

奇台总场玉米生产技术特征与效益分析

王崇桃¹, 李少昆², 陈永生³

(1. 北京联合大学商务学院, 北京 100025; 2. 中国农业科学院作物科学研究所/农业部作物生理生态重点实验室, 北京 100081;
3. 新疆生产建设兵团第六师奇台总场, 新疆 奇台 831800)

摘要: 高产潜力研究通过千亩核心示范方和万亩示范片带动全面实现玉米单季“吨粮”。对奇台高产田投入与产出调查的结果表明, 2014 年经农业农村专家验收的千亩方玉米单产达到 18 385.5 kg/hm², 净利润 18 955.5 元/hm²; 2016 年农场万亩示范片玉米子粒平均单产 16 230 kg/hm², 净利润 9 060 元/hm², 实现了高产高效协同, 创建玉米产业发展的“奇台模式”。技术特征与效应分析, 以耐密宜机械粒收品种、高密度种植、滴水出苗与群体质量调控栽培、机械粒收与全程机械化、绿色生产技术为核心, 集成精细整地、高质量种子与精量播种、化学调控、滴灌与水肥一体化、秸秆还田与烘干收储等关键技术, 采取规模化种植与管理、全程成本核算, 构建的玉米密植高产全程机械化绿色生产技术为现代玉米生产提供了样板。

关键词: 玉米; 密植栽培; 机械化; 投入与产出

中图分类号: S513

文献标识码: A

Technical Characteristics and Benefit Analysis of Maize Production in Qitai Farm

WANG Chong-tao¹, LI Shao-kun², CHEN Yong-sheng³

(1. Business College of Beijing Union University, Beijing 100025;

2. Institute of Crop Science, Chinese Academy of Agricultural Sciences /

Key Laboratory of Crop Physiology and Ecology, Ministry of Agriculture, Beijing 100081;

3. Qitai farm, Xinjiang Production and Construction Corps, Qitai 831800, China)

Abstract: Through 1 000-mu(666.7 m²) square and 10 000-mu(666.7 m²) piece demonstration, high-yield potential research drives farm to achieve a comprehensive single-season maize yield of "1 ton per mu". The input and output of Qitai farm high-yield field were investigated in this study. The results showed that the average yield of the 1 000-mu square was 18 385.5 kg/ha in 2014, and the net profit reached 18 955.5 yuan/ha; the average yield of 81 000 mu was 16 230 kg/ha, and the net profit was 9 060 yuan/ha in 2016, which realized maize high-yield and high-efficiency coordination. The green production technology of close planting and high yield, and full mechanization with the core of cultivars suitable for high-density population planting and mechanical harvest, dripping for seedling emergence and high-quality group regulation, mechanical grain harvesting and full mechanization cultivation techniques, and combined with fine land preparation, high-quality seeds and precise sowing technology, chemical regulation, water and fertilizer integration technology, straw returning, grain drying and storage, and the large-scale standardized production and management, whole-process cost accounting provides a model for modern maize production.

Key words: Maize; Close planting; Technical characteristic; Input and output

录用日期: 2019-04-08

基金项目: “973”计划课题(2015CB150401)、国家重点研发计划(2016 YFD0300101)、国家玉米产业技术体系(CARS-02-25)

作者简介: 王崇桃. Tel: 010-62139212

E-mail: wangcho11@sina.com.cn

奇台总场是重要的商品粮生产基地, 素有“兵团粮仓”之美誉。自 2010 年起中国农业科学院作物科学研究所栽培与生理创新团队与奇台总场合作开展玉米密植高产与全程机械化绿色生产关键技术研究集成示范, 通过百亩攻关田、千亩核心示范方与万亩示范片建设, 玉米产量和效益逐年提高。经农业

农村部专家组测产验收,奇台总场于2011、2012、2013和2017年连续4次打破全国玉米高产纪录,其中,2013年小面积创造单产22 676.1 kg/hm²的纪录,实现单季亩产突破“三千斤”^[1],2017年再次创造22 756.65 kg/hm²的新纪录。此外,在千亩核心示范方2014年实现18 385.5 kg/hm²的农场大面积高产纪录,大幅度提升我国玉米现实产量潜力。科研带动当地玉米生产发展,奇台总场玉米种植面积由项目实施之初的2 687 hm²发展到2018年的7 857 hm²,单产水平由9 750 kg/hm²提升到15 000 kg/hm²,奇台总场的玉米科研与生产已广泛为业界所关注^[2]。本文通过调查奇台总场玉米田的投入与产出情况,分析高产田的经济效益与技术特征,为进一步实现增产、增效和玉米生产的发展提供支撑。

1 材料与方法

奇台总场位于新疆维吾尔自治区昌吉州奇台县境内,属大陆性干旱气候,太阳总辐射量多年平均2 478 MJ/m²,年平均日照时数2 841 h,年≥10℃积温3 025.8℃·d,玉米生育期内(1988~2017年)平均降雨量148.0 mm,为灌溉农业。百亩攻关田土质为沙壤土,0~60 cm土壤容重1.35 g/cm³,pH值为7.5,有机质含量14.9 mg/kg,碱解氮含量72.5 mg/kg,速效磷含量49.7 mg/kg。

2014年千亩核心示范方设置在奇台总场八道滩社区一队1斗3、4号地(500亩,种植品种为

登海618),留守办园一队18斗2、3号地(500亩,种植品种为良玉66),共计1 000亩。千亩方按制定的种植模式,采取统一作物种植规划、统一机械作业和施肥、灌水、病虫害防治等田间管理。2014年10月14日,由农业农村部专家组组织验收,按照农业部《全国粮食作物高产创建验收办法(试行)》玉米高产创建验收办法,在对示范田方进行实地勘查的基础上,随机选取了10块地,每块地选取1个样点,每个样点面积不少于66.7m²。收获全部果穗,称取穗重,计数果穗数,计算平均鲜穗重;依据平均穗重选取20个果穗作为样品,脱粒后称子粒鲜重,计算鲜穗出籽率。采用国家认定并经校正的谷物水分测定仪(PM-8188)测定子粒含水率。按国家标准含水量14%计算实收产量。按当年生产资料价格进行生产成本的逐项计算。

2 结果与分析

2.1 奇台总场玉米产量与投入产出分析

2014年10月14日,由农业农村部玉米专家指导组和全国玉米栽培学组组织专家对千亩核心示范方进行田间现场验收,抽测地块面积6.67 hm²。10个样点平均穗数138 465穗/hm²(变幅128 805~148 815穗/hm²),单穗重144.4 g(变幅127.3~156.5 g),单产变幅16 467~20 223 kg/hm²,平均单产18 385.5 kg/hm²(表1)。

表1 奇台总场玉米千亩核心示范方测产验收表

Table 1 Yield measurement results of maize in 1 000- mu core demonstration square in Qitai farm

抽测地块 Sample point	品 种 Cultivar	穗数(穗/hm ²) Harvest ears	子粒含水量(%) Grain water content	单穗重(g) Single ear weight	14%含水量单产(kg/hm ²) Yield of per unit
八道滩社区1队1斗3号-1	登海618	128 805	34.4	152.6	17 923.5
八道滩社区1队1斗3号-2	登海618	133 710	34.1	151.3	18 505.5
八道滩社区1队1斗4号-1	登海618	145 140	35.1	128.4	22 282.5
八道滩社区1队1斗4号-2	登海618	141 975	39.0	138.2	17 965.5
八道滩社区1队1斗4号-3	登海618	144 000	38.3	127.3	16 969.5
留守办园1队18斗2号-1	良玉66	134 970	30.4	155.9	20 223.0
留守办园1队18斗2号-2	良玉66	139 485	30.1	156.5	19 080.0
留守办园1队18斗2号-3	良玉66	133 155	30.4	141.7	20 205.0
留守办园1队18斗3号-1	良玉66	148 815	28.0	150.8	19 294.5
留守办园1队18斗3号-2	良玉66	134 415	29.0	138.3	16 467.0
平 均		138 465	32.9	144.4	18 385.5

按当年生产资料价格对奇台高产田进行生产成本的逐项计算(表2)。

2014年千亩核心示范方生产经营总费用为18 735元/hm²,按玉米子粒价格2.05元/kg(14%含水

率)计算,产值37 690.5元/hm²,净利润达189 55.5元/hm²,实现单产18 000 kg/hm²的突破;净利润达15 000元/hm²的目标。在生产经营总费用中,生产成本14 535元/hm²,占总经营费用的77.6%;土地费

4 200 元/hm²,占 22.4%。在生产成本中,肥料费 4 200 元/hm²,占 28.9%,排第一位;机械作业费 3 870 元/hm²,占 26.6%,排第二位;灌溉与滴灌设施费合计 2 400 元/hm²,占 16.5%,排第三位;种子费 2 025 元/hm²,占 13.9%,排第四位;劳务费(播种、追肥、灌水、收获等环节辅助投工)和农药费均为 750 元/hm²,

分别占 5.2%;地膜费 540 元/hm²,占 3.7%。

2016 年农场共种植玉米 6 400 hm²,包括普通粒用玉米 5 400 hm²、糯玉米 1 000 hm²。根据农场产量统计数据,粒用玉米平均单产达到 16 230 kg/hm²。对农场玉米投入产出核算,在粮价下跌至 1.5 元/kg 的情况下,净利润仍达到 9 060 元/hm²(表 2)。

表 2 奇台总场玉米田成本收益核算表

Table 2 Cost income of maize in Qitai farm

项 目 Item		2014 年千亩核心示范方(元 /hm ²) 1 000-mu core demonstration square in 2014	2016 年农场万亩普通 粒用玉米(元 /hm ²) 10 000 mu of maize on the farm in 2016
机械作业	1、犁地	450	450
	2、整地(耙)	300	300
	3、播种	450	450
	4、喷药(化控,化除)	225	225
	5、中耕(2014 年小四轮中耕 3 次, 2016 年改为大型中耕机 2 次)	675	300
	6、收割	1 200	1 050
	7、拉运	300	300
	8、粉碎秸秆	270	270
	小计	3 870	3 195
种子		2 025	1 725
地膜		540	540
肥料		4 200	2 400
灌溉(滴灌)		1 500	1 425
滴灌设备		900	900
农药		750	450
雇工劳务费		750	750
土地费(上缴利费)		4 200	4 200
经营费用		18 735	15 285
玉米单产		18 385.50	16 230
产品单价(元/kg)		2.05	1.50
产值		37 690.50	24 345
净利润		18 955.50	9 060
成本产品率(kg/元)		0.98	1.06
成本产值率(元/元)		2.01	1.59
成本合计		14 535.00	11 085.00

2.2 玉米密植高产全程机械化绿色生产技术要点

1. 品种。选择耐密高产、抗性(抗倒伏、抗病虫害)强、优质、适合机械粒收作业品种。在≥10℃积温 3 000℃·d 以上的区域可选 M751、新玉 77(登海 618)、KWS3564、良玉 66;在≥10℃积温 2 700℃·d 的区域选用 KX9384。

2. 整地。秋季采用大型联合整地机整地,耕犁深度≥30 cm,秋翻后使用驱动耙耙地或采用联合整

地机对角线交叉耙地。整地要做到碎、平、净,且上虚下实,为提高播种质量打好基础。

3. 播种。选用一级良种,发芽率 95%以上,种子包衣质量好。采用宽窄行播种,宽行 70 cm,窄行 40 cm,株距 15 cm,每穴留 1 苗,理论株数 121 260 株/hm²,保苗密度 105 000~112 500 株/hm²。选用精量点播机,GPS 导航播种,播种时要求播种深度 3~4 cm,空穴率<3%,膜采光面宽 30 cm,压膜严实,覆

土厚度适中均匀,铺膜平整、孔穴盖土严密。播种完成后立即安装滴灌设施,在播种后48 h内滴出苗水,保证出苗率达到90%以上,苗齐、苗匀、苗壮。

4. 化学除草。玉米田主要杂草有马唐、稗草、狗尾草、马齿苋、铁苋草、灰黎等。化学除草包括芽前除草和苗期除草,其中,芽前除草:在春季整地前喷施90%乙草胺1 800 mL/hm²,可有效防除禾本科和阔叶杂草;苗期除草:在玉米5叶期,用4%烟嘧磺隆+20%秀去津混剂1 050 mL/hm²进行叶面喷雾,可有效防除多年生禾本科杂草和阔叶类杂草,施用方便,对玉米和后茬作物安全。

5. 施肥。采取测土配方施肥,一般全生育期总肥量1 350~1 650 kg/hm²,即每公顷施尿素750~900 kg、磷酸二铵375 kg、磷酸钾150~300 kg、硫酸锌75 kg。其中,基肥结合整地采用秋季全层施肥:每公顷施磷酸二铵225 kg、尿素150 kg;种肥:每公顷施磷酸二铵150 kg、硫酸锌75 kg;未施基肥的地块带种肥磷酸二铵375 kg、硫酸锌75 kg;追肥:一水时(6月20日前后)滴施尿素150 kg;二水时(7月1日前后)滴施尿素225~300 kg、硫酸钾肥10~300 kg;三水时(7月10日前后)滴施尿素75~150 kg、硫酸钾75 kg;五水时(8月5日前后)滴施尿素75 kg,七水时(8月25日)滴施尿素75 kg。

6. 灌溉。以滴灌为主,一个井灌区面积30~36.7 hm²为宜。头水适当晚浇,通过蹲苗促进根系发育、提高植株抗倒性。一般于6月15~20日开始滴第一水,此后每隔8~10 d滴水1次;8月20日以前滴水量控制在900 m³/hm²,8月20日以后降到450 m³/hm²,9月5日前停水。生育期滴水9~11次,总灌溉量5 250 m³/hm²,肥料随水多次施用。

7. 中耕。玉米播后中耕1~2次,一般显行后进行第1次中耕,耕深10~12 cm;5~6片叶时进行第2次中耕,耕深15 cm。中耕有利于提高地温,促苗早发,促根下扎,对适当推迟灌头水有益。

8. 化学控制。玉米6~8片展叶时喷施玉米专用生长调节剂,如羟基-乙炔利、吨田宝、玉黄金等,控制基部节间。早熟品种如KX9384一般第6片展叶期喷施,中晚熟品种如KWS3564在8片展叶时喷施。对于地力条件差的戈壁地、密度未达到90 000株/hm²和地头地边靠近林带的地块不使用化控。

9. 病虫害防治。主要做好玉米螟、叶蝉、红蜘蛛和蚜虫的防治。采取预防为主、综合防治,加强田间调查,在零星发生时将害虫消灭。其中对叶蝉和蚜虫注意做好冬小麦入冬前和春小麦田的防治工作,降低虫口基数,小麦收获后进行玉米地隔离带的

防治;红蜘蛛主要于玉米苗期(5月中旬)在田间和地边对杂草喷施50%三氯杀螨虫1 000倍液进行防治。

10. 收获与秸秆处理。玉米子粒含水率25%以下时采用联合收获机收获,子粒及时烘干。秸秆粉碎翻埋还田,培肥地力。

2.3 奇台玉米技术特征与效应分析

通过密植栽培和高质量群体调控技术,充分挖掘当地光温水肥生产潜力,实现产量突破,提高产值,为增效提供了空间。2014年千亩核心示范方收获穗数平均达到138 465穗/hm²,产量突破18 000 kg/hm²。分析增密增产的原因,一是筛选耐密高产品种。通过在全国广泛征集和持续开展高密度条件下品种筛选试验,筛选出新玉77(登海618)、M751、良玉66和KX9384等一批适合当地种植的耐密植、产量潜力大、适应机械粒收的品种,获得大面积推广;二是采用高质量群体调控技术。针对倒伏、大小穗与空秆、早衰等密度栽培存在的问题,通过高密度条件下抗倒伏品种筛选、化学调控、水肥调控、耕层构建、病虫害防控和按品种设置种植密度等措施防控玉米的倒伏。通过选用高质量种子,购置大马力新型整地、播种机械,提高整地与播种作业质量,并采用播后滴水出苗技术,大幅度提高了玉米整齐度,降低了高密度群体下大小穗和空秆的发生。通过滴灌水肥一体化技术、耕层构建和病虫害防控措施,延缓玉米功能期,防止密植群体早衰。

通过农机、农田装备水平的提升,提高作业质量和效率、减少劳动力投入。玉米全程机械化作业包括整地、播种、施肥、施药和收获等关键环节。为提高播种质量,2013年后农场借助农机补贴等相关政策,大量购置三膜以上气吸式精量点播机替代以往小四轮单膜点播机,玉米播种质量得到大幅度提高,而且用种量由以往每公顷60 kg下降为34.5~42.0 kg。通过单粒点播减少了间、定苗环节,每公顷可节省人工投入450~750元。全面实施子粒收获,减少了果穗运输、翻晒和脱粒成本,比人工收获至少减少200元成本^[3,4]。2013年以来,农场全面安装滴灌设施,改沟灌灌溉方式为滴灌,人均管理定额有不足3.3 hm²提高到10 hm²左右,而且实现水肥一体化,节水节肥增产效果显著。通过玉米全程机械化、先进农机具和滴灌技术的广泛应用,每亩劳动力投入的费用(播种、追肥、灌水、收获等环节辅助投工)已经下降到50元左右,每亩用工不到1/3个。

通过规模化、标准化种植与管理,提高玉米作业效率和技术到位率,奇台总场采取适度规模化种植,引导农户按整条田统一品种、种植、机械作业和施

肥、灌水、病虫害防治等田间管理,每个条田面积在33.3 hm²左右,购置大中型机械替代小型机械,安装导航作业,加强农机操作人员培训,确保每台机械高质量作业,不仅提高了机械作业效率、降低作业成本,也加快了研发技术的到位率。

3 结论与讨论

通过密植高产全程机械化绿色生产技术的研究与示范,奇台总场玉米生产近10年发生了重要变化,种植面积由2009年的2 687 hm²扩大到2018年的7 857 hm²;单产水平由9 750 kg/hm²左右提升到15 000 kg/hm²,并多次创造全国小面积和大面积高产纪录,且实现了高产高效协同。技术效应分析表明,以耐密宜机收品种、高密度种植、滴水出苗与群体质量调控栽培、机械粒收与全程机械化、绿色生产技术为核心,集成精细整地、高质量种子与精量播种、化学调控、滴灌水肥一体化、秸秆还田与烘干收储等关键技术,采取规模化、标准化种植与管理、全程成本核算,构建的玉米密植高产全程机械化绿色生产技术符合当地及西北灌区玉米生产条件,为我国现代玉米生产提供了样板。

国内外大量研究和实践证明,在玉米各项增产因素中,合理密植是最经济有效、易于推广应用的增产增效措施。美国玉米产量增益中21%来自种植密度的增加^[5]。玉米作为C₄作物,具有高产潜力优势,奇台总场围绕密植栽培开展研究,玉米种植密度由2009年的67 500~75 000株/hm²增加到2018年的105 000~120 000株/hm²,产量和效益大幅度提升。进一步表明,西北光热资源好、灌溉农业,密植栽培是挖掘当地资源的重要途径。随着种植密度加大,会大大增加人工收获的劳动时间、强度和成本,即便能够有一定的经济效益,也不太容易被从事生产的农民所接受,而子粒收获技术和全程机械化的实现,使密植栽培在生产操作中的障碍被消除^[4]。

与同期71团万亩高产纪录田相比^[6],奇台总场玉米种植效益偏低,其中,增加了灌溉设备与地膜投入,化肥和滴灌投入偏高。71团肥料投入为每公顷尿素450~525 kg、磷酸二铵420 kg,万亩田折算2 826元/hm²,占成本投入第二位;奇台总场每公顷投入尿素750~900 kg、磷酸二胺375 kg、磷酸钾150~300 kg、硫酸锌75 kg,千亩方肥料投入4 200

元/hm²,占成本投入第一位。71团高产田自20世纪80年代中期起开始秸秆还田,已持续30余年,期间还采取了施用有机肥、种植绿肥、与大豆、小麦轮作等措施,地力得到提升,土壤有机质含量保持在3%~5%,为实现玉米持续高产和化肥减施奠定了基础^[6]。奇台总场土地较为瘠薄,有机质含量仅1%~2%,化肥投入成本较高。因此,今后需要加大培肥力度,实施秸秆还田,施用有机肥,采取大豆、小麦等作物轮作等措施提升地力,并加大密植高产田玉米需肥规律和科学施肥技术研究,提高施肥效果,降低生产成本,为玉米持续高产奠定基础。此外,还要加大早熟品种替代地膜技术的研究与推广。

奇台总场的玉米生产变化充分体现了科研生产结合、农机农艺融合的科研推广新模式,通过作物品种、栽培技术和机械装备集成配套,百亩田攻关、千亩核心示范方、万亩示范片和辐射全农场,为当地玉米产业发展提供支撑,构建玉米科研生产的“奇台模式”。

参考文献:

- [1] 李少昆,王克如,谢瑞芝,等.实施密植高产机械化生产实现玉米高产高效协同[J].作物杂志,2016(4):1-6.
Li S K, Wang K R, Xie R Z, et al. Implementing higher population and full mechanization technologies to achieve high yield and high efficiency in maize production[J]. Crops, 2016(4): 1-6. (in Chinese)
- [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.
Li S K, Zhao J R, Dong S T, et al. Advances and prospects of maize cultivation in China[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2017, 50(11): 1941-1959. (in Chinese)
- [3] 李少昆.我国玉米机械粒收质量影响因素及粒收技术的发展方向[J].石河子大学学报(自然科学版),2017,35(3):265-272.
Li S K. Factors affecting the quality of maize grain mechanical harvest and the development trend of grain harvest technology[J]. Journal Shihezi University, 2017, 35(3): 265 - 272. (in Chinese)
- [4] 刘石.你真的了解子粒收获吗? [J].种子科技,2016(3):7.
Liu S. Do you really know about grain harvest? [J]. Seed Technology, 2016(3): 7. (in Chinese)
- [5] 李少昆,王崇桃.玉米高产潜力途径[M].北京:科学出版社,2010.
- [6] 李少昆,王克如,杨小霞,等.玉米高产纪录田块技术与效益分析[J].作物杂志,2017(6):1-6.
Li S K, Wang K R, Yang X X, et al. Technology and benefit analysis of high yield record field in maize[J]. Crops, 2017(6): 1-6. (in Chinese)

(责任编辑:姜媛媛)