

姜宇博,蒋和平,钱春荣,等. 我国玉米生产效率影响因素及提升途径研究进展[J]. 江苏农业科学,2019,47(5):12-15.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.05.004

# 我国玉米生产效率影响因素及提升途径研究进展

姜宇博<sup>1,2,3</sup>, 蒋和平<sup>2</sup>, 钱春荣<sup>1,4</sup>, 李 梁<sup>1</sup>, 宫秀杰<sup>1</sup>, 李 爽<sup>3</sup>, 胡 月<sup>3</sup>

(1. 黑龙江省农业科学院耕作栽培研究所, 黑龙江哈尔滨 150086; 2. 中国农业科学院农业经济与发展研究所, 北京 100081;

3. 东北农业大学, 黑龙江哈尔滨 150030; 4. 农业部东北地区作物栽培科学观测实验站, 黑龙江哈尔滨 150086)

**摘要:**为了提高我国玉米生产效率,明确生产效率的主要影响因素,通过对现有文献研究结果的归纳与分析,得出自然环境、种植规模、机械化水平、播种质量、施肥水平是玉米生产效率的主要影响因素,开展适度规模经营和农机农艺结合是现阶段提升我国玉米生产效率的主要途径。其中,建设新型农业经营主体、加快土地流转是开展适度规模经营的政策保障;选育适宜机械化种植的品种、合理密植、提高耕地质量和优化施肥方式是农机农艺结合的主要目标。总结现有研究存在的不足,并对我国种植结构调整后玉米生产效率研究进行了展望。

**关键词:**玉米;生产效率;适度规模经营;农机农艺结合

**中图分类号:** F323.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)05-0012-04

玉米是我国的主要粮食作物,对保障国家粮食安全具有重要作用。由于具有产量高、经济效益好的特性,近年来我国玉米播种面积逐年增加,玉米生产效率也受到了国内外学者的广泛关注。本研究在文献回顾的基础上,归纳总结我国玉米生产中制约生产效率的主要因素,探索进一步挖掘玉米生产潜力的主要途径,对提高玉米产量、增加农民收入有重要意义。

## 1 玉米生产效率影响因素

投入与产出是玉米生产效率的主要评价标准,现有研究表明,自然环境、土地规模、农业机械水平、物质水平等是玉米生产效率的重要影响因素。

### 1.1 自然环境对玉米生产效率的影响

我国地域辽阔,环境复杂,虽然玉米在全国多个省(市、

自治区)都有种植,但不同地区的积温、土壤、水分、光照等自然环境相差较大,对玉米生产效率产生了重要的影响。苗珊珊等按地理位置将我国玉米生产分为北部、中部、南部等3个主产区,不同产区的玉米产量差异明显<sup>[1]</sup>。钟鑫等将我国玉米产区分为北方春玉米区、黄淮海夏玉米区、西南山地玉米区、南方丘陵玉米区、西北灌溉玉米区、青藏高原玉米区等6个部分,并指出北方春玉米区和黄淮海夏玉米区2个核心玉米产区的生产效率更高<sup>[2]</sup>。在同一省份内,自然环境的不同也会对玉米生产效率产生影响,如黑龙江省的玉米种植区域按积温水平划分为6个积温带,其中,第一、第二和第三积温带的大部分地区玉米产量和种植效益相对较高,是黑龙江省的玉米主产区;第四、第五和第六积温带的大部分地区为冷凉地区,玉米产量相对较低<sup>[3]</sup>。近年来,受全球气候变暖等自然因素影响,黑龙江省农业生产的积温带划分也发生了一定的变化,季生太等根据积温的时空变化对黑龙江积温带进行了重新划分,指出气候变暖导致黑龙江省第一积温带覆盖区域扩大,各积温带有明显的北移现象<sup>[4-5]</sup>。朱海霞等的研究则对未来黑龙江省积温做出了预测,指出2021—2050年黑龙江第一、第二积温带面积将不断扩大,适宜玉米种植的区域将逐渐增多<sup>[6]</sup>。此外,光照资源也是玉米生产效率的限制因素,王静等研究指出,黑龙江省三江平原虽与松嫩平原的海伦、克山等地区处于同一积温带,但光照资源不如松嫩平原丰富,导致玉米产量较低<sup>[7]</sup>。此外,降水量、土地肥力等也是影

收稿日期:2017-12-10

基金项目:国家玉米产业技术体系建设项目(编号:CARS-02-40);

国家社会科学基金重大项目(编号:14ZDA041);黑龙江省农业科技创新工程(编号:2014ZD005);黑龙江省高等学校合作经济与现代农业科研团队项目(编号:2013-590004)。

作者简介:姜宇博(1985—),男,黑龙江哈尔滨人,硕士,助理研究员,主要从事作物栽培与农业生产效率研究。E-mail: vbojiang2007@163.com。

通信作者:蒋和平,博士,教授,博士生导师,主要从事农业现代化与现代农业发展研究。E-mail: jianghp@caas.cn。

中国水稻科学,2000,14(3):165-169.

[7] 胡兴明,钱 前. 现阶段中国水稻种质创新的研究策略和应用思考[J]. 植物遗传资源学报,2004,5(2):193-196.

[8] Liu Y Q, Wu H, Chen H, et al. A gene cluster encoding lectin receptor kinases confers broad-spectrum and durable insect resistance in rice[J]. Nature Biotechnology,2015,33(3):301-305.

[9] Brookes G, Barfoot P. Global income and production impacts of using GM crop technology 1996—2013[J]. GM Crops & Food,2015,6(1):13-46.

[10] Klumper W, Qaim M. A meta-analysis of the impacts of

genetically modified crops[J]. PLoS One,2014,9(11):e111629.

[11] Li Y H, Peng Y F, Hallerman E M, et al. Biosafety management and commercial use of genetically modified crops in China[J]. Plant Cell Reports,2014,33(4,SI):565-573.

[12] He Y, Ning T, Xie T, et al. Large-scale production of functional human serum albumin from transgenic rice seeds[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America,2011,108(47):19078-19083.

[13] 廖江林,肖国樱,李阳生,等. 我国功能营养稻研究进展及发展对策[J]. 农业现代化研究,2003,24(3):170-173.

响玉米生产效率的主要自然因素<sup>[8-9]</sup>。

### 1.2 种植规模对生产效率的影响

土地规模经营被认为是新阶段激发我国“小农经济”农村土地要素活力,提高农业生产效率的突破口,在我国城镇化和农业现代化改革的趋势下,农业生产开展适度规模经营是现代农业发展的必由之路<sup>[10]</sup>,并已在学术界和政策界达成了基本共识<sup>[11]</sup>。由于历史因素和农民主观意愿等多方面因素制约,目前我国土地流转还存在较多限制,缺乏市场机制,相关运作不够规范也导致玉米生产规模小且较为分散,很多农户仍使用传统种植方式和低效率的农机进行农业生产,先进农业生产技术难以被广泛推广和接受,农户生产技术水平参差不齐,大马力、高水平农业机械无法得到合理有效利用,直接导致生产投入成本升高、产出降低<sup>[12]</sup>。目前,我国玉米核心产区玉米户均种植面积普遍为 1~4 hm<sup>2</sup>,部分人口较少的农户种植面积不足 1 hm<sup>2</sup><sup>[13]</sup>。土地细碎化问题严重、生产的规模效益难以广泛形成仍是目前我国开展玉米规模经营的重要阻碍,严重制约了农业生产效率的提升。

### 1.3 农业机械水平对玉米生产效率的影响

在玉米实际生产中,机械工作效率要远高于人工效率,在人力资源成本急剧上升的背景下,机械化水平的提高能够有效降低生产成本,提高生产效率<sup>[14]</sup>。随着农机补贴政策的逐步实施,我国大型农机具数量逐年上升,玉米生产的机械化水平提升明显。目前,全国部分玉米核心产区已经实现了整地、播种、植保等生产过程的机械化,但收获机械化程度仍相对较低。主要有以下 3 个方面原因:(1)收获机械本身存在一定缺陷,对田间垄距的适应能力较差,果穗损失率高<sup>[15]</sup>。(2)部分地区因天气寒冷,无霜期短,玉米主栽品种生育期普遍较长,穗位低、后期脱水速率快、适宜机械化收获的玉米品种相对较少,在收获时籽粒含水量普遍在 30% 以上,不利于机械化收获和脱粒,增加了籽粒破碎率<sup>[16]</sup>。(3)由于机械化水平限制,部分地区只能依靠人工进行收获,但人工收获与机械收获在工作效率上存在着较大差距,近年来,劳动力价格的急剧上涨也导致农业生产的人工成本不断提高,严重影响了玉米生产的种植效益与生产效率。

### 1.4 播种密度与种子质量对生产效率的影响

玉米种子对生产效率的影响主要体现在 2 个方面,一是播种密度,二是种子价格和质量。随着农业科技水平的提高和相关科学研究的不断深入,提高播种密度已经成为增加玉米产量的重要途径。相关学者对我国和美国的玉米播种密度进行了比较,结果表明,在现有农业生产水平条件下,美国玉米种植密度在普遍在 65 000~70 000 株/hm<sup>2</sup> 之间,部分地区种植密度达 90 000 株/hm<sup>2</sup> 以上<sup>[17]</sup>;相对而言,我国玉米种植密度较低,普遍在 60 000 株/hm<sup>2</sup> 以下<sup>[18]</sup>。低密度种植的玉米群体难以充分利用光照、水热和肥料等自然资源,进而对产量造成一定影响。我国玉米种植密度低的原因主要有以下几点:(1)农民缺乏合理密植意识,在长期的农业生产过程中养成了稀植习惯,并对先进的耕作栽培技术缺乏学习动力<sup>[19]</sup>。(2)相关农业配套设施水平限制。由于个体农户从事玉米生产的农机化水平参差不齐,种植密度难以保证。(3)玉米主栽品种更新较慢,缺少高产、耐密且广泛推广的主栽新品种,先玉 335、郑单 958 等已审定多年的玉米品种仍在生产中广

泛使用。(4)田间管理水平较低,难以有效防止和应对密植生产可能带来的倒伏、空秆、秃尖和病虫害等问题<sup>[20]</sup>。

### 1.5 化肥施用对生产效率的影响

玉米属高产作物,与其他农作物相比,对土壤养分需求量较大,因此,施加化肥对玉米产量具有一定的促进作用。何萍等对我国北方玉米施肥的产量效应和经济效益进行了分析,指出氮肥、磷肥、钾肥对玉米都具有一定的增产效应,氮肥的增产效应最高<sup>[21]</sup>。但玉米生产对土壤的修复能力有限,时鹏等对玉米连作的土地进行了长期定位试验,结果表明,玉米连作且施肥单一将破坏土壤微生物的多样性<sup>[22]</sup>。目前,我国土地资源已退化严重,土壤贫瘠,肥力水平较低,以东北黑土带为例,有机质含量已从 20 世纪 60~70 年代的 12% 下降至 2% 以下,80% 以上的耕地养分供给不足<sup>[23-24]</sup>,须依靠大量施用化肥来保证作物产量,增加了生产成本。农民对合理施肥缺乏正确理解,在生产中往往没有根据作物需肥规律进行肥料施入,而是采取 1 次性施肥的方式,施肥深度较浅,肥料无法得到合理有效利用。化肥过量施用改变了土壤的理化性质,加速了土壤板结<sup>[25]</sup>。

## 2 提高我国玉米生产效率的主要途径

### 2.1 开展农业适度规模经营,促进玉米规模化生产

农业的适度规模经营是在现有社会、自然、技术和经济条件下,通过对土地、人力、设备、资金、技术等生产要素的优化配置和对生产各环节合理组织,适当扩大农业生产的规模,获得最佳生产效率和种植效益的农业生产经营形式<sup>[26-27]</sup>。适度规模经营的重点是实现多个生产要素的协同效应,发挥生产要素的最大生产潜力<sup>[28]</sup>。目前,我国玉米生产经营主体分散,规模效益差,大型农机具利用效率低,开展玉米的适度规模经营已成为必然趋势。

2.1.1 建设扶持新型农业经营主体 农业规模化生产须要相应农业经营主体的支撑。目前,种粮大户、家庭农场和现代农机合作社等新型农业经营主体是我国玉米规模化生产的核心。与普通农户经营相比,新型农业经营主体主要具有以下优势:(1)生产资料采购数量大,通过批发渠道进行种子、农药、化肥等生产材料购置,可有效降低物质成本。(2)生产过程统一管理,更具专业化,土地集中连片作业可有效减少农机往来于不同地块之间所需的燃油费用,大型农机具利用效率更高,有效降低了农机使用成本。(3)享受政策扶持<sup>[29-31]</sup>。近年来,国家相继出台了多项针对新型农业主体的扶持政策,在政策支持、财政支持、金融支持、税收优惠、农机补贴等方面给予了一定的支持。但目前我国大部分新型农业经营主体仍处于建设初期,应在现有政策的基础上,积极引导新型农业经营主体开展规范化运营,在生产管理、资金管理和规章制度建设等方面形成完整的管理运行体系,并定期组织人员参加农业生产和农机使用等方面的技术培训,培养高素质、高水平的职业农民,依靠科技引领现代农业的生产。

2.1.2 健全土地流转机制 针对我国土地细碎化严重的问题,应在尊重农民意愿的基础上,建立健全农地流转机制,积极探索有效出路,制定相关政策法规,明确土地流转规程,保障土地流转中弱势群体的利益,加强对土地流转的监督管理,为土地的集约化经营创造良好条件<sup>[32]</sup>。同时,开展多种

形式的土地流转,在土地所有权不变的前提下鼓励农民以土地入股等形式加入规模化经营的新型农业经营主体。同时积极宣传规模经营对提升玉米生产效率方面起到了积极作用,使农民能够认识到参与到规模经营将提升自身收益,并主动参与到土地流转活动中。同时应完善相关配套设施建设,加快城镇化进程,为农村剩余劳动力提供多种形式的就业机会,推动土地流转后农村劳动力转移、安置与保障工作,提供农民从事非农产业的收入<sup>[33]</sup>。

## 2.2 农机农艺结合,进一步提高农业生产水平

在我国农业机械化水平不断提高的背景下,现代玉米生产需要农机与农艺相结合才能实现生产效率的有效提升。其中,农机是指在农业生产中所使用的相关机械和设备;农艺是指玉米的栽培、育种、土壤管理、施肥、植保等方面的相关技术。在玉米生产中,农机与农艺之间相互作用,农机是农艺技术在田间应用和实施的载体,农机的研发与技术创新目的是达到农艺的实施效果、适应农作物特定生理需要和生长环境。但在实际生产中,农机的技术水平往往难以达到农业生产的目标,这就须要通过改良农艺技术来选育适宜的玉米品种,优化耕作栽培技术,进而调整玉米群体特征,以适应机械化生产<sup>[34]</sup>。农机与农艺结合的最终目的是为玉米群体的生长创造良好条件,降低生产成本,提高玉米生产的产量和收益<sup>[35]</sup>。

### 2.2.1 选育适宜机械化密植的玉米品种

在玉米品种选育过程中,应针对现有农机水平和机械化发展趋势选育适宜机械播种、收获的玉米新品种。根据现有农机装备特点,品种选育时应着重考察以下几个方面:(1)选育果穗整齐度好的品种。玉米的穗位与果穗大小对机械化收获有着重要影响,穗位整齐、果穗均匀一致的品种在机械收获过程中不易被漏收,能够有效减少机械收获的损失率。(2)选育后期脱水速率快的品种。由于我国部分玉米主产区在收获时籽粒含水量较高,导致收割机在收获时无法直接脱粒,增加了生产的步骤和成本,因此,这些地区应将生育期短、后期灌浆速率和脱水速率快作为玉米育种的主要目标<sup>[36-37]</sup>。(3)选育耐密和抗倒伏的品种。在玉米加密种植过程中,由于群体间植株个体竞争激烈,常伴随倒伏现象发生,在影响产量的同时,增加了机械收获的难度。因此在品种选育时,应重点选育穗位较低、根系发达、茎秆耐弯折、耐穿刺强度高、基部节间粗的玉米品种<sup>[38-39]</sup>。通过上述适宜机械化生产的品种选育,提高大型农机具利用率,减少生产各环节损失,进而提升玉米整体的生产效率。

### 2.2.2 合理密植

玉米合理密植是指根据自然资源、品种类型和耕作栽培条件确定单位面积内合理的植株数量,通过增大玉米群体叶面积指数和根系覆盖范围,使玉米群体对水、热、肥料等资源合理利用,从而增大群体的干物质产量<sup>[40]</sup>。目前,合理密植已成为提高玉米生产效率最为有效的途径之一<sup>[41]</sup>。玉米密植生产需因地制宜选择相应的耕作栽培技术作为技术支撑,在密植生产中应注意以下几点:(1)选择耐密性强的品种,能够适应群体间较为激烈的资源竞争。(2)密度增加量要适度,种植密度应根据当地的土壤、水肥、光照条件来确定<sup>[42]</sup>。相对而言,地势平坦、耕层较深、有机质含量高的地块更适宜玉米密植;而对于土壤贫瘠、地势低、排水性差或风力较大的区域,应谨慎选择种植密度,避免造成不必要的减产。(3)选择适当的耕作栽培方式。根据地区实际条件,

可选择常规种植、“比空”种植或大垄双行等种植模式<sup>[43-44]</sup>。

(4)提高生产和田间管理水平。通过提高播种质量,保证玉米的出苗率和整齐度;针对病虫害多发地区,可采用种子包衣技术、合理喷施农药等措施,增强对病虫害的防治工作<sup>[45]</sup>;对于株高较高的玉米品种可通过喷施植物生长调节剂等措施降低植株重心,增强玉米植株的抗倒伏能力<sup>[46]</sup>。

### 2.2.3 提高耕地质量

目前,我国大部分耕地都已多年未进行深松,土壤耕层变薄,一般只有15 cm左右,形成了坚硬的犁底层,影响玉米根系的生长和植株发育,不利于生产效率的提升<sup>[47]</sup>。通过机械深松配合施加有机肥等方式可打破犁底层,改善土壤耕层结构,增强土壤的抗旱和蓄水能力,促进玉米根系生长和养分吸收,提高玉米的产量。目前,根据自然环境和现有机械条件,可在春季、夏季、秋季进行深松改土,深松深度一般在30 cm左右。研究表明,秋季收获后进行深松效果相对较好<sup>[48]</sup>。

### 2.2.4 平衡施肥,优化施肥方式

耕地肥力的循环与平衡为玉米的田间生长提供了环境基础。平衡施肥是根据玉米不同时期对养分的需求,采用合理的肥料调控措施,提高化肥的利用效率,促进玉米的生长<sup>[49]</sup>。目前,平衡施肥已经成为提高玉米利用效率的重要方式,也是现代农业合理施肥的发展趋势<sup>[50-51]</sup>。我国玉米产区应在生产中根据当地自然条件、主栽品种生育期的需肥规律来确定氮、磷、钾及中量和微量元素的用量、比例及适宜施肥时期,配合施加缓释肥延长肥料作用时间,避免因化肥过量施用导致的无效成本支出,并减少环境污染,促进农业生产的可持续发展<sup>[52]</sup>。

## 3 评述与展望

近年来,随着我国玉米种植面积的扩大和农业科技水平的提升,关于玉米生产效率的研究逐年增多。已有研究表明,关于玉米生产效率的影响因素,涉及到农业基础科学、农艺学、土壤学、植物保护学、农业工程、农业经济等多个学科领域,多种投入、产出因素共同决定了玉米的生产效率。尽管相关研究已取得一定成果,但仍存在一定的不足须进一步完善:(1)针对不同地区、不同自然环境具体的生产效率提升途径还须进行因地制宜的研究。(2)研究方法较为落后,借助现代生物技术、信息技术、工业技术的研究还相对较少,整体研究水平须进一步提高。随着我国农业种植结构调整的实施,“镰刀湾”地区等不适宜玉米生产的区域,玉米种植面积将有所减少,这对我国玉米生产效率的提升将起到积极的促进作用。但由玉米供需形势带来的玉米收购价格下降将直接影响到玉米核心产区的农户种植收益。因此,提升玉米生产效率的研究与应用不能单纯依靠基础理论,还要求政府部门与科研部门、农业技术推广部门共同努力,进一步制定、完善相关政策、推广先进农业生产技术、研发先机农业机械、培育优良玉米品种,为玉米生产效率的提升创造良好的环境,实现产学研的有机结合,进而带动玉米产业的发展。

## 参考文献:

- [1] 苗珊珊,徐永金,陆 迁. 中国三大区域玉米产量及增长率的因素分解[J]. 湖北农业科学,2014,53(12):2932-2936.
- [2] 钟 鑫,张忠明,王 琛,等. 中国玉米核心优势区技术效率及技

- 术进步模式研究——基于2000—2013年的省际面板数据[J]. 玉米科学, 2016, 34(1): 166—172.
- [3] 燕天. 黑龙江省积温带的划分[J]. 北方园艺, 1996(6): 64—67.
- [4] 季生太, 杨明, 纪仰慧, 等. 黑龙江省近45年积温变化及积温带的演变趋势[J]. 中国农业气象, 2009, 30(2): 133—137.
- [5] 曹萌萌, 李俏, 张立友, 等. 黑龙江省积温时空变化及积温带的重新划分[J]. 中国农业气象, 2014, 35(5): 492—496.
- [6] 朱海霞, 吕佳佳, 李秀芬, 等. SRES A2/B2情景下未来黑龙江省积温带格局的演变[J]. 中国农业气象, 2014, 35(5): 485—491.
- [7] 王静, 杨晓光, 吕硕, 等. 黑龙江省春玉米产量潜力及产量差的时空分布特征[J]. 中国农业科学, 2012, 45(10): 1914—1925.
- [8] 张研, 钱春荣. 黑龙江省玉米单产水平现状与发展策略[J]. 东北农业大学学报, 2010, 41(7): 155—160.
- [9] 陈红, 张丽娟, 李文亮, 等. 黑龙江省农业干旱灾害风险评价与区划研究[J]. 中国农学通报, 2010, 26(3): 245—248.
- [10] 蒋和平, 蒋辉. 农业适度规模经营的实现路径研究[J]. 农业经济与管理, 2014(1): 5—11.
- [11] 李文明, 罗丹, 陈洁, 等. 农业适度规模经营: 规模效益、产出水平与生产成本——基于1552个水稻种植户的调查数据[J]. 中国农村经济, 2015(3): 4—17, 43.
- [12] 邵培霖, 孙鹤. 黑龙江省农村土地流转情况调查报告[J]. 调研世界, 2015(6): 29—32.
- [13] 丛克强, 矫江, 中本和夫, 等. 黑龙江省玉米种植效益调查[J]. 黑龙江农业科学, 2011(10): 25—28.
- [14] 高芸, 蒋和平. 我国农业现代化发展水平评价研究综述[J]. 农业现代化研究, 2016, 37(3): 409—415.
- [15] 王丽丽, 杨广林, 王忠江. 我国玉米机械收获发展的制约因素及道路选择[J]. 农机化研究, 2008(12): 231—232, 236.
- [16] 孙士明, 靳晓燕, 韩宏宇, 等. 黑龙江省玉米生产机械化现状及发展建议[J]. 农机化研究, 2015, 37(5): 1—6.
- [17] 苏俊, 闫淑琴. 黑龙江省玉米生产技术发展回顾与展望[J]. 黑龙江农业科学, 2011(11): 122—126.
- [18] 赵久然, 王荣焕, 史洁慧, 等. 国内外玉米动态及展望[J]. 作物杂志, 2008(5): 5—9.
- [19] 姜宇博, 李爽. 粮食主产区农机合作社生产效率与适度规模经营研究——以黑龙江省玉米生产为例[J]. 农业现代化研究, 2016, 37(5): 902—909.
- [20] 王振华, 张林. 黑龙江省松嫩平原中南部玉米生产限制因素及对策[J]. 玉米科学, 2008, 16(5): 147—149.
- [21] 何萍, 徐新朋, 仇少君, 等. 我国北方玉米施肥产量效应和经济效益分析[J]. 植物营养与肥料学报, 2014, 20(6): 1387—1394.
- [22] 时鹏, 高强, 王淑平. 玉米连作及其施肥对土壤微生物群落功能多样性的影响[J]. 生态学报, 2010, 30(22): 6173—6182.
- [23] 黄禹. 关于黑龙江省粮食生产现状分析[J]. 现代化农业, 2015(2): 55—57.
- [24] 李美佳, 王远路, 刘欣凤, 等. 中美玉米生产贸易与比较优势分析——基于成本效益与生产率的视角[J]. 玉米科学, 2013, 21(4): 138—142, 147.
- [25] 钱春荣, 于洋, 宫秀杰, 等. 黑龙江省不同年代玉米杂交种氮肥利用效率对种植密度和施氮水平的响应[J]. 作物学报, 2012, 38(11): 2069—2077.
- [26] 吕晨光, 杨继瑞, 谢菁. 农业适度规模经营研究——以山西省为例[J]. 统计与决策, 2013(20): 135—138.
- [27] 宋小亮, 张立中. 什么是农业适度规模经营——兼论与土地适度规模经营的关系[J]. 理论月刊, 2016(3): 156—161.
- [28] 蒋和平. 农业适度规模经营是实现农业现代化的重要途径[J]. 中国畜牧业, 2014(23): 32—33.
- [29] 王勇. 农业现代化过程中我国农机合作社的特点、困境与对策[J]. 农机化研究, 2010, 32(9): 5—8.
- [30] 张远征. 黑龙江省农机作业合作社的发展: 背景、条件与成效[J]. 农机化研究, 2009, 31(1): 7—10.
- [31] 陈秀萍. 黑龙江省农民专业合作社发展类型及政府扶持政策建议[J]. 农业经济, 2015(3): 62—64.
- [32] 黄延信, 张海阳, 李伟毅, 等. 农村土地流转状况调查与思考[J]. 农业经济问题, 2011, 32(5): 4—9.
- [33] 李维刚, 李琪. 基于城镇化视角下黑龙江土地流转问题探讨[J]. 经济研究导刊, 2015(12): 27—28.
- [34] 李世武, 陈志, 杨敏丽. 农机农艺结合问题研究[J]. 中国农机化, 2011(4): 10—13, 17.
- [35] 左淑珍, 迟仁立. 农机农艺相结合是农业机械化的必由之路[J]. 农村机械化, 1998(2): 36.
- [36] 王振华, 鲁晓民, 张新, 等. 我国玉米全程机械化育种目标浅析[J]. 河南农业科学, 2011, 40(11): 1—3, 21.
- [37] 王元东, 张华生, 段民孝, 等. 适于全程机械化生产的玉米新品种选育探讨[J]. 中国种业, 2014(11): 23—25.
- [38] 卜俊周, 岳海旺, 谢俊良, 等. 玉米品种耐密性研究及耐密型育种的思考[J]. 河北农业科学, 2011, 15(12): 44—46.
- [39] 赵延明, 董树亭, 宋希云, 等. 玉米育种目标与生产机械化[J]. 山东农业科学, 2007(4): 24—26.
- [40] 姜德福. 辽东地区玉米生产合理密植栽培技术的探讨[J]. 辽宁农业科学, 2014(1): 57—59.
- [41] 王宇菲, 李平, 付景昌. 玉米栽培密度问题初探[J]. 杂粮作物, 2008, 28(3): 172—173.
- [42] 梅娟, 刘志新. 玉米密植生产及耐密型品种选育的探讨[J]. 黑龙江农业科学, 2015(10): 42—44.
- [43] 王晓梅, 傅迎军, 王燕平, 等. 二比空立体通透栽培模式对耐密玉米光合特性及产量的影响[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(9): 2568—2570, 2572.
- [44] 陈喜昌, 李波, 张宇, 等. 不同种植方式与密度对玉米产量的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2011(12): 19—22.
- [45] 付云江. 玉米生长周期内田间管理与病虫害防治[J]. 农村实用科技信息, 2012(5): 34.
- [46] 魏湜, 杨振芳, 顾万荣, 等. 化控剂玉黄金对玉米品种东农253穗部和抗倒性影响[J]. 东北农业大学学报, 2015, 46(12): 1—7, 15.
- [47] 张世煌. 我国玉米产业发展的技术需求[J]. 玉米科学, 2008, 16(3): 130—133.
- [48] 王俊河, 郝玉波, 姜宇博, 等. 黑土区深松改土对玉米产量形成和土壤性状的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2014(12): 33—35.
- [49] 王英. 黑龙江省农田养分循环与平衡状况的初步探讨[J]. 土壤通报, 2002, 33(4): 268—271.
- [50] 李传哲, 许仙菊, 马洪波, 等. 水肥一体化技术提高水肥利用效率研究进展[J]. 江苏农业学报, 2017, 33(2): 469—475.
- [51] 杨长琴, 张国伟, 刘瑞显, 等. 氮肥运筹对麦后直播棉光合性能、生物量、氮素累积及产量的影响[J]. 江苏农业学报, 2017, 33(5): 1028—1035.
- [52] 张德荣. 玉米测土配方平衡施肥技术[J]. 农村实用科技信息, 2014(4): 5.