[37] 李艳琴,王艳晓. 2010 年舞阳县大豆症青荚少的原因及对策[J]. 现代农业科技, 2012 (1):117-118. (Li Y Q, Wang Y X. Causes and countermeasures for reluctant ripen and few pods of soybean in Wuyang County in 2010 [J]. Modern Agricultural Science and Technology, 2012(1) :117-118.)

[38] 雷全奎,郭建秋,杨小兰,等. 豫西夏大豆荚而不实的成因及预防[J]. 陕西农业科学, 2010 (2):103, 116. (Lei Q K, Guo J Q, Yang X L, et al. The causes and precautions of summer soybean pods without peas in western Henan [J]. Shaanxi Journal of Agricultural Sciences, 2010(2) :103, 116.)

[39] 李亚平,顾帅. 大豆有荚无粒产生的原因与对策[J]. 基层农技推广, 2015 (11):80-81. (Li Y P, Gu S. Causes and countermeasures of pod and no seed in soybean [J]. Primary Agricultural Technology Extension, 2015(11) :80-81.)

[40] 殷世平,朱海霞,赵慧颖,等. 大豆生育性状与产量因子对不同土壤干旱等级的响应[J]. 中国农学通报, 2020, 36 (28):111-117. (Yin S P, Zhu H X, Zhao H Y, et al. Breeding traits and yield factors of soybean; Response to soil with different drought grades [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2020, 36 (28): 111-117.)

[41] 孟全伟. 浅谈大豆倒青原因及预防措施[J]. 河南农业, 2014 (1):51. (Meng Q W. Reasons and preventive measures of soybean staygreen syndrome [J]. Henan Agriculture, 2014(1) :51.)

[42] 张慎举,侯乐新. 迎茬夏大豆荚而不实发生规律及预防措施[J]. 中国农学通报, 2007 (7):222-226. (Zhang S J, Hou L X. Law of occurring pods without peas of alternate cropping's summer soybeans [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2007 (7): 222-226.)

[43] 侯乐新,张慎举,汤向东,等. 大豆荚而不实症的发生原因及预防的研究. 河南农业科学, 1987 (8):12-14. (Hou L X, Zhang S J, Tang X D, et al. The cause of soybean pods without peas and the research of prevention [J]. Journal of Henan Agricultural Sciences, 1987(8) :12-14.)

[44] 郭建秋,马雯,李月霞,等. 重茬和品种差异对豫西夏大豆“症青”现象的影响[J]. 河南农业科学, 2012, 41 (12):59-62. (Guo J Q, Ma W, Li Y X, et al. Effect of continuous cropping and varieties on Zhengqing phenomenon of summer soybean in west Henan Province [J]. Journal of Henan Agricultural Sciences, 2012, 41 (12):59-62.)

[45] 郭奎英,杨彩云. 大豆症青综合防治与高产栽培技术[J]. 大豆科技, 2017 (3):39-42. (Guo K Y, Yang C Y. Integrated control and high yield cultivation practices for soybean stay-green phenomenon [J]. Soybean Science and Technology, 2017 (3): 39-42.)

[46] 华方静,张鲲,曹鹏鹏,等.夏播大豆荚而不实影响因素与防控措施[J].山东农业科学,2019,51(12):156-162. (Hua F J, Zhang K, Cao P P, et al. Influence factors and prevention measures of podding without pea in summer soybean [J]. Shandong Agricultural Sciences, 2019, 51(12):156-162.)

[47] 杨梦园,高洁,张湘,等.大豆秕荚率的遗传分析及低秕荚率种质的筛选[J].大豆科学,2019,38(1):7-15. (Yang M Y, Gao J, Zhang X, et al. Genetic analysis of flat pod rate in soybean and germplasm screening for identification elite cultivars with low flat pod rate[J]. Soybean Science, 2019, 38(1):7-15.)

[48] 康军科,王可珍,文定军,等.大豆落花落荚及荚而不实的原因及预防措施[J].陕西农业科学,2007(4):100-101. (Kang J K, Wang K Z, Wen D J, et al. Reasons and preventive measures of soybean blossom and pod drop and pods without peas [J]. Shaanxi Journal of Agricultural Sciences, 2007(4):100-101.)

[49] 刘清丽.大豆不结实的原因及对策[J].现代农村科技,2018(2):34-35. (Liu Q L. Reasons and preventive measures of soybean pods without seeds [J]. Modern Rural Science and Technology, 2018(2):34-35.)

[50] 盛德贤,滕建勋,牟方贵,等.春大豆主要农艺性状方差分析及相关分析的研究[J].种子世界,2006(1):24-27. (Sheng D X, Teng J X, Mou F G, et al. Equation difference analysis in major agricultural characteristics of spring soybean and related research [J]. Seed World, 2006(1):24-27.)

[51] 房春兴,朱万里.耐“症青”高产广适大豆新品种金豆99的创新选育[J].中国种业,2020(10):74-76. (Fang C X, Zhu W L. Innovative breeding of staygreen syndrome tolerant, high yield and widespread soybean variety Jindou 99 [J]. China Seed Industry, 2020(10):74-76.)

[52] 李伟华,张慎举,侯乐新.植物生长调节剂对减轻夏大豆发生荚而不实的效应[J].中国农学通报,2007(6):349-352. (Li W H, Zhang S J, Hou L X. Study on the plant growth regulators in reducing summer soybeans, pods without peas [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2007(6):349-352.)

[53] 常丽丹,马雯,郭建秋,等.农药喷施次数对大豆症青的防治效果[J].黑龙江农业科学,2015,(2):53-55. (Chang L D, Ma W, Guo J Q, et al. Control efficiency of spraying frequency on Zhengqing phenomenon of soybean [J]. Heilongjiang Agricultural Sciences, 2015,(2):53-55.)

[54] 孙明明.分析大豆开花不结荚的原因及预防措施[J].福建农业,2015(4):127. (Sun M M. Analysis and preventive measures on the cause of soybean bloom without pods [J]. Fujian Agriculture, 2015(4):127.)

[55] 董全中.大豆落荚瘪荚和粒重降低的原因与对策[J].农业科技通讯,2009(8):159-160. (Dong Q Z. The causes and precautions of soybean pod drop and pods without peas and the reduced grain weight [J]. Bulletin of Agricultural Science and Technology, 2009(8):159-160.)

[56] 范华兵,王帅.大豆不结实的原因分析及预防措施[J].大豆科技,2018(6):34-36. (Fan H B, Wang S. Analysis and preventive measures on the cause of soybean infirmity [J]. Soybean Science & Technology, 2018(6):34-36.)

立足黑龙江 辐射全中国 聚焦大农业 促进快发展

2022 年《黑龙江农业科学》征订启事

《黑龙江农业科学》是黑龙江省农业科学院主办的综合性科技期刊,是全国优秀期刊、黑龙江省优秀期刊。现已被中国核心期刊(遴选)数据库、中国学术期刊综合评价数据库等多家权威数据库收录。

月刊,每月10日出版,国内外公开发行。国内邮发代号14-61,每期定价25.00元;国外发行代号M8321,每期定价25.00美元。

热忱欢迎广大农业科研工作者、农业院校师生、国营农场及农业技术推广人员、管理干部和广大农民群众踊跃订阅。全国各地邮局均可订阅,漏订者可汇款至本刊编辑部补订。汇款写明订购份数、收件人姓名、详细邮寄地址及邮编。

另有合订本珍藏版欢迎订购。2007年合订本每册定价80.00元,2008~2009年合订本每册定价90.00元,2010~2018年合订本每册定价180.00元,邮费各10.00元,售完为止。

欢迎投稿 欢迎订阅 欢迎刊登广告

地址:哈尔滨市南岗区学府路368号《黑龙江农业科学》编辑部
邮编:150086
电话:0451-86668373
唯一投稿网址:hljnykx.haasep.cn

