

播期与密度对大豆影响的研究进展

李超¹ 任海红² 谢梦真¹ 马俊奎²

(¹ 山西农业大学, 太谷 030800; ² 山西农业大学经济作物研究所, 汾阳 032200)

摘要:大豆栽培技术在生产中至关重要,直接关系到大豆的产量和品质,高产、优质是大豆科研工作者的主要育种目标和高产栽培的主攻方向。同时,选择适宜的播期和密度是保证大豆能够高产优质的重要手段。综述了播期与密度对大豆生长发育、产量、品质及其他方面的影响,并对我国今后大豆产业进行了展望,以期为大豆高产栽培技术的应用提供参考。

关键词:大豆;播期;密度;研究

大豆(*Glycine max* L.)蛋白质含量约40%左右,脂肪含量约20%,是植物食用油和蛋白质的主要来源,具有很高的经济及营养价值。大豆食用方式多样,可以做成豆腐、豆浆等豆制品,还可以做成豆腐乳、豆瓣酱、酱油等发酵物等,尤其还可提炼食用油,豆粕还是主要的优质动物饲料,间接影响着人类食用肉质的多少及优劣,对人类生活质量的影响巨大。近些年随着我国经济的快速发展,人们生活水平和消费水平的提高,大豆的需求量越来越大,但我国可用耕地有限,不可能通过增加种植面积来提高大豆总产量,因此提高大豆单位面积产量,缩小与其他国家在产量上的差距成为目前亟待解决的问题。

播期和密度是大豆高产优质的两个重要因素。大豆是喜温作物,栽培环境中水、热等因子的变化对大豆生长以及产量的影响很大,而水、热等因子又可

通过播期适当调节^[1]。大豆产量还与单株产量和群体密度密切相关,密度过大,可能单位面积产量就下降;密度过小,单株产量高,但是群体产量也可能降低^[2]。所以只有适宜的密度才能发挥不同大豆品种优势,获得高产。

1 播期对大豆生长发育的影响

1.1 播期对大豆农艺性状的影响 许多研究表明,播期对大豆农艺性状有明显的影响,并且对株高、茎粗的影响极其显著。随着播种期的推迟,大豆生育期缩短,株高降低,茎粗变小,主茎节数和节间长度也逐渐降低,从而影响大豆的产量,甚至由于播种期的延迟,生育期长的大豆品种有可能不能正常成熟。李树臣等^[3]研究表明,不同播期大豆品种的农艺性状间差异明显。李金花等^[4]研究表明各大豆品种生育日数都随着播种期的推迟而缩短,且缩短时间主要集中在出苗-分枝-开花-结荚期。王竹等^[5]研究表明晚播抑制了大豆株高的生长速率,茎粗变小,干物质的积累量也变小,叶面积指数减小。赵银

基金项目:国家现代农业产业技术体系(CARS-04-CES15);山西农业大学生物育种工程项目(YZGC044)

通信作者:马俊奎

活力的释放;此外,针对内蒙古自治区特殊的生态类型,熟期定位于中早熟玉米品种的育种单位发展潜力将充分体现,其优势亦将显现。各育种单位亟待调整育种方向,按新《标准》要求构建“育繁推一体化”型育种单位,推进农业供给侧结构性改革,为保证国家“粮食安全”和“种业安全”而不断创新发展。

参考文献

- [1] 唐仁健. 全力以赴推进种业振兴. 中国种业, 2021(10): 1-2
[2] 仇焕广, 李新海, 余嘉玲. 中国玉米产业: 发展趋势与政策建议. 农

业经济问题, 2021(7): 4-16

- [3] 贾恩雁, 贺文, 索婷婷. 从温饱到小康: 饭碗牢牢掌握在自己手中——内蒙古粮食情况调查报告. 北方经济, 2021(1): 43-47
[4] 郝国太, 马珂, 付永全, 邓士政. 黄淮海夏播区玉米品种选择及推广策略. 中国种业, 2021(9): 53-55
[5] 刘志铭, 张晓龙, 兰进好, 李广群, 刘光耀, 白雯斌, 王琴娣, 热依兰·阿布都米吉提, 王永军, 杨今胜. 1979~2020年我国玉米品种审定情况回顾与展望. 玉米科学, 2021, 29(2): 1-7, 15
[6] 谢泽, 钱旭梅, 邱九阳, 钱虎君. 江苏省种子产业育繁推销一体化现状与发展策略分析. 中国种业, 2021(9): 45-47

(收稿日期: 2021-12-21)

月等^[6]研究表明各大豆品种在株高方面差异较大,除浙鲜5号的株高随着播期延迟逐渐增高以外,其余品种的株高随着播期延迟呈不规律的变化。

1.2 播期对大豆产量构成因素的影响 大豆播种期受多种构成因素制约,在性状表现上也有差别。其中大豆产量构成因素包括单株荚数、单株粒数、单位面积株数和百粒重。延迟播种导致单位面积荚数、单位面积大豆籽粒数量减少,产量下降。大多学者试验研究表明,百粒重是一个相对稳定的性状,播期对大豆百粒重的影响较小。耿臻等^[7]研究表明不同播期对大豆产量构成因素的影响较大,构成产量的各因素随着播期的推迟而降低。王称新^[8]研究表明播种越早,单株有效荚数、单株粒数、单株粒重越高,百粒重则受播期影响不大。闫吉志^[9]研究表明影响大豆产量与主要经济性状关联序依次为:平均荚粒数>平均株荚数>百粒重。许海涛等^[10]研究得出单株粒重是影响产量的第一个重要因素的结果。单株粒重的高低直接影响到大豆产量的高低,在其他性状相对稳定的时候,单株粒重越高则产量越高。另外,陈立君^[11]通过对东农42不同播期动态规律研究表明不同播期之间对产量性状影响较大,平均鲜粒重随着播种期的延迟呈先上升后下降趋势,同一播期不同生育阶段的鲜荚皮重呈下降趋势,同一时期不同播期之间,播种越早的鲜皮荚比越低。

1.3 播期对大豆产量的影响 近年来,由于大豆产量较低,种植效益比较低,农民种植大豆的积极性不高,大豆播种面积持续走低,致使我国大豆产量逐渐降低。因此,研究不同气候条件下大豆品种的适宜播期,提高大豆产量,是大豆科研的重要任务。

不同播期对大豆产量的影响,目前已经有较多的研究报道。播期是大豆种植的主要栽培措施之一,与光、热、水等生态环境密切相关。大豆产量是不同生态因素综合作用的结果,是个体与群体生长发育相互作用的结果。大豆产量会随着播种期的延迟而逐渐降低,而早播和适期播种能够获得较高的产量。这主要是由于播期的延迟,作物生长发育期间温度、光照等生态条件形成差异,大豆营养体得不到合理构建,进而不利于大豆群体结构优化,导致大豆产量降低,不能充分发挥大豆生产潜力。

刘晓丽等^[12]研究表明随着播种期的延迟,各结

荚习性品种大豆产量都呈现不同程度降低。张恒斌等^[13]研究表明早熟大豆随着播期的延迟,产量降低,下降幅度大。高永刚等^[14]通过播期对中熟型大豆黑农48的光合特性及产量影响的研究得出,适宜播期可充分利用光、温、水等气候资源,促进光合效率,产量增加明显。王乐政等^[15]通过研究得出适期早播可延长夏大豆的生育天数,增加花后积温,提高花后累积日温差,花后阶段获得充足降水,可使夏大豆后期衰老速度减慢,提高光合势,增加干物质量,提高收获指数。

1.4 播期对大豆品质的影响 虽然大豆种植的经济收益远不如玉米、小麦等作物,但随着种植结构的调整和种植面积的提高,今后大豆的产量和品质将会影响其销售价格。蛋白质和脂肪含量是评价大豆籽粒品质的重要指标。大豆品种的脂肪及蛋白质含量除受遗传基因控制外,还受如地理纬度、海拔高度等生态区域环境因素影响。

对于播期对大豆蛋白质和脂肪含量的影响,目前存在不同观点。龚如团等^[16]对黑龙江3个大豆品种(黑河43、北豆40、丰收25)研究发现,3个大豆品种的产量性状随着播期的推迟而逐渐降低,粗脂肪含量减少,粗蛋白含量变化较小。张林等^[17]对2个春大豆种子的研究表明可溶性糖和可溶性蛋白质含量都随着种子发育天数的增加,呈现先上升再下降的趋势,而粗蛋白质和粗脂肪含量呈“S”型上升趋势。刘玉兰等^[18]通过对吉林小豆的研究表明播期与产量之间具有很大的相关性,随着播期延迟,吉林小粒大豆的蛋白质和蛋脂总含量、粗脂肪含量都呈下降趋势。程艳波等^[19]对华南夏大豆的研究发现播期的延迟对大豆的粗蛋白、粗脂肪及蛋脂总和具有显著或极显著的影响,变化趋势因品种而异。

由此可见,随着播期延迟,大豆粗蛋白和粗脂肪含量的变化趋势因品种而异,并没有什么规律可言。但是可以肯定的是,早播和晚播都不利于大豆的品质,只有适宜的播期才有助于增加大豆蛋白质和脂肪含量。

另外,韩天富等^[20]试验研究表明,光照长度对大豆化学品质有很大影响,长光照下大豆蛋白质含量下降,脂肪含量上升,且开花期、结荚期和鼓粒期的光照处理均对大豆化学品质有影响。这与胡国华等^[21]、赵晋忠等^[22]的研究结果一致。

2 密度对大豆生长发育的影响

2.1 密度对大豆农艺性状的影响 大量研究表明,种植密度对大豆的农艺性状有较大影响,不同密度下大豆生育进程差异很小,成熟期基本一致。个体的生长发育有明显的不同。随着密度增加,大豆个体生长发育加快、株高增加,同时还能抑制分枝的产生。调节行距、株距是使大豆群体结构能够合理分布的重要手段和措施。缩小行距,大豆能够充分利用光能,增加株距,能够改善单株生长发育和通风透光条件^[23]。

陈维等^[24]研究表明,随着种植密度的增加,株高、底荚高度呈现增加趋势,无效分枝数增加,主茎节数先减少后增加。樊海潮等^[25]研究表明,随着种植密度增加,株高和底荚高逐渐升高,而主茎节数、茎粗和有效分枝数逐渐降低。王秋玲等^[26]对山东省新育成的18个大豆新品种的主要农艺性状与单株产量进行了关联度分析,结果表明,有限结荚习性的大豆品种关联度从大到小为主茎节数、百粒重、单株荚数、株高、单株粒数、底荚高、分枝数;而亚有限结荚习性为单株粒数、单株荚数、主茎节数、株高、百粒重、底荚高、分枝数。刘灵艳等^[27]通过对齐黄34的研究得出株高与种植密度呈极显著正相关,而主茎节数、茎粗、有效分枝数则与密度呈负相关。

2.2 密度对大豆产量构成因素的影响 种植密度主要是通过影响产量构成因素而影响大豆产量。其中,单位面积株数是影响大豆产量最重要的因素,密度达到该地区气候可种植的数量是实现高产的基础。研究表明,大豆籽粒的产量与株粒数有关,与籽粒的大小没有显著相关性。张桂茹等^[28]通过试验得出同品种籽粒大小不同的种子其植株的生育进程无明显差别,大粒种子的植株繁茂性较小粒种子强,但对大豆籽粒的影响各品种表现不同。所以单位面积株数多的品种粒数多,产量也就高,但百粒重大,单株粒数少的话,产量并不会高。

王程等^[29]研究得出,密度对大豆单株产量、荚数和粒数有显著的影响,对每荚粒数和单株粒重也有影响,但品种间存在差异。何世炜等^[30]对早熟18不同播种密度的试验表明,播种密度与单株分枝数、单株荚数和单株粒重呈极显著负相关,荚数与单株籽重、单株荚数和单荚重均呈极显著负相关。王拓和等^[31]对中黄30不同播种密度试验得出,随着

密度增加,单株结荚数、有效荚数、单株粒数和单株粒重均下降。

2.3 密度对大豆产量的影响 当前在我国单产较高的地区,其种植的密度也高。密度是限制大豆单产提高的重要因素。现阶段,农民们种植大豆通常不管大豆品种特性、水肥条件如何,所种植的密度都相同,这就造成土壤肥力高的地块或者晚熟品种密度过小,而出现倒伏现象,造成大豆减产;土壤肥力低的地块或晚熟品种密度过大,不能很好地发挥群体产量优势。在不能大规模扩大种植面积的情况下筛选不同品种最适种植密度,挖掘大豆生产潜力,是目前亟待解决的问题。

丁希武等^[32]研究表明,在半干旱区种植密度对大豆产量影响是显著的,大豆品种在特定密度下才能够获得高产。梁建秋等^[33]研究表明,随着种植密度的增加,各大豆品种产量变化趋势及最高产量的适宜密度不同,产量呈先上升后下降的趋势。任小俊等^[34]对汾豆98的研究也表明,随着种植密度增大,大豆产量呈现先增加后减少的趋势。史宏^[35]研究表明,不同分枝类型的大豆种质产量随密度变化趋势不同,其最适密度不尽相同,其中,多分枝类型的产量随着密度的增加呈升-降-升的变化趋势;中等分枝类型的产量随着密度增加呈升-降-升-降的趋势;披针叶和椭圆叶的寡分枝类型产量随密度增加呈降-升-降的变化趋势。刘卫国^[36]研究表明,单株荚数、单株粒数随着密度增大而减小,单株粒重、百粒重也随着密度的增大而降低。

2.4 密度对大豆品质的影响 大豆品质的好坏除受遗传基因影响外,还受环境条件的影响。我国目前对于密度对大豆品质影响的研究结果存在差异。付春旭^[37]研究表明,密度对脂肪、蛋白质含量影响总的趋势是随密度增加脂肪含量呈增加趋势,蛋白质含量呈下降趋势。而张晓艳等^[38]研究表明,随着种植密度的增加,大豆籽粒中蛋白质的含量有所上升,脂肪的含量有所下降,各生育时期氮素、可溶性蛋白、淀粉和蔗糖积累量与籽粒蛋白质含量呈负相关,与脂肪含量呈正相关。冯丽娟等^[39]对高油大豆的研究得出,高油大豆的脂肪含量除受遗传因素影响外,还受栽培密度和施肥量的制约,随着密度升高含量呈显著降低趋势,而蛋白质含量主要受遗传因素影响,环境因素影响较小,蛋脂总量随密度增加呈

增加趋势。

2.5 密度对大豆水分利用效率的影响 水是作物生长过程中最重要的环境因子。不同种植密度对大豆田间水分利用效率有显著影响,对田间耗水量没有显著影响。

王立明等^[40]研究表明大豆种植密度与水分利用效率的关系呈二次抛物线关系,随着种植密度的增加水分利用效率也逐渐增加。杨国敏等^[41]研究得出通过调整作物个体间的水平空间位置,构成不同的群体类型,能够明显影响水分利用效率,主要表现在,与不均匀群体相比,均匀分布的群体中具有较高的产量和较低的耗水量,从而提高作物的水分利用效率。因此,在作物品种、密度一定的情况下,通过构建合理的群体分布,能够实现节水的目的。

2.6 密度对大豆病虫害的影响 近年来,大豆病虫害的发生频率逐年增加,大豆常见病害有根腐病、花叶病、胞囊线虫病、灰斑病等,常见虫害有食心虫、蚜虫、红蜘蛛、点蜂缘蝽等,这些病虫害严重影响了大豆的产量和品质。如何在控制生产成本且做好病虫害防治,成为当前面临的一项巨大挑战。

王永锋等^[42]通过对不同密度条件下大豆纹枯病的研究得出,大豆纹枯病的发生级别与普遍率都随着大豆密度的增加而增加。顾鑫^[43]对大豆菌核病与密度的关系研究得出大豆密植尽管增产,但病情指数提高了,其主要原因是茎秆强度的减弱及子囊盘萌发个数的增多导致了菌核病发生严重。刘丽丽等^[44]对大豆灰斑病与密度的关系研究得出栽培密度对大豆灰斑病流行时期和发生流行程度均有一定的影响。且栽培密度低,能够创造良好的通风透光条件,降低了田间小区冠层内的温湿度,这样减缓了大豆灰斑病扩展的速度,从而降低了发病程度。郭明明等^[45]研究表明,不同大豆品种(系)和种植密度对豆天蛾幼虫存活及生长发育均有显著影响。

3 播期和密度互作对大豆的影响

大量研究表明,播期和密度互作对大豆生长发育和产量的影响是不显著的,且播种期对大豆生长发育和产量的影响要大于密度。邓军波等^[46]研究得出,播期与密度互作对油春 1204 大豆产量差异的影响未达到显著水平。赵璇等^[47]对石豆 4 号的研究得出,播期对大豆生长发育和产量的影响大于密度,在一定播期范围内密度对大豆生长发育和产量

影响不显著。刘伟明等^[48]对浙秋豆 3 号的研究得出,2 种密度及密度与播期的互作对浙秋豆 3 号的株高、主茎节数和有效分枝数的影响不显著。

4 展望

我国曾是世界上最大的大豆出口国和生产国,但随着我国人口和大豆需求量急剧增加,造成了大豆高度依赖进口的现状。目前,我国有近 86% 的大豆消费依靠进口;同时,还面临着大豆播种面积逐年下降、单产低且不稳、质量不匀,消费总量急速增加,大豆总产量远远满足不了产业需求等问题。

播期和密度是影响我国大豆产量的两个重要因子。播种期的早晚和密度的大小对大豆产量影响很大。只有播种期和密度适宜才能够提高我国的大豆单产和总产。

一直以来,我国大豆育种的目的就是实现大豆生产的高产、稳产、优质和高效,而大豆的栽培技术也决定了大豆的产量和品质。大豆产量和品质的提高,有助于增强大豆市场的竞争力。目前,我国大部分地区还是通过传统的常规育种方法来培育大豆新品种,存在效率低、周期长等缺点;近年来如分子标记辅助育种技术、分子设计育种技术、大豆覆盖渗水地膜抗旱高产栽培技术等已经有了较大的进步与发展,解决了很多生产中的实际问题。随着科学技术的发展,高科技与新技术的结合,加快了大豆高产高效栽培技术的提升。良种与良法结合,才能够更好地帮助农民获得高产,增加收入,推动我国大豆产业的振兴。

参考文献

- [1] 于凤瑶,刘锦江,辛秀君,张代军,周顺启. 播期对高蛋白大豆产量及品质的影响. 大豆科学,2008,27(4): 620-623
- [2] 杜长玉,胡兴国,何忠仁,邵玉彬. 不同密度对大豆产量和生理指标影响的研究. 内蒙古农业科技,2006(2): 35-36
- [3] 李树臣,陈学珍,谢浩,田志会,秦晓. 不同播期对夏播大豆产量及农艺性状的影响. 北京农学院学报,2003,21(4): 266-269
- [4] 李金花,杨青春,舒文涛,李琼,张保亮,耿臻. 不同播期和品种对大豆产量及品质的影响. 粮食科技与经济,2019,44(9): 83-85,111
- [5] 王竹,贺阳东,杨继枝,杨文钰. 套作模式下播期对不同熟性大豆茎叶形态及产量的影响. 河南农业科学,2009(8): 40-45
- [6] 赵银月,魏生广,代希茜,詹和明,王铁军. 播期对云南夏播大豆产量及农艺性状的影响. 西南农业学报,2015,28(5): 1926-1931
- [7] 耿臻,杨青春,苑保军,吕广伦,张东辉. 播期对夏大豆豫豆 25 号生长发育及产量构成因素的影响. 中国农学通报,2004,21(5): 74-

76,92

- [8] 王称新. 不同播期对大豆产量因素的影响. 现代农业, 2012 (3): 2
- [9] 闫吉志. 灰色关联分析在大豆播期研究中的应用. 河西学院学报, 2002, 20 (5): 71-74
- [10] 许海涛, 许波, 王友华. 夏大豆产量与主要农艺性状相关性分析研究. 种子, 2006, 26 (12): 80-81
- [11] 陈立军. 不同播期对大豆东农 42 产质量性状动态变化规律研究. 中国农学通报, 2009, 25 (3): 122-127
- [12] 刘晓丽, 宋书宏, 王文斌, 董丽杰. 播期对大豆植株生长发育及产量的影响. 辽宁农业科学, 2000, 41 (4): 8-11
- [13] 张恒斌, 刘胜利, 战勇, 田海燕, 刘涛. 不同播期对早熟大豆产量及农艺性状的影响. 新疆农垦科技, 2010 (2): 22-23
- [14] 高永刚, 高明, 杨晓强, 刘丹, 张志国, 孙守军. 播期对大豆开花期和鼓粒期叶片光合特性及产量的影响. 大豆科学, 2020, 39 (2): 227-234
- [15] 王乐政, 华文静, 曹鹏鹏, 高凤菊. 不同播期夏大豆的产量、光合特性和气象因子效应研究. 中国油料作物学报, 2019, 41 (5): 750-757
- [16] 龚如团, 崔连群, 刘健. 不同播期对 3 个大豆品种产量性状及品质的影响. 现代化农业, 2016 (7): 3-4
- [17] 张林, 杨洋, 罗友明, 周俊辉, 殷勇, 刘静云, 徐烨枫, 余跃辉. 播期对春大豆品质形成及产量的影响. 作物杂志, 2015, 31 (2): 118-123
- [18] 刘玉兰, 元明浩, 范文忠, 潘业成, 陈殿元, 孟祥宇. 播种期对吉林小粒大豆生育进程、产量及品质的影响. 大豆科学, 2019, 38 (4): 542-547
- [19] 程艳波, 江炳志, 蔡史欣, 年海, 曹亚琴, 李文坚, 蔡银玲. 不同播期对华南夏大豆品种产量和品质的影响. 大豆科学, 2010, 29 (1): 37-40, 45
- [20] 韩天富, 王金陵, 杨庆凯, 盖钧铭. 开花后光照长度对大豆化学品质的影响. 中国农业科学, 1997, 38 (2): 47-53
- [21] 胡国华, 宁海龙, 王寒冬, 王继安, 张大勇, 李文滨. 光照强度对大豆产量及品质的影响 I. 全生育期光照强度变化对大豆脂肪和蛋白质含量的影响. 中国油料作物学报, 2004, 26 (2): 86-88
- [22] 赵晋忠, 吴慎杰, 杜维俊, 岳爱琴, 李贵全, 丁起盛. 不同生育期大豆品种蛋白质、脂肪积累的变化规律及其品质的关系. 华北农学报, 2004, 19 (4): 33-35
- [23] 张伟, 张惠君, 王海英, 谢甫绵. 株行距和种植密度对高油大豆农艺性状及产量的影响. 大豆科学, 2006, 25 (3): 283-287
- [24] 陈维, 金月龄, 何大智, 余玮. 种植密度对安豆 9 号农艺性状及产量的影响. 中国种业, 2021 (8): 72-74
- [25] 樊海潮, 张继丽, 王俊涛, 刘艳, 王秋玲. 种植密度对大豆新品种产量及农艺性状的影响. 山东农业科学, 2020, 52 (2): 38-42
- [26] 王秋玲, 郭凌云, 刘艳, 张桂花, 刘凤州. 夏大豆单株产量与主要农艺性状的灰色关联度分析. 大豆通报, 2002 (6): 5-12
- [27] 刘灵艳, 孟维伟, 张正, 夏海勇, 高华鑫, 徐冉. 晚播条件下种植密度对大豆品种齐黄 34 农艺性状及产量的影响. 山东农业科学, 2015, 47 (9): 56-58
- [28] 张桂茹, 李思芳, 张洪文, 赵玉吉. 大豆种粒大小对生长发育及产量的影响. 黑龙江农业科学, 2000 (3): 30-31
- [29] 王程, 刘兵, 金剑, 刘居东, 张秋英, 刘晓冰, 李文滨, Herbert S J. 密度对大豆农艺性状及产量构成因素空间分布特征的影响. 大豆科学, 2008, 27 (6): 936-942, 948
- [30] 何世伟, 常生华, 武得礼, 朱祥清. 大豆播种密度对籽实产量及其构成因素影响. 草业学报, 2005, 14 (5): 43-47
- [31] 王拓和, 赵连芝, 姜青龙, 张国宏, 秦天军, 郑志荣, 贺天新. 不同套种密度对中黄 30 大豆产量及构成因素的影响. 农业科技通讯, 2010 (4): 45-46
- [32] 丁希武, 杜吉到, 冯乃杰, 张玉先, 梁喜龙, 郑殿峰. 半干旱地区不同品种大豆密度对产量的影响. 杂粮作物, 2006, 26 (2): 110-111
- [33] 梁建秋, 安建刚, 王嘉, 曾召琼, 杨文英, 吴海英, 张明荣, 于晓波. 不同种植密度对四川大豆农艺性状及产量的影响. 大豆科学, 2021, 40 (5): 653-661
- [34] 任小俊, 吕新云, 马俊奎. 种植密度与施肥水平对山西早熟夏大豆产量与主要农艺性状的影响. 大豆科学, 2019, 38 (6): 921-927
- [35] 史宏. 不同生态类型大豆农艺性状与产量关系的研究. 华北农学报, 2018, 33 (1): 150-159
- [36] 刘卫国. 黄淮地区夏大豆不同密度对品种产量性状的影响. 农业科技通讯, 2010 (11): 38-40
- [37] 付春旭. 种植密度对绥农 22 大豆产量及品质影响的研究. 黑龙江农业科学, 2011 (7): 29-32
- [38] 张晓艳, 郑殿峰, 冯乃杰, 李建英, 杜吉到. 密度对大豆群体碳氮代谢相关指标及产量、品质的影响. 干旱地区农业研究, 2011, 29 (3): 128-132
- [39] 冯丽娟, 朱洪德, 于洪久, 王春风. 品种、密度、施肥量对高油大豆产量及品质的影响. 大豆科学, 2007, 26 (2): 158-162
- [40] 王立明, 杨如萍, 陈光荣, 张国宏. 播种密度对甘肃东部夏播大豆产量和水分利用效率的影响. 甘肃农业科技, 2018 (11): 49-52
- [41] 杨国敏, 周勋波, 陈雨海, 孙淑娟, 杨荣光. 群体分布对夏大豆产量和水分利用效率的影响. 生态学报, 2009, 29 (12): 6458-6565
- [42] 王永锋, 张跃进, 裴桂英, 马赛飞, 郭光, 刘秀景. 大豆纹枯病与其种植密度的关系. 安徽农业科学, 2001, 41 (5): 623-631
- [43] 顾鑫. 不同栽培密度对大豆菌核病病情指数的影响. 农学学报, 2015, 5 (11): 26-29
- [44] 刘丽丽, 傅连舜. 不同栽培密度对大豆灰斑病发生和流行影响的初步研究. 农业科技通讯, 2016 (5): 88-91
- [45] 郭明明, 廖怀建, 邓盼, 李大维, 李俊领, 张俊勤, 樊继伟, 陈凤. 大豆品种(系)和种植密度对豆天蛾幼虫存活及生长发育的影响. 环境昆虫学报, 2020, 42 (6): 1401-1408
- [46] 邓军波, 杨芳, 陈艳, 周家华, 张小贝. 播期和种植密度对油春 1204 大豆产量的影响. 湖北农业科学, 2018, 57 (17): 15-18
- [47] 赵璇, 金素娟, 牛宁, 王玉岭, 李占军. 播期与密度对石豆 4 号主要农艺性状及产量的影响. 河北农业科学, 2015, 19 (2): 21-24
- [48] 刘伟明, 吴卿法, 朱丹华, 朱申龙. 不同播期与种植密度对浙秋豆 3 号产量及相关性状的影响. 安徽农业科学, 2009, 37 (28): 3550-3551, 3578

(收稿日期: 2021-12-24)