

## 玉米-大豆间作种植技术推广的现状与建议——以德州地区为例

高凤菊, 田艺心\*, 曹鹏鹏 (德州市农业科学研究院, 山东德州 253015)

**摘要** 玉米-大豆间作种植技术是山东省重点推广的一项农业科技新技术, 是全省粮食增产、农民增收的重要科技措施。针对德州市玉米-大豆间作种植技术示范基地的建立与实施效果, 对玉米-大豆间作种植技术推广的现状、可行性和存在问题进行了综述及分析, 并提出了相关建议, 旨在为今后玉米-大豆间作增产技术的示范推广奠定基础并提供经验。

**关键词** 玉米-大豆; 间作; 种植技术; 示范推广

**中图分类号** S344.2 **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2020)02-0027-03

**doi**: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.02.008



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### The Present Situation and Suggestion of Intercropping Technique of Maize and Soybean—A Case Study of Dezhou Area

GAO Feng-ju, TIAN Yi-xin, CAO Peng-peng (Dezhou Academy of Agricultural Sciences, Dezhou, Shandong 253015)

**Abstract** The intercropping technology of maize and soybean is a new agricultural technology promoted in Shandong Province, which is an important scientific and technological measure to increase grain yield and increase farmers' income. In view of the establishment and implementation effect of the demonstration base of maize-soybean intercropping technology in Dezhou City, we summarized and analyzed the status, feasibility and problems in the maize-soybean intercropping. And the correlated suggestions were put forward, aiming to lay the foundation and provide experience for the demonstration of maize-soybean intercropping technology.

**Key words** Maize-Soybean; Intercropping; Planting techniques; Demonstration and extension

2015年, 国家发布《关于加快转变农业发展方式的意见(国办发[2015]59)》文件中明确指出“要大力推广轮作和间作套作, 重点在黄淮海及西南地区推广玉米-大豆间作套作”。2016年, 中央提出农业供给侧结构性改革政策, 并且在2017年中央1号文件中明确指出, 调减非优势区籽粒玉米, 增加优质食用大豆、薯类、杂粮杂豆<sup>[1]</sup>。2018年, 大豆种植面积已达到0.085亿hm<sup>2</sup>, 总产量1580万t, 由于大豆总需求量在1.0亿t以上, 国外进口大豆仍是主力, 国内大豆远远实现不了自给自足, 迫切需要增加国内大豆种植面积和产量, 减少国际大豆依赖性<sup>[2]</sup>。由于玉米、大豆是同季作物, 我国有限的耕地资源无法满足玉米大豆单作用地需求, 因此在国家政策驱动及大豆产业的迫切要求下, 加大玉米-大豆间作套作技术研究, 推广玉米-大豆复合种植模式是当今国家农业发展的必然趋势和要求。鉴于此, 笔者针对德州市玉米-大豆间作种植技术示范基地的建立与实施效果, 对玉米-大豆间作种植技术推广的现状、可行性和存在问题进行了综述及分析, 并提出了相关建议, 旨在为今后玉米-大豆间作增产技术的示范推广奠定基础并提供经验。

## 1 推广现状

德州地处黄淮海平原, 地势平坦, 土壤肥沃, 属北温带半湿润大陆性气候, 四季分明, 光照充足, 气候条件良好。全市年平均日照时数2592h, 平均气温12.9℃, 无霜期长达208d, 平均降水量190mm, 适宜玉米和大豆生长种植。2017年德州市农业科学院联合四川农业大学, 引进玉米-大豆复

合种植模式, 并结合德州市农业生产现状对该模式进行了优化调整和示范推广种植。

2017年, 在禹城市房寺镇、临邑县德平镇、临邑县兴隆镇分别建立玉米-大豆间作种植技术示范基地, 推广示范面积共约66.67hm<sup>2</sup>。主要推广玉米-大豆间作“3:2”种植模式, 即3行大豆、2行玉米。玉米品种为天塔619、登海605、迪卡517, 大豆均为齐黄34。

2018年, 在禹城市房寺镇、临邑县德平镇、临邑县临盘镇分别建立玉米-大豆间作种植技术示范基地, 推广示范面积共约133.33hm<sup>2</sup>。主要推广玉米大豆间作“3:2”“4:2”种植模式。玉米品种为登海605, 大豆为齐黄34。

2019年, 在禹城市房寺镇建立了玉米-大豆间作种植技术示范基地, 推广示范面积约66.67hm<sup>2</sup>。主要推广玉米-大豆间作“4:2”种植模式, 玉米品种为登海605, 大豆品种为齐黄34。并对2:3、2:4、2:6、2:8、3:4、3:6等玉米-大豆种植模式进行了试验示范。

## 2 推广可行性

**2.1 大豆加工需要** 2018年, 山东省大豆种植面积15.35万hm<sup>2</sup>, 总产量50万t以上, 年加工能力近2000万t, 占全国的20%左右。德州作为全国最大的非转基因大豆集散地和现货交易中心, 年交易量约300万t, 年加工能力200万t以上, 年产各类大豆蛋白近40万t, 占全国的50%以上<sup>[3-4]</sup>。目前, 德州最大的2家大豆加工企业是禹王和谷神, 年加工量都在50万t以上, 是山东省大豆总产量的2倍。企业需求的大豆主要来自东北三省, 与黄淮海生产的大豆相比, 蛋白质含量相对较低, 且供不应求。无论是山东省还是德州市的大豆加工企业都需要大量的优质大豆, 因此进行种植结构调整、振兴大豆产业势在必行<sup>[5]</sup>。

**2.2 满足种植需求** 德州是农业大市, 交通便利, 区位优势明显, 光温水和无霜期等自然条件适宜玉米、大豆的生长。

**基金项目** 山东省农业良种工程项目(2019LZGC004); 山东省农业重大应用技术创新项目(2017-粮经饲); 中央财政农业生产发展基金资助项目(Z175070020002); 山东省现代农业产业技术体系杂粮创新团队建设项目(SDAIT-5-01)。

**作者简介** 高凤菊(1969—), 女, 山东德州人, 推广研究员, 从事大豆及杂粮杂豆栽培育种工作。\*通信作者, 博士, 副研究员, 从事大豆及杂粮杂豆栽培育种工作。

**收稿日期** 2019-07-31

德州为全国首个整建制吨粮市,为保障国家粮食安全作出了积极贡献。全市现有耕地 64.33 万  $\text{hm}^2$ ,夏播玉米 50.67 万  $\text{hm}^2$  以上,有多年开展粮食高产创建的良好基础。目前全市新型农业经营主体流转土地约 20 万  $\text{hm}^2$ ,占总耕地面积的近 1/3,已经成为引领现代农业发展的主要力量。玉米-大豆间作种植模式经过 2 年的示范推广,特别是 2018 年禹城市 0.33 万  $\text{hm}^2$  玉米-大豆轮作休耕试点项目的顺利实施,有力地调动了新型农业经营主体的种植积极性。良好的区位优势、自然生态条件、农田基础设施和种植热情使玉米-大豆间作种植模式快速大面积推广。

**2.3 增产增收效果明显** 玉米大豆可优势互补。玉米喜光喜温,是典型的高光效 C4 作物,光饱和点高,光补偿点低;大豆是 C3 作物,较耐荫。C4 与 C3 间作种植,高秆与矮秆、长大大叶片与圆小叶片搭配,有利于充分利用空间、光、热、水和养分资源,实现优势互补、协同增产。尤其是玉米的通风透光好,每行都有边际优势光能利用率 3% 以上,土地当量比 1.5 以上氮、磷吸收量和积累量显著提高,产量优势明显,品质也有较大改善。同时,玉米-大豆间作模式提高抵御自然灾害能力,玉米为大豆充当了防风带,田间空气湿度相对增大,地表水分蒸发量减少,大豆抗旱能力提高。间作玉米与单作相当,平均产量 7 500~9 000  $\text{kg}/\text{hm}^2$ ;大豆平均产量 1 200~1 500  $\text{kg}/\text{hm}^2$ ,增加纯收入 3 000 元/ $\text{hm}^2$ 。专家测产得出,间作土壤种植的后茬小麦增产 5% 以上。

**2.4 生态效益显著** 玉米-大豆间作符合国家“化肥农药减施增效”政策,有利于资源节约和环境友好,可促进现代农业可持续发展<sup>[6-8]</sup>。玉米-大豆养分互补,可提高根瘤固氮量 10% 和氮肥利用率 20%~30%。间作玉米比单作常规施肥 (600~750  $\text{kg}/\text{hm}^2$ ),可减施氮肥 60~90  $\text{kg}/\text{hm}^2$ 。间作能减少病虫害的发生,降低大豆食心虫、蛴螬、斜纹夜蛾、病毒病等发生率 30%~50%,降低农药施药量 10%~15%。另外,玉米-大豆秸秆混合青贮饲喂牛羊,通过过腹还田,实现资源循环利用。

**2.5 配套技术成熟** 玉米-大豆间作是一种传统的种植模式,2017 年引进四川农业大学的玉米-大豆带状复合种植模式后,德州市农业科学院结合自己多年的研究成果和全市德州气候条件及生产实际,进行了优化调整。

①品种。玉米选用株型紧凑、耐密植、适宜机械化收获、中矮秆的高产品种,如登海 605、郑单 958 等。大豆选用耐荫、耐密的早中熟夏大豆品种<sup>[9]</sup>,如齐黄 34、冀豆 17 等。  
②密度。玉米缩小株距为 12 cm,密度与单作相当,为 67 500~72 000 株/ $\text{hm}^2$ ;大豆增大株距到 10 cm,密度 12.00 万~13.05 万株/ $\text{hm}^2$ 。

③除草。用 96% 精异丙甲草胺乳油 750~1 275  $\text{mL}/\text{hm}^2$  于播后苗前表土喷雾封闭除草;用 10% 精喹禾灵乳油 450  $\text{mL}/\text{hm}^2$  防除一年生禾本科杂草;用 25% 氟磺胺草醚水剂 375  $\text{mL}/\text{hm}^2$  防除阔叶杂草。

④化控。用 5% 烯效唑可湿性粉剂 12  $\text{mg}/\text{kg}$  拌大豆种,防倒伏。

⑤机播机收。用玉米大豆带状间作施肥播种机 (2BMZJ-5 型),单粒播种,实现种肥同播。完熟期,采用 4YZP-2C 型自走式玉米收获机收获玉米;采用 GY4DZ-2 型自走式大豆联合收割机收获大豆。

**2.6 全程机械化生产** 2017 年,与四川农业大学合作,引进玉米大豆间作一体化播种机、大豆专用收割机。在禹城市、临邑县建立玉米-大豆间作种植示范基地 3 处,进行了全程机械化管理的探索。2018 年,建立了 130  $\text{hm}^2$  以上示范基地,实现了全程机械化管理,节本增效 200 元以上。实现了“种植-管理-收获”全程机械化,用工减少,栽培简化,劳动生产率提高,有效解决了间作技术推广的机械瓶颈问题<sup>[10]</sup>。

### 3 存在的问题

**3.1 生产机械** 目前,间作免耕精播专用播种机、大豆收获专用机等种类较少,而且价格昂贵,农机补贴缺乏。农机与农艺融合度低,农机具的设置与玉米、大豆的生长特性很难完全适应,机具适应性不好,制约了机具的推广应用。玉米、大豆的播种、植保、灌溉、收获等环节,多以小机型或人工辅助作业为主,且机具可靠性较差,作业质量无法保证。

**3.2 播种质量** 免耕精量机械播种难以实现,全苗率达不到 100%;农机手操作中,由于培训不到位,出现运行速度快、操作不规范等,导致播种时有缺苗断垄现象,影响播种质量;机械收获时田间损失较多,泥花脸和破碎率高,产量和品质受损降低。

### 3.3 田间管理

**3.3.1 大豆易旺长倒伏,影响产量和机械收获。**德州市夏季光照充足、气温较高、雨水集中,大豆容易旺长,导致落花落荚,后期更易倒伏,影响机械收获,造成减产。

**3.3.2 化学除草效果不理想。**播后苗前,因天气干旱,喷水量不足,封闭除草效果不好;苗后除草难度较大,玉米、大豆要分别施药,增加用工和农药投入,且效果不理想。

**3.3.3 点蜂缘蝽危害比较严重,没有引起足够重视。**近几年,点蜂缘蝽成为大豆的主要虫害,主要吸食嫩荚、籽粒汁液、叶片、嫩茎等,不仅降低大豆产量和品质,还会造成症青,严重时颗粒无收。特别是小面积种植时,没有实现统防统治,严重影响大豆产量。

## 4 合理化建议

**4.1 加快机械研发生产** 充分发挥当地中小型农机生产应用优势,加快间作专用播种、收获机械的研发生产进度;推动高效、精准、节能型玉米、大豆机械装备研发制造,提高机械作业效率和智能化水平;加强企业和科研机构的合作,切实提高玉米和大豆种植和收获环节的机械化水平<sup>[11-13]</sup>。

**4.2 加大科技培训力度** ①新型农业经营主体负责人培训,加强田间管理,及时控旺除草、防病治虫,合理施肥、科学用药,节本增效并重。②农机手培训,规范操作,提高播种和收获质量,提升农机农艺融合力度。③加强科技培训,针对科技服务最后一公里的问题,在细化推广县乡村三级网络、加大服务力度的同时,多到田间地头,及时解决生产实际问题,让良种良法真正配套。

**4.3 多元种植订单生产** ①玉米多元化种植,结合当地加工业和畜牧业发展,种植鲜食、青饲、加工或粒收玉米,通过提高混合青贮的生物产量、籽粒玉米一次收获等,提高种植效益。②发展订单生产,企业也可以建立稳定、可靠、长久的放心优质原料基地,真正实现一二三产业融合发展。

**4.4 政策支持扶持** 目前,山东省种植大豆、玉米大豆间作种植都没有补贴政策,影响了种植积极性。各级政府和涉农部门在加大政策的支持、扶持力度,实施玉米大豆轮作补贴、良种补贴和农机补贴,设立玉米大豆间作种植技术示范培训专项等,并对积极性高、成效显著的县市区和新型农业经营主体给予一定的奖补支持;同时,支持企业或社会组织成立专门服务机构,开展播种、收获、飞防等社会化服务。

**4.5 加大示范推广力度** 盖钧镒院士提出,提高土地产出率是确保粮食安全的最有效手段,玉米-大豆间作种植技术具有“高产、可持续、机械化、低风险”等技术优势,种管收机械化的实现为大面积推广创造了条件,加快这一技术在适宜地区推广应用,既可稳定保持粮食生产优势,又能促进农业增效、农民增收,对当前国家调整优化种植结构、实现农业供给侧结构性改革具有示范带动作用。

综上所述,玉米-大豆间作增产技术的推广应用,能够获得较好的经济效益和社会效益,有效控制病虫害的发生,减少农药使用次数,改善生态环境,降低生产成本,确保粮食生产安全,带动德州市粮食生产的稳步发展,实施玉米大豆间

作增产技术项目对德州市及山东省粮食生产发展具有重要意义。在未来的发展中要对玉米-大豆间作增产技术进行完善,使其在不同生产地区都能发挥稳定的增产效果,进而促进我国农业生产水平的进一步提高。

#### 参考文献

- [1] 高凤菊,徐宛斌,田艺心.德州市夏秋作物种植存在的问题及对策[J].安徽农业科学,2019,47(2):229-232.
- [2] 贺洪军,高凤菊,田艺心.玉米-大豆高效复合种植模式调研报告[J].黑龙江农业科学,2018(6):112-115.
- [3] 李素真,李继存,赵云,等.山东大豆生产现状与发展对策[J].山东农业科学,2010,42(9):123-124.
- [4] 高凤菊,曹鹏鹏,王乐政,等.山东德州大豆生产的现状及对策研究[J].中国农村科技,2014(2):70-73.
- [5] 白进武,薛克江.农作物种植结构调整方法分析[J].湖北农机化,2019(13):45.
- [6] 黄亚萍.化肥减量对玉米间作大豆模式光合特性和产量的影响[D].杨凌:西北农林科技大学,2015.
- [7] 孔玮琳,薛燕慧,李进,等.不同氮水平下夏玉米夏大豆间作对其农艺性状及产量的影响[J].山东农业科学,2018,50(7):116-120.
- [8] 牛建彪,陈光荣,樊廷录,等.玉米/大豆带状复合种植模式下减量施氮对系统产量的影响[J].甘肃农业科技,2017(7):37-42.
- [9] 陈雪,曹其聪,司玉君,等.山东地区夏大豆适合机收品种筛选[J].山东农业科学,2018,50(4):40-42.
- [10] 刘立晶,尹素珍.黄淮海地区夏大豆生产机械化现状及发展趋势[J].现代农业研究,2016(1):16-19.
- [11] 冯飞燕,侯俊杰.大豆生产全程机械化技术研究[J].农机化研究,2020(1):261-264.
- [12] 林波,汪春涛.大豆机械化种植发展现状及对策分析[J].中国果蔬,2019,39(5):62-64.
- [13] 冯丽娟.大豆优质高效机械化种植生产技术[J].现代化农业,2019(5):9-11.
- [14] 高凤菊,徐宛斌,田艺心.德州市夏秋作物种植存在的问题及对策[J].安徽农业科学,2019,47(2):229-232.
- [15] 贺洪军,高凤菊,田艺心.玉米-大豆高效复合种植模式调研报告[J].黑龙江农业科学,2018(6):112-115.
- [16] 李素真,李继存,赵云,等.山东大豆生产现状与发展对策[J].山东农业科学,2010,42(9):123-124.
- [17] 高凤菊,曹鹏鹏,王乐政,等.山东德州大豆生产的现状及对策研究[J].中国农村科技,2014(2):70-73.
- [18] 白进武,薛克江.农作物种植结构调整方法分析[J].湖北农机化,2019(13):45.
- [19] 黄亚萍.化肥减量对玉米间作大豆模式光合特性和产量的影响[D].杨凌:西北农林科技大学,2015.
- [20] 孔玮琳,薛燕慧,李进,等.不同氮水平下夏玉米夏大豆间作对其农艺性状及产量的影响[J].山东农业科学,2018,50(7):116-120.
- [21] 牛建彪,陈光荣,樊廷录,等.玉米/大豆带状复合种植模式下减量施氮对系统产量的影响[J].甘肃农业科技,2017(7):37-42.
- [22] 陈雪,曹其聪,司玉君,等.山东地区夏大豆适合机收品种筛选[J].山东农业科学,2018,50(4):40-42.
- [23] 刘立晶,尹素珍.黄淮海地区夏大豆生产机械化现状及发展趋势[J].现代农业研究,2016(1):16-19.
- [24] 冯飞燕,侯俊杰.大豆生产全程机械化技术研究[J].农机化研究,2020(1):261-264.
- [25] 林波,汪春涛.大豆机械化种植发展现状及对策分析[J].中国果蔬,2019,39(5):62-64.
- [26] 冯丽娟.大豆优质高效机械化种植生产技术[J].现代化农业,2019(5):9-11.
- [27] and progression of sexual maturation in homing chum salmon *Oncorhynchus keta* [J]. PLoS One, 2015, 10(9): 1-17.
- [28] KIM J H, LEONG J S, KOOP B F, et al. Multi-tissue transcriptome profiles for coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*), a species undergoing rediploidization following whole-genome duplication [J]. Marine genomics, 2016, 25: 33-37.
- [29] JIN S B, ZHANG Y, DONG X L, et al. Comparative transcriptome analysis of testes and ovaries for the discovery of novel genes from Amur sturgeon (*Acipenser schrenckii*) [J]. Genetics and molecular research, 2015, 14(4): 18913-18927.
- [30] YUE H M, LI C J, DU H, et al. Sequencing and *de novo* assembly of the gonadal transcriptome of the endangered chinese sturgeon (*Acipenser sinensis*) [J]. PLoS One, 2015, 10(6): 1-22.
- [31] CHEN Y D, XIA Y T, SHAO C W, et al. Discovery and identification of candidate sex-related genes based on transcriptome sequencing of Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*) gonads [J]. Physiological genomics, 2016, 48(7): 464-476.
- [32] VIDOTTO M, GRAPPUTO A, BOSCARI E, et al. Transcriptome sequencing and *de novo* annotation of the critically endangered Adriatic sturgeon [J]. BMC Genomics, 2013, 14: 1-16.
- [33] YUAN L H, ZHANG X J, LI L M, et al. High-throughput sequencing of microRNA transcriptome and expression assay in the sturgeon, *Acipenser schrenckii* [J]. PLoS One, 2014, 9(12): 1-18.
- [34] ZHU R, DU H J, LI S Y, et al. *De novo* annotation of the immune-enriched transcriptome provides insights into immune system genes of Chinese sturgeon (*Acipenser sinensis*) [J]. Fish & shellfish immunology, 2016, 55: 699-716.

(上接第15页)

- [19] GOMEZ-UCHIDA D, SEEB L W, WARHEIT K I, et al. Deep sequencing of the transcriptome and mining of single nucleotide polymorphisms (SNPs) provide genomic resources for applied studies in Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) [J]. Conservation genetics resources, 2014, 6(4): 807-811.
- [20] JOHANSSON L H, TIMMERHAUS G, AFANASYEV S, et al. Smoltification and seawater transfer of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) is associated with systemic repression of the immune transcriptome [J]. Fish & shellfish immunology, 2016, 58: 33-41.
- [21] VALENZUELA-MIRANDA D, BOLTAÑ A S, CABREJOS M E, et al. High-throughput transcriptome analysis of ISAV-infected Atlantic salmon *Salmo salar* unravels divergent immune responses associated to head-kidney, liver and gills tissues [J]. Fish & shellfish immunology, 2015, 45(2): 367-377.
- [22] DAHLE M K, WESSEL Ø, TIMMERHAUS G, et al. Transcriptome analyses of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) erythrocytes infected with piscine orthoreovirus (PRV) [J]. Fish & shellfish immunology, 2015, 45(2): 780-790.
- [23] KRÓL E, DOUGLAS A, TOCHER D R, et al. Differential responses of the gut transcriptome to plant protein diets in farmed Atlantic salmon [J]. BMC Genomics, 2016, 17(1): 1-16.
- [24] DE SANTIS C, CRAMPTON V O, BICSKEI B, et al. Replacement of dietary soy with air classified faba bean protein concentrate alters the hepatic transcriptome in Atlantic salmon (*Salmo salar*) parr [J]. Comparative biochemistry and physiology part D: Genomics & proteomics, 2015, 16: 48-58.
- [25] PALSTRA A P, FUKAYA K, CHIBA H, et al. The olfactory transcriptome