

张世博, 施龙建, 俞春涛, 等. 江苏省玉米生产情况调研与分析[J]. 江苏农业学报, 2018, 34(6): 1410-1418.

doi: 10.3969/j.issn.1000-4440.2018.06.029

江苏省玉米生产情况调研与分析

张世博¹, 施龙建¹, 俞春涛², 陈国清³, 刘志勇⁴, 袁建华⁵, 陆卫平¹, 陆大雷¹

(1.扬州大学江苏省作物遗传生理国家重点实验室培育点/粮食作物现代产业技术协同创新中心, 江苏 扬州 225009; 2.江苏省农业技术推广总站, 江苏 南京 210036; 3.江苏省沿江地区农业科学研究所, 江苏 南通 225641; 4.宿迁中江种业有限公司, 江苏 宿迁 223800; 5.江苏省农业科学院粮食作物研究所, 江苏 南京 210014)

摘要: 玉米是江苏省第三大粮食作物。实现玉米高产稳产、省工节本、绿色增效是有效提高种植收益, 提升农户种植玉米积极性, 保障玉米产业稳定发展的关键。本研究对江苏省2013-2017年全省的玉米生产情况进行了调研, 分析了江苏省玉米生产农户的基本情况, 投入和产出, 品种, 密度, 播期, 肥料施用, 耕作方式。并明确了限制江苏省玉米产量和效率提升的关键因子(玉米价格低效益差、玉米螟、干旱、土壤不够肥沃、锈病、种植方式不适宜、种植密度较高或较低、倒伏、涝渍、大小斑病)。在此基础上, 提出了江苏省普通玉米的发展应以耐密多抗品种为载体, 以机械化栽培为核心, 配套集成适期播种, 合理增密, 精确施肥, 综合防控, 机械晚收, 秸秆还田等技术, 形成轻简化栽培技术, 实现玉米生产省工节本, 丰产增效, 增加农民收入。

关键词: 玉米生产; 农户; 种植成本; 机械化栽培

中图分类号: S513 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4440(2018)06-1410-09

Research and analysis of maize production in Jiangsu province

ZHANG Shi-bo¹, SHI Long-jian¹, YU Chun-tao², CHEN Guo-qing³, LIU Zhi-yong⁴, YUAN Jian-hua⁵, LU Wei-ping¹, LU Da-lei¹

(1. Jiangsu Key Laboratory of Crop Genetics and Physiology/Co-Innovation Center for Modern Production Technology of Grain Crops, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China; 2. Jiangsu Provincial Agricultural Technology Extension Station, Nanjing 210036, China; 3. Institute of Agricultural Sciences of Jiangsu Changjiang River Bank District, Nantong 225641, China; 4. Suqian Zhongjiang Seed Co., Ltd., Suqian 223800, China; 5. Institute of Food Crops, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014, China)

Abstract: Maize is the third largest food crop in Jiangsu province. Got the high and stable grain yield with low labor and source cost, green and highly efficient cultivation is important to improve the maize production enthusiasm of peasant and guarantee the stable development of maize industry. The production of maize in Jiangsu province from 2013 to 2017 was investigated based on the questionnaire. The basic information of corn producers was analyzed, including cost and output, variety, density, sowing date, fertilization application and tillage method. The key factors restricting the increase of maize grain yield and efficiency in Jiangsu province were identified such as low maize price, poor benefit, maize borer, drought, infertile soil, rust disease, unsuited cultivation method and plant density, lodging, waterlogging, and leaf blight

(*Helminthosporium turcicum* and *Helminthosporium maydis*). Based on the survey results, the development of maize should take higher density and multi-resistant varieties as carrier, mechanized cultivation as core technology and integrate other technologies such as suitable planting date, appropriate density, accurate fertilization, comprehensive crop protection, mechanical late harvest, and straw returning. The mechanized and simple cultivation

收稿日期: 2018-07-24

基金项目: 国家重点研发计划项目(2016YFD0300109); 国家自然科学基金项目(31471436, 31771709); 江苏省现代农业产业技术体系项目[JATS(2018)312]; 江苏省青蓝工程项目; 江苏省高校优势学科建设工程项目

作者简介: 张世博(1994-), 甘肃金昌人, 硕士研究生, 主要从事玉米栽培研究。(E-mail) 2335570357@qq.com

通讯作者: 陆大雷, (E-mail) dllu@yzu.edu.cn

technique can save labor and cost in maize production, increase grain yield and efficiency, and raise farmers' income.

Key words: maize production; peasant; planting cost; mechanized cultivation

玉米是中国第一大作物。近年来,玉米在品种选育、栽培理论研究、技术创新和推广应用上取得了一系列重大突破,全国玉米单产从2006年的 $5\,326\text{ kg/hm}^2$ 提高到2016年的 $5\,973\text{ kg/hm}^2$,为保障国家粮食安全作出了巨大贡献^[1]。2015年,中国玉米种植面积达 $3.8\times 10^7\text{ hm}^2$,产量达 $2.24\times 10^8\text{ t}$ ^[2]。然而,受高库存、畜牧业不景气以及玉米深加工企业产能过剩等影响,2016年中国玉米进入种植面积、总产量和库存量“三量齐减”时代,玉米价格低、效益差影响了农民种植玉米的积极性^[3]。

玉米是江苏省第三大粮食作物,经过多年产业结构调整,形成了苏南苏中以鲜食玉米为主,苏北以普通玉米为主的种植格局,种植面积达 $4.3\times 10^5\text{ hm}^2$ 左右,其中普通玉米 $3.3\times 10^5\text{ hm}^2$ 左右。为了解江苏省普通玉米产业发展概况,2017年在东台、大丰、滨海、响水、盱眙、沐阳、泗洪、泗阳、灌云、东海、赣榆、丰县、邳州、睢宁等市县农业委员会的协助下,在上述市县39个乡镇收集了1 497份调查问卷,分析了普通玉米生产概况,以期江苏省玉米产业发展提供依据。

1 玉米种植农户基本概况

江苏省玉米种植家庭1 484位户主的年龄分布为22~82岁,平均年龄为53岁,在不同年龄层次人群中,以51~60岁年龄层次户主所占比例最高,为37.6%,然后向下向上逐级递减,30岁以下户主仅

占调查总数的1.1%(图1)。各户主的文化程度以初中为主,占总户主人数的69.1%,中专和大专文化程度的户主比例仅为2.2%。家庭农业从业人口数量从1人到7人不等,但以2人为主(74.0%),家庭农业从业人口数量超过3人的仅占7.0%。家庭玉米种植面积主要为零星种植,种植面积超过 6.7 hm^2 以上的仅有4户,超过 1.3 hm^2 以上的比例仅占调查总户数的3.1%。总体上,江苏省玉米种植以小于 0.67 hm^2 的小农户种植为主。玉米种植农户中,农业从业人员以40岁以上的初中文化程度的中老年夫妻为主,30岁以下中青年主要进城务工或从事非农业劳动,从事农业生产所占比例较少。这种年龄大,文化程度低,种植面积小,玉米种植收入占家庭收入比例少的基本概况导致玉米生产以传统的经验栽培为主,农户对玉米生产的新品种、新技术、新模式的需求动力不强,反过来又影响着玉米产量和效率的进一步提升。杨巍认为,种植业收入占家庭收入比重大的玉米种植户对技术需求较为强烈,且需求内容主要为良种以及水肥与田间管理技术^[4]。在江苏省,农民对农业科技存在着迫切的需求,希望科技服务的提供方式为技术人员下乡到户指导以及参加培训班,其次是向邻居和亲朋好友学习以及专业大户或科技示范户的传授。因此,政府或农业技术推广人员要深入田间地头进行实地指导,培训内容需贴近生产实际,推广易于掌握的实用技术,同时增加服务次数并保持服务的连贯性^[5]。

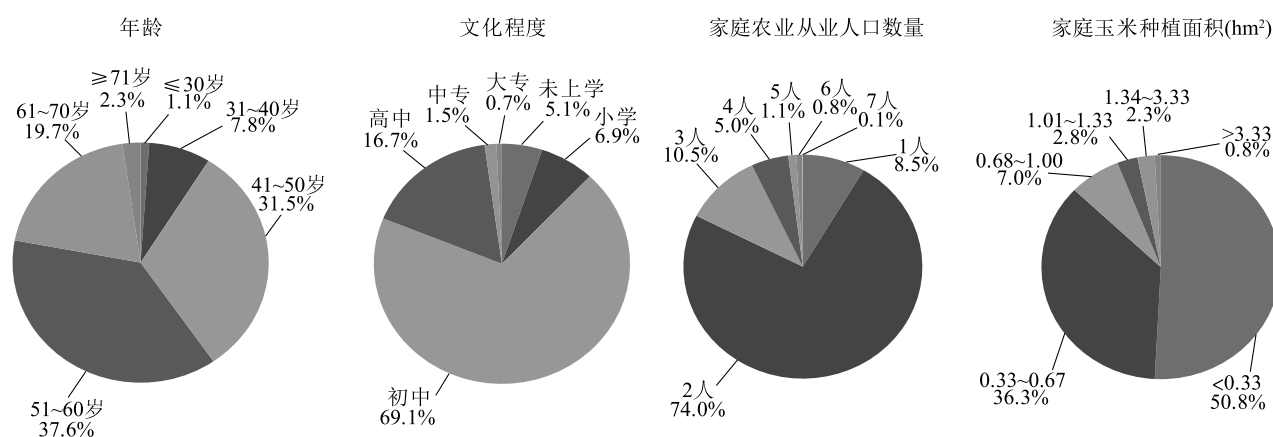


图1 江苏省玉米种植农户家庭简况

Fig.1 Family brief introduction of maize producers in Jiangsu province

2 玉米产量及其分布

调查发现,江苏省玉米2013~2017年平均产量均值为7 617 kg/hm²,年度间以2013年最低,2017年最高(表1)。从产量分布来看,呈抛物线变化趋势,2013和2014年度以6 001~7 500 kg/hm²所占比例较高,其次为7 501~9 000 kg/hm²,2015和2017年度以7 501~9 000 kg/hm²所占比例最高,2016年度6 001~7 500 kg/hm²与7 501~9 000 kg/hm²所占

比例相似。而江苏省统计产量2013~2017年仅为1 hm² 5 070 kg、5 475 kg、5 580 kg、5 400 kg和5 850 kg,产量差异较大的原因可能是本次调研的多为江苏省玉米主产县(市、区),生产水平相对较高。江苏省玉米高产创建专家组在测产时发现,部、省级高产创建项目中产量多超过9 000 kg/hm²,表明通过新品种、新技术和新模式的广泛推广,可有效提升江苏省玉米单产。

表1 江苏省2013~2017年玉米产量及其分布

Table 1 Maize grain yield and its distribution from 2013 to 2017 in Jiangsu province

年度	产量 (kg/hm ²)	玉米产量分布比例(%)				
		≤4 500	4 501~6 000	6 001~7 500	7 501~9 000	>9 000
2013	7 233	0.1	17.9	50.1	28.1	3.8
2014	7 407	0.5	11.7	46.8	35.3	5.7
2015	7 700	2.9	5.1	37.8	46.7	7.5
2016	7 841	0.4	8.0	38.3	37.4	15.9
2017	8 001	4.3	6.5	26.5	38.7	24.0

3 玉米种植成本和收入

江苏省玉米种植的主要成本有种子、肥料、农药、耕整地、收获和田间用工等,另外还有少量的灌溉和地膜,其中肥料和收获与田间用工所占比例约60%左右(图2)。调查发现,2015年中国平均玉米生产总成本为1 hm² 16 260元,主产区中以内蒙古最低(1 hm² 13 725元),吉林最高(1 hm² 18 465元)。玉米生产成本中物质与服务费用为1 hm² 5 640元,人工费用为1 hm² 7 035元,而同期美国物质与服务费用略低于中国,但人工费用仅为1 hm² 450元^[6]。中国吉林省2017年的调查结果显示,玉米生产成本为1 hm² 5 640元(不包含人工),其中种子农药化肥成本为1 hm² 3 840元,略高于江苏省,如果计算人工成本(1 hm² 4 665元,含整地、播种、打药、收获),则成本达1 hm² 10 305元/hm²^[7]。由图2可知,成本分布中以1 hm² 4 501~6 000元所占比例最高(38.6%),然后向上向下逐级递减。从收入来看,收入1 hm² 从5 250元至22 500元不等,均值为12 945元。以1 hm² 9 001~13 500元所占比例最高(56.9%),其

次为1 hm² 13 501~18 000元(38.7%),收入高于1 hm² 18 000元或低于1 hm² 9 000元所占比例较小。从节本角度而言,一是要大力发展机械化轻简栽培技术,尤其是籽粒直收技术,减少收获及其用工成本;二是精确施肥,避免过量施肥,在保证产量的同时因时因地因苗施肥,提高肥效。

4 品种、密度和播期

所调查的农户中,共种植64个玉米品种,其中种植比例较高的品种有苏玉系列(苏玉20、苏玉29、苏玉30等)、郑单958、农大108、金海5号、隆平206、蠡玉系列(蠡玉16、蠡玉88等)。调查发现,很多农户对品种选择缺少认识,购买时比较盲目,更多依赖于经销商、零售商的推荐或者在市场上随意购买。江苏省夏季高温、病虫害、干旱、涝渍、台风等灾害频繁,选择品种时除要求高产、稳产、多抗、优质外,还要求耐高温、授粉结实性好、抗倒伏、宜密植和具有较强的抗病能力^[8-9]。种子管理部门和技术推广部门应加强品种监管并积极推广适应江苏省气候条件,自主选育(引进)的耐密广适多抗的高产稳产中早熟品种。

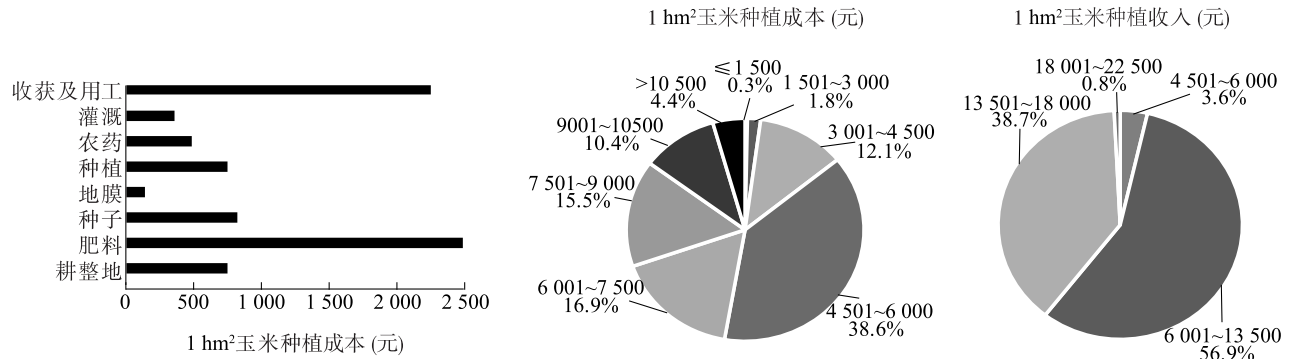
图2 江苏省1 hm²玉米种植成本与收入

Fig.2 Maize production cost and income in Jiangsu province

由图3可知,江苏省玉米种植密度变幅为1 hm² 25 200~82 500株,均值为1 hm² 62 505株。总体上,1 hm² 52 500~67 500株的比例为72.8%。这主要是受上世纪80~90年代高秆大穗晚熟保绿育种方向选择的品种所影响,农户更习惯种植中晚熟品种,依靠延长生育期来提高产量,且对大穗型的直观印象较好。在大面积生产上,2005~2009年,中国黄淮海夏玉米区种植密度显著上升,近年稳定1 hm² 62 000株,与江苏省调查密度相似^[10]。实践表明,合理增加密度是增产的关键。陈国平等^[11]研究发现,在全国玉米单产超过15 000 kg/hm²的159块玉米高产田中,密度超过1 hm² 75 000株的地块占88.68%,密度超过1 hm² 67 500株的田块占99.37%。因此,根据品种特性(耐密、多抗、广适)和生产条件,因地制宜将江苏省玉米种植密度1 hm²增加7 500~15 000株,并配套精量播种、合理施肥,实现足群体壮个体,可从增加收获穗数上达到增产目的。

江苏省普通玉米可分为春玉米和夏玉米,春玉米播期从3月底到4月下旬,主要集中在4月上旬,收获期为7月底到8月中旬,主要集中于8月上旬。夏玉米播期从5月下旬到7月中旬,主要播期为6月15~20日,收获期从9月上旬到10月下旬,主要集中于9月底10月初。春玉米迟播、夏玉米早播利于飞虱迁飞并造成粗缩病,另外春玉米开花期易受梅雨影响,夏玉米易发生芽涝以及开花期和灌浆前期的高温影响。因此,在江苏玉米生产中,春玉米应抓紧冷尾暖头抢墒播种,减少飞虱危害,并可避开花期梅雨;夏玉米应在麦后闲茬7~10 d,6月15日以后根据墒情播种。研究结果表明,玉米粒质量随着

灌浆进程推进逐渐升高,在花后40~50 d、50~60 d以后仍然持续增加^[12-13]。刘月娥等^[14]研究发现,推迟7 d收获玉米可增产4.57%,推迟14 d收获可增产7.85%。而李璐璐等^[15]研究发现,即使玉米生理成熟后,延长站秆时间玉米粒质量仍有增加。因此,夏玉米应在不影响后茬小麦播种的前提下推迟至10月中旬待玉米苞叶枯松发白、籽粒黑层出现,灌浆终止时收获,以延长灌浆时间,增加粒质量来增加产量。与此同时,适时晚收有利于降低籽粒含水量和机收籽粒破碎率,有利于技术更成熟、更经济的收获机尤其是籽粒收获机的应用^[16]。

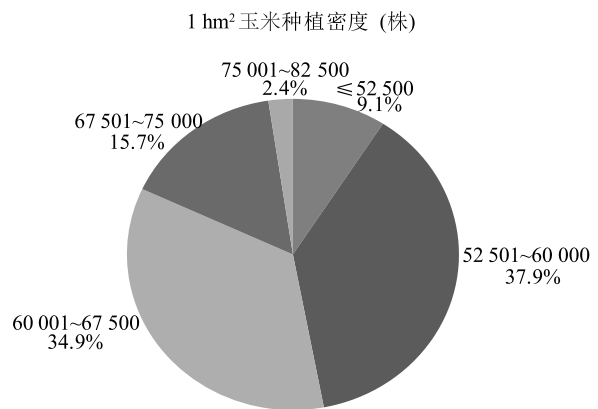


图3 江苏省玉米种植密度分布

Fig.3 Maize density and its distribution in Jiangsu province

5 玉米肥料施用量

肥料是影响玉米生长发育的关键因素,亦是农资投入中占比最大的组成部分。目前生产中常用的肥料类型有复合肥、碳酸氢铵和尿素,以及一些新型

的缓控释肥等。氮磷钾是玉米生长发育所需的三大养分,但中国玉米氮肥利用率仅为26%、磷肥利用率为11%、钾肥利用率为32%。肥料利用率低,不仅造成资源损耗而且造成面源污染^[17]。由表2可知,江苏省N、P₂O₅和K₂O三者的平均施用量均值分别为1 hm² 298.5 kg、108.0 kg和108.0 kg,分布比例N以240.1~360.0 kg/hm²和36.1~480.0 kg/hm²为主,两者所占比例分别为33.2%和27.7%,P₂O₅和K₂O施用量主要为45.1~90.0 kg/hm²和90.1~135.0 kg/hm²,占总数的80%左右,远超过高产条件下的推荐施肥量^[1]。课题组前期研究发现,玉米每100 kg籽粒需N、P₂O₅和K₂O变幅分别为1.7~4.4 kg、0.5~1.8 kg和1.0~3.8 kg,玉米每100 kg籽粒需N、P₂O₅和K₂O的平均值分别为2.6 kg、1.0 kg、2.5 kg^[18]。实现9 000 kg/hm²的籽粒产量需吸收N、P₂O₅和K₂O的量分别为234 kg、90 kg和225 kg。土壤中原来存在一定数量的养分,不同情况下能够实现4 500~6 000 kg/hm²的基

础地力产量。磷钾一般作为基肥施入,生产中江苏省主要玉米产区多采用机械化播种,可带基肥播种(一般施N:P₂O₅:K₂O=15:15:15的复合肥450~900 kg/hm²),基本上可实现基肥的足量深施。然而江苏省肥料施用存在的主要问题是穗肥(主要指氮肥)的追施,生产中多为靠雨撒施,由于玉米生长季温度较高,撒施容易造成铵态氮的挥发,如果撒施后降雨量过多也会造成硝态氮的淋溶。肥料成本约占江苏省玉米种植成本的1/3,精确定量施肥可节本增效。因而,要加强科学施肥技术的培训、示范和技术指导,提高农民素质;二是研发和发展小型施肥农机具,拔节至大喇叭口期深施穗肥,提高肥效并获得高产;三是改进施肥技术,均衡施用氮磷钾肥和有机肥料,逐步推广缓控释肥和化肥深施技术,提高肥料利用率,突破简化栽培条件下的施肥技术^[19]。此外,还应推广秸秆还田,加强土壤培肥,建立养分综合管理技术。

表2 江苏省玉米施肥情况

Table 2 Maize fertilization in Jiangsu province

肥料种类	施肥量 (kg/hm ²)	不同施肥量区间所占调查农户的比例(%)				
		A	B	C	D	E
N	298.5	12.3	21.5	33.2	27.7	5.3
P ₂ O ₅	108.0	3.8	39.8	40.3	10.7	5.3
K ₂ O	108.0	4.9	38.8	40.0	10.2	6.1

A、B、C、D和E指N施用量分别为0~120.0 kg/hm²、120.1~240.0 kg/hm²、240.1~360.0 kg/hm²、360.1~480.0 kg/hm²和>480.0 kg/hm²,P₂O₅和K₂O均分别为0~45.0 kg/hm²、45.1~90.0 kg/hm²、90.1~135.0 kg/hm²、135.1~180.0 kg/hm²和>180.0 kg/hm²农户占总调查户数的比例。

6 土地耕整

由图4可知,江苏省玉米播种前整地和收获后整地比例约为2:1,整地方式以浅旋耕和少耕免耕为主,两者所占比例为83.6%,深松和翻耕比例占10.3%,免耕所占比例仅为6.1%。在现有秸秆禁烧的大环境下,玉米收获后绝大多数田块均实施秸秆还田,占总量的95.4%,且还田量以全量还田为主(83.9%),还田方式以粉碎旋耕还田所占比例较大(60.9%),其次为粉碎覆盖还田(22.7%)。秸秆还田不仅有利于保护环境,而且有利于培肥地力,但从整地措施和还田方式看,以播种前整地和粉碎旋耕还田为主,因江苏省玉米主要以夏玉米为主,播种时易发生伏旱或涝渍,播种前进行整地和浅旋耕破坏

了麦田土壤结构,不利于保持土壤水分,降雨过多则易引起芽涝,因此要积极推进玉米少耕免耕和免耕机播。玉米生物量大,收获后秸秆粉碎旋耕还田进行后茬小麦播种要压实保墒,同时玉米收获后进行秸秆深翻或深松还田,改善土壤结构,深化土壤耕层,打破犁底层,有助于增加深层根系比例,保持根系活力,增强玉米对土壤不良环境的缓冲能力,提高玉米抗逆性和提高氮肥利用效率,有助于实现高产高效的目标^[20-21]。

7 影响玉米产量和效率提升的限制因子

玉米产量和效率是影响农户种植玉米积极性的关键因子,影响因素主要由社会经济因素、栽培管理

因素、生物因素(病害、虫害)和非生物因素(土壤条件和气候因素)构成。通过解析玉米生产限制因素,并明确解决的可能性,可为制定玉米生产政策提供参考^[8]。各项指标参与人数越多,均值(各影响序列的加权平均数)越低,表明该因素对玉米产量和效率提

升的限制序列越靠前,两者呈极显著的负相关关系(图5)。不同类型影响因子中,排列为前十位的限制因子(分值由低到高)分别是玉米价格低效益差、玉米螟、干旱、土壤不够肥沃、锈病、种植方式不适宜、种植密度较高或较低、倒伏、涝渍、大小斑病(表3)。

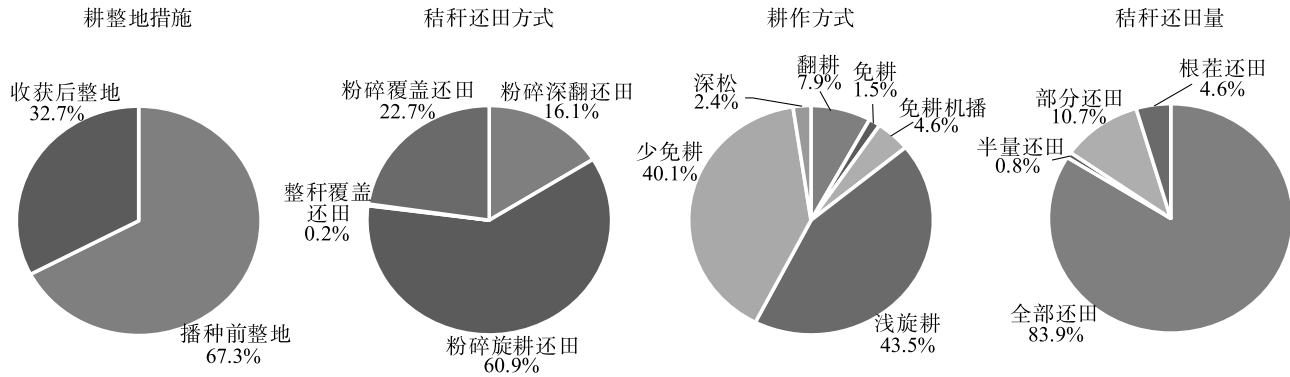


图4 江苏省玉米耕整方式

Fig.4 Maize soil tillage and preparation in Jiangsu province

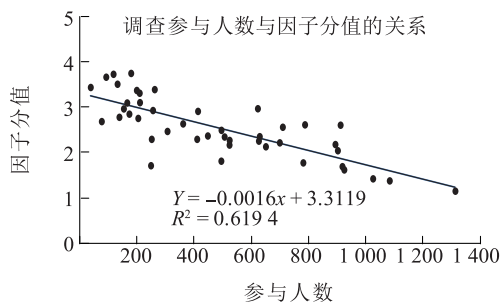


图5 参与人数与因子分值的关系

Fig.5 Relationship between the number of participants and factor scores

社会因素中玉米价格低(2016年为1 kg 1.65元)影响了玉米的种植收益,进而影响农民种植玉米的积极性。栽培管理因素中种植方式不适宜和种植密度不足是影响玉米产量和效率提升的关键因子,其原因在于江苏省玉米种植除土地耕整和播种基本实现机械化以外,其他仍以小农户管理模式为主。要提升玉米种植科技水平,省工节本,丰产增效,一是通过发展畜牧业、养殖业,玉米饲料加工业和其他产后加工业,延长产业链条,提高玉米生产效益。二是加大农资价格方面的调控力度,减少流通环节来调节市场价格,从而降低农业生产资料(肥料、种子、农药、除草剂、农用燃油、农业机具)的价格,通过减少投入来增加种植收益。三是强化农业科研工作和农业技术推广工作,依靠科学

技术进一步降低玉米生产成本;增加玉米田农业基础设施建设的投入,提高农业抗灾能力,保证玉米稳产。四是通过科技培训、示范田示范、科技示范户典型带动和科技人员在关键季节深入田头指导,加强高产高效、低耗节本、简化栽培技术(如精量播种技术、缓控释肥技术、机械化收获技术等)的示范推广力度,提升农民科技素质和种田水平。

生物因素中玉米螟是全球玉米第一大害虫,年发生代数多,防治难,而锈病主要是南方地区一些带病孢子通过台风登陆江苏省,曾在2015年度对江苏省玉米造成重大危害,大斑病、小斑病主要是玉米生长后期易发生阴雨天气所致。在今后生产中一是要加强预测预报和综合防治网络建设,通过预测预报主要病虫害的发生趋势,为生产提供及时防治对策,防止暴发流行危害,同时综合调动植保、气象、育种、栽培和土肥等方面专家力量,开展联合攻关;对玉米螟等重大病虫害政府应积极组织和引导农民统防统治、协同防治,并给予补贴。二是加强科技培训和技术指导、普及防治知识,关键时期到田头进行技术指导,合理使用农药和除草剂,减少药害发生,提高防治效果。三是开展广适多抗品种选育,并加强多抗稳产品种的宣传推广力度。四是研制高效安全的种衣剂、高效低毒农药以及适用性强、易推广、经济有效的防控技术和施药设备,并加快植保服务的专业化。

表 3 江苏省限制玉米产量和效率提升的限制因子排序

Table 3 Ranking of limiting factors for the improvement of maize yield and efficiency in Jiangsu province

因素	参数	影响序列 (人)					总数 (人)	均值
		1	2	3	4	5		
社会经济因素	玉米价格低,效益差	1 123	165	21	3	1	1 313	1.17
	化肥价格高且不稳	32	359	279	104	11	785	2.62
	投入大、成本高	91	311	382	108	19	911	2.62
	卖粮难	1	45	67	142	5	260	3.40
	种子市场混乱	5	91	25	54	33	208	3.09
	假冒伪劣化肥农药	35	12	77	35	12	171	2.87
栽培管理因素	国家粮食政策影响	78	143	162	186	54	623	2.99
	种植方式不适应	125	89	12	21	1	248	1.73
	种植密度较高或较低	397	210	111	56	6	780	1.80
	水肥投入过多或过少	93	195	94	35	31	448	2.37
	品种选择不合理	113	123	111	58	4	409	2.31
	化控技术应用不到位	32	116	123	137	3	411	2.91
	农业技术推广不到位	3	5	8	18	5	39	3.44
	农机农艺不配套	89	53	58	42	8	250	2.31
	出苗质量低	14	30	60	46	2	152	2.95
	倒伏	275	105	51	64	1	496	1.81
	种子质量低	17	13	25	21	1	77	2.69
病害因素	茎腐病	190	63	88	117	36	494	2.49
	青枯病	47	38	64	95	10	254	2.93
	粗缩病	161	193	230	38	3	625	2.25
	丝黑穗病	17	22	35	119	5	198	3.37
	矮花叶病	11	61	16	49	2	139	2.78
	锈病	463	311	100	37	5	916	1.70
	大、小斑病	173	290	121	64	1	649	2.12
虫害因素	玉米螟	793	192	58	38	0	1 081	1.39
	蚜虫	122	211	256	90	30	709	2.57
	地下害虫	153	290	193	62	1	699	2.24
	黏虫	4	44	55	88	14	205	3.31
	玉米叶螨	3	22	26	65	15	131	3.51
	棉铃虫	3	44	55	60	4	166	3.11
	二点委夜蛾	129	220	118	54	1	522	2.19
土壤条件	土壤不够肥沃	570	191	102	58	3	924	1.63
	水土流失严重	37	76	24	27	38	202	2.77
	土壤盐碱化	55	120	83	29	20	307	2.48
	土壤质地差	125	207	110	81	0	523	2.28
	土壤耕层坚实	176	80	146	102	1	505	2.35
	土壤保水保肥能力差	185	192	107	146	0	630	2.34
气候条件	干旱	676	267	73	9	0	1 025	1.43
	涝渍	292	342	186	81	0	901	2.06
	大风冰雹	50	90	157	65	0	362	2.65
	高温热害	286	270	224	112	1	893	2.18
	光照不足	2	12	54	71	39	178	3.75
	低温冷害	4	11	18	37	21	91	3.66
	有效积温不足	0	7	20	86	3	116	3.73

影响序列中 1、2、3、4、5 为农户认为影响玉米生产和效率提升限制因子优先序列,平均值为人数与优先序的加权平均值,该值越低表明越优先。

非生物因素中,因为江苏省是主要的稻麦产区,普通玉米主要分布在苏北没有灌溉条件的区域,土壤贫瘠。而培肥地力、改善土壤质地是一项长期工作,应通过轮作和少耕免耕等保护性耕作技术来改良土壤;土壤深松打破犁底层,加深耕层,加强蓄水保水,抗旱除涝能力,减少水土流失,保护生态环境和增产增收;开展测土配方施肥、氮磷钾肥和微肥平衡施用,并通过秸秆还田和增施有机肥改良和培肥土壤,逐渐加深耕层深度和提高有机质含量;此外,还应培育和推广耐贫瘠的品种,特别是 100 kg 籽粒需肥量低,肥料利用率高的品种。江苏省夏季降雨不均衡导致干旱或涝渍经常发生,如 2013 年 7 月初-8 月中旬持续 40 余天的干旱高温对夏玉米生长发育造成显著影响,很多区域玉米绝收;2016 年 6 月中旬至 7 月中旬的连续降雨造成春玉米籽粒败育、灌浆受限和夏玉米苗期发生涝渍,7 月中旬-8 月中旬的干旱高温导致夏玉米严重减产。2017 年 7 月下旬的极端高温(38~40℃)显著影响江苏省夏玉米的雌穗分化发育,早播田块受灾严重。因此,首先要根据江苏省气候变化趋势,调整播期以避免不利气候条件;其次,应加强农田基础设施建设,有条件的市县可以建设田间机井,同时配套好田间沟系,做到旱能灌,涝能排;三是平整土地、深松打破犁底层,改善耕层结构,培肥地力,加厚活土层,改善生产条件,提高农田抗旱综合生产能力;四是选育和推广抗性品种;五是加强技术指导,推广抗旱防涝、节水耕作和栽培技术,秸秆免耕覆盖技术,并通过化学调控,调整种植方式和购买农业保险来抵御这些自然灾害。

8 结 语

江苏省玉米种植以初中文化程度的 40 岁以上的中老年为主,家庭农业从业人口数量多为 2 人,种植面积 0.67 hm² 以下,产量以 7 500~9 000 kg/hm² 为主,投入成本约 1 hm² 6 525 元,其中肥料和收获及用工占 60% 以上,受价格 1 kg (1.6~1.8 元)影响,收入在 1 hm² 9 000~18 000 元,均值为 1 hm² 12 945 元。在生产上,农户对品种选择缺乏认识,需

加强对耐密广适多抗宜机收品种的宣传和推广力度,将江苏省玉米种植密度提高 1 hm² 7 500~15 000 株;在播期选择上根据江苏省实际生态条件推行“春提早、夏推迟”的播期策略,肥料改穗肥撒施为机械深施或缓释肥一次性施用,提高肥料利用率并减少农业面源污染,同时可节肥 15% 以上。江苏省夏玉米播种应以大力推广(少)免耕机械精量播种并带足基肥,保墒保苗、省工节本,秸秆全量还田,粉碎深松还田,打破犁底层,改良土壤结构,提升土壤肥力。在生产中还应针对本地易发生的病虫(玉米螟、锈病、大小斑病)危害进行预测预报,预防为主,综合防控,同时针对干旱、涝渍和高温的危害及时采取措施,避开或减轻影响,降低产量损失。

参考文献:

- [1] 刘 鹏,董树亭,李少昆,等.高产玉米氮素高效利用[J]. 中国农业科学, 2017, 50(12):2232-2237.
- [2] 李少昆,赵久然,董树亭,等.中国玉米栽培研究进展与展望[J]. 中国农业科学, 2017, 50(11):1941-1959.
- [3] 武玉环,郭静利.农业政策和科技创新对玉米价格的影响[J]. 中国农业科技导报,2016,18(6):187-194.
- [4] 杨 巍.我国玉米种植户的技术需求及技术获得途径分析[J]. 农业经济, 2017(6):51-52.
- [5] 徐金海.农民农业科技服务需求意愿与评价分析——基于江苏部分地区的调查[J]. 科技进步与对策, 2010,27(9):115-118.
- [6] 王琦琪,陈印军.我国玉米种植的优势分析[J]. 中国农业科技导报,2018,20(3):1-9.
- [7] 于 伟,张学锋,孟祥萍.2017 年度吉林省玉米种植成本收益调查分析[J]. 吉林农业, 2018(3):24-25.
- [8] 李少昆,王崇桃.玉米高产潜力途径[M]. 北京:科学出版社, 2010:104-164.
- [9] 王崇桃,李少昆.玉米生产限制因素评估与技术优先序[J]. 中国农业科学, 2010,43(6):1136-1146.
- [10] 明 博,谢瑞芝,侯 鹏,等.2005-2016 年中国玉米种植密度变化分析[J]. 中国农业科学, 2017,50(11):1960-1972.
- [11] 陈国平,王立春,赵 明,等.近年我国玉米超高产田的分布、产量构成及关键技术[J]. 作物学报, 2012,38(1):80-85.
- [12] 李光彦,王庆燕,许艳丽,等.双重化控对春玉米灌浆期穗位叶和籽粒蔗糖代谢关键酶活性的影响[J]. 作物学报, 2016,42(8):1215-1223.
- [13] 徐云姬,顾道健,秦 昊,等.玉米灌浆期果穗不同部位籽粒碳

- 水化合物积累与淀粉合成相关酶活性变化[J]. 作物学报, 2015, 41(2): 297-307.
- [14] 刘月娥,谢瑞芝,张厚宝,等. 不同生态区玉米适时晚收增产效果[J]. 中国农业科学, 2010, 43(13): 2820-2828.
- [15] 李璐璐,王克如,谢瑞芝,等. 玉米生理成熟后田间脱水期间的籽粒重量与含水率变化[J]. 中国农业科学, 2017, 50(11): 2052-2060.
- [16] 李璐璐,雷晓鹏,谢瑞芝,等. 夏玉米机械粒收质量影响因素分析[J]. 中国农业科学, 2017, 50(11): 2044-2051.
- [17] 张福锁,王激清,张卫峰,等. 中国主要粮食作物肥料利用率现状与提高途径[J]. 土壤学报, 2008, 45(5): 915-924.
- [18] 凌启鸿. 作物群体质量[M]. 上海:上海科学技术出版社, 2010:489-512.
- [19] 孙 泚,张吉旺,靳立斌. 玉米高产与氮肥高效协同实现存在的问题及其途径[J]. 玉米科学, 2014, 22(1): 143-148.
- [20] SAENGWILA P, NORD E A, CHIMUNGU J G, et al. Root cortical aerenchyma enhances nitrogen acquisition from low-nitrogen soils in maize[J]. Plant Physiology, 2014, 166(2): 726-735.
- [21] 任 昊,程 乙,刘 鹏,等. 不同栽培模式对夏玉米根系性能及产量和氮素利用的影响[J]. 中国农业科学, 2017, 50(12): 2270-2281.

(责任编辑:陈海霞)