



姚玉波,张树权,赵东升,等.黑龙江省松嫩平原西部玉米丰产增效栽培模式效果研究[J].黑龙江农业科学,2020(10):11-15.

# 黑龙江省松嫩平原西部玉米丰产增效栽培模式效果研究

姚玉波<sup>1,2</sup>,张树权<sup>2</sup>,赵东升<sup>2</sup>,于莹<sup>3</sup>,郭永利<sup>2</sup>,刘岩<sup>2</sup>,陈思<sup>2</sup>,兰运财<sup>4</sup>

(1. 黑龙江省农业科学院 博士后科研工作站,黑龙江 哈尔滨 150086;2. 黑龙江省农业科学院 经济作物研究所,黑龙江 哈尔滨 150086;3. 贵州中医药大学 基础医学院,贵州 贵阳 550025;4. 黑龙江省富裕县农业技术推广中心,黑龙江 富裕 161200)

**摘要:**针对黑龙江省松嫩平原西部干旱、土壤保墒能力差、种植密度偏低、生产成本高等影响玉米生产的主要问题,在开展扩垄增密技术、肥料管理技术、生物防治技术、水分管理技术、土壤保墒技术和机械化粒收技术研究的基础上,构建玉米丰产增效栽培模式。结果表明:与当地普遍采用的玉米生产模式相比,丰产增效栽培模式水分利用效率提高0.95%;磷肥、钾肥的表观利用率(ARE)和肥料农学利用率(AE)分别提高48.61%和6.26 kg·kg<sup>-1</sup>,56.72%和8.28 kg·kg<sup>-1</sup>;热量资源利用效率提高0.95%;产量提高92 kg·hm<sup>-2</sup>,增产0.95%,累计增加经济效益1 501元·hm<sup>-2</sup>。

**关键词:**玉米;松嫩平原西部;扩垄增密;蓄水保墒;栽培模式

黑龙江省松嫩平原西部是重要的粮食生产基地,属于温带、半干旱大陆性季风气候,雨热同季,年均 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温 $2\,511\sim 2\,883^{\circ}\text{C}$ ,年平均降水量 $250\sim 500\text{ mm}$ ,年蒸发量大于年降水量,是典型的旱作农业生产地区,是黑龙江省粮食生产的主产区之一<sup>[1-2]</sup>。由于该区域是由半湿润向半干旱过渡的地区,属于生态脆弱地带,气候条件造成的自然灾害和缺乏适宜的配套栽培技术模式都明显制约了当地玉米的生产,导致玉米生产投入高,产量和品质偏低。主要表现在干旱,土壤耕性退化、保墒能力差、生产效率低,种植密度偏低、群体结构不合理,过量施肥、肥料利用率低、增产效果差、生产成本提高,收获时籽粒含水量高、影响机械收获等。本研究以影响黑龙江省松嫩平原西部地区玉米生产的实际问题为出发点,在对扩垄增密技术、肥料管理技术、生物防治技术、水分管理技术、土壤保墒技术和机械化粒收技术进行单项研究的基础上,集成构建出适合该区域的玉米丰产增效栽培模式,并对节本增效的效果进行评

价,以期为该区域的玉米丰产增效提供科技支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验时间及地点

试验于2019年在黑龙江省齐齐哈尔市富裕县现代农业示范园区内进行。土壤基础肥力情况:全氮 $1.90\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,全磷 $0.60\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,全钾 $23.8\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,碱解氮 $147.6\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,有效磷 $10.0\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,速效钾 $101\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,有机质 $31.5\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,pH8.16。

### 1.2 材料

供试玉米品种为和育187。

### 1.3 方法

1.3.1 玉米丰产增效栽培模式构建 (1)扩垄增密技术:110 cm 垄上双行种植,双行间距为40 cm,垄间行距70 cm。播种密度 $7.8\text{ 万株}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。

(2)肥料管理技术:在当地普遍采用的施肥量基础上减少50%磷肥和50%钾肥用量,底肥:尿素 $100\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,磷酸二铵 $100\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,硫酸钾 $75\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,追肥:尿素 $100\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。

(3)生物防治技术:利用赤眼蜂生物防治玉米螟,放蜂量 $22.5\text{ 万头}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。分两次放蜂,第1次放蜂时间为7月10日,放蜂量 $13.5\text{ 万头}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,第二次放蜂时间为7月15日,放蜂量 $9\text{ 万头}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。

(4)水分管理技术:松嫩平原西部春季干旱时有发生,根据气候条件,一旦发生春旱,播种后进

收稿日期:2020-07-03

基金项目:国家重点研发计划项目(2017YFD0300505, 2018YFD0300102);黑龙江省农业科学院科研项目(2019JJPY004, 2020FJZX006)。

第一作者:姚玉波(1984-),女,博士,助理研究员,从事作物遗传育种和栽培技术研究。E-mail:yaoyubo2009@aliyun.com。

通信作者:张树权(1965-),男,硕士,研究员,从事经济作物育种和栽培技术研究。E-mail:zsqlij@126.com。



行喷灌 1 次,保证苗全苗壮。由于 2019 年春季黑龙江省松嫩平原西部降水量比较大,因此未采取喷灌处理。

(5)土壤保墒技术:玉米秸秆全量覆盖还田,免耕播种,苗期垄沟深松,中耕培土施肥。

(6)机械化粒收技术:为了降低收获时籽粒含水量,达到机械化收获的要求,采用适时晚收技术,籽粒乳线消失后 7 d 收获。

以上 6 项关键栽培技术构建黑龙江省松嫩平原西部玉米丰产增效栽培模式,以当地玉米生产普遍采用的 65 cm 垄距、当地施肥量、自然降水、翻耕和乳线消失收获的栽培模式为对照,同时为了分析玉米丰产增效栽培模式对水分利用效率、肥料利用效率和热量资源利用效率的影响,本研究构建的栽培模式和当地普遍采用的栽培模式分别设置不施磷肥和不施钾肥处理,采用大区试验,不设重复,每个处理试验地面积 667 m<sup>2</sup>。

1.3.2 测定项目与方法 每个处理随机选 3 个取样点,每个取样点 6 行,行长 10 m,面积 33 m<sup>2</sup>。每个取样点收获全部果穗,选取 20 个果穗作为标准样本,称重、脱粒并称籽粒重量,计算鲜穗出籽率,测定籽粒含水率。

产量(kg·hm<sup>-2</sup>)=收获鲜穗重×鲜穗出籽率(%)÷收获样点实际面积×10 000×[1-籽粒含水率(%)÷(1-14%)。

$$WUE=Y/(P-\Delta W)$$

WUE 是作物水分利用效率,指作物单位耗水量产出的籽粒产量:[kg·(mm·hm<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>],Y 是单位面积作物产量(kg·hm<sup>-2</sup>),P 是生育期内降水量,ΔW 是收获时与播种时土壤储水量之差(mm)。

肥料表观利用效率(ARE,%)=(施肥区养分吸收量-对照区养分吸收量)/养分施入量×100;肥料农学利用效率(AE,kg·kg<sup>-1</sup>)=(施肥区产量-对照区产量)/养分施入量×100

$$HUE=Y/\sum_{i=SD}^{MD}T_{mean}$$

HUE 是热量利用效率;Y 是单位面积玉米产量,∑<sub>i=SD</sub><sup>MD</sup>T<sub>mean</sub> 是玉米(≥10℃)生长期间的有效积温。

增加效益(元)=集成构建模式效益(收益-成本)-当地玉米生产模式效益(收益-成本)

1.3.3 数据分析 试验数据采用 Excel 2013 进行处理。

## 2 结果与分析

### 2.1 水分利用效率差异

对齐齐哈尔市富裕县农技推广中心农业园区 4-9 月,上旬、中旬、下旬和全月的降雨量进行调查统计,与往年相比较,2019 年玉米生长季节降雨比较充沛,累计降雨达到 643.6 mm(表 1)。

表 1 玉米生长季试验基地降雨量

Table 1 Rainfall of maize growing season

in the test base						(mm)
项目	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月
Items	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.
上旬	9.0	0.2	42.3	34.0	88.3	2.6
中旬	7.7	43.6	7.9	43.3	2.6	11.9
下旬	0.1	4.6	58.9	120.2	166.3	0.1
全月	16.8	48.4	109.1	197.5	257.2	14.6
合计	643.6					

与当地普遍采用的玉米生产模式相比,集成构建的玉米丰产增效栽培模式下,玉米生产水分利用效率提高 0.95%(图 1)。

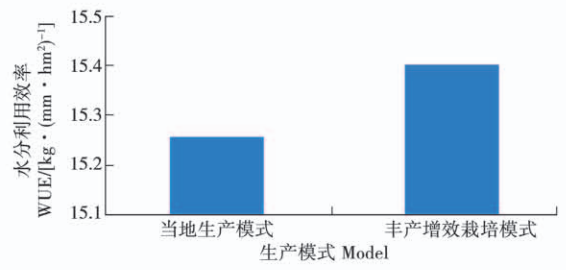


图 1 集成构建模式与当地生产模式水分利用效率差异

Fig. 1 Water utilization efficiency difference between integrated and local cultivation technology model

### 2.2 肥料利用效率差异

与当地生产模式相比,集成构建的丰产增效栽培模式下,磷肥、钾肥的表观利用率(ARE)和肥料农学利用率(AE)均有所提高。其中磷肥 ARE 和 AE 分别高于当地生产模式 48.61%和 6.26 kg·kg<sup>-1</sup>,钾肥 ARE 和 AE 分别高于当地生产模式 56.72%和 8.28 kg·kg<sup>-1</sup>(表 2)。

### 2.3 热量资源利用效率差异

对齐齐哈尔市富裕县农技推广中心农业园区 4-9 月,上旬、中旬、下旬和月平均气温进行调查统计,4-9 月平均气温在 7.4~22.5℃(表 3)。

表 2 丰产增效栽培模式与当地生产模式肥料利用效率差异

Table 2 Fertilizer utilization efficiency difference between high yield efficient cultivation model and local cultivation technology model

处理 Treatments	磷肥表观利用率 ARE of phosphate fertilizer/%	钾肥表观利用率 ARE of potassium fertilizer/%	磷肥农学利用率 AE of phosphate fertilizer/(kg·kg <sup>-1</sup> )	钾肥农学利用率 AE of potassium fertilizer/(kg·kg <sup>-1</sup> )
当地生产模式	10.06	29.41	5.07	7.40
丰产增效栽培模式	14.95	46.09	11.33	15.68

表 3 玉米生长季试验基地气温变化

Table 3 Temperature change of maize growing season in the test base (℃)

项目 Items	4 月 Apr.	5 月 May	6 月 Jun.	7 月 Jul.	8 月 Aug.	9 月 Sep.
上旬	2.9	13.9	18.0	21.9	21.3	19.6
中旬	8.1	15.1	19.9	23.7	19.3	13.3
下旬	11.1	15.3	20.4	22.0	18.7	14.4
月平均气温	7.4	14.8	19.4	22.5	19.7	15.7

对热量资源利用效率分析表明,构建的玉米丰产增效栽培模式热量资源利用效率比当地玉米生产模式提高 0.95%(图 2)。

2.4 集成构建玉米丰产增效栽培模式效益分析

与当地玉米生产模式产量相比玉米丰产增效

表 4 丰产增效栽培模式与当地生产模式产量差异

Table 4 Yield difference between high yield and efficient cultivation model and local cultivation technology model

处理 Treatments	株高 Height/ cm	收获密度 Harvest density/ (plants·hm <sup>-2</sup> )	穗长 Ear length/cm	穗粗 Ear diameter/cm	行粒数 Grains per row	秃尖 Bare tip/cm	含水量 Moisture content/%	产量 Yield/ (kg·hm <sup>-2</sup> )
当地生产模式	266	57450	20.78	5.04	40	2.12	29.51	9657
丰产增效栽培模式	257	66180	18.28	4.84	37	2.37	28.27	9749

玉米丰产增效栽培模式比当地玉米生产模式提高产量收益 156 元·hm<sup>-2</sup>;减少肥料磷肥和钾肥用量,减少肥料成本投入 1 120 元·hm<sup>-2</sup>;结合秸秆覆盖,采用少耕方式,减少机耕费用 225 元·hm<sup>-2</sup>,累计增加经济效益 1 501 元·hm<sup>-2</sup>(表 5)。

表 5 丰产增效栽培模式与当地生产模式经济效益分析

Table 5 Economic benefit analysis between integrated and local cultivation technology model (yuan·hm<sup>-2</sup>)

处理 Treatments	产量收益 Yield benefits	肥料投入 Fertilizer cost	机耕费用 Machine tillage cost	增加效益 Increase benefits
当地生产模式	16417	3360	1890	-
丰产增效栽培模式	16573	2240	1665	-
经济效益差值	156	1120	225	1501

栽培模式可提高产量 92 kg·hm<sup>-2</sup>,增产 0.95%(表 4)。

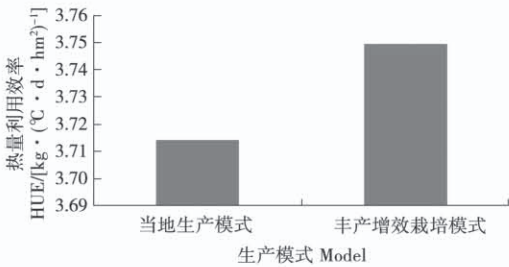


图 2 丰产增效栽培模式与当地生产模式热量资源利用效率差异

Fig. 2 Heat resource utilization efficiency difference of high yield and efficient cultivation model and local cultivation technology model

3 结论与讨论

我国水资源严重短缺,黑龙江省西部地区农业需水量尤其大,而过去玉米生产采用的漫灌和沟灌等方式,用水量大、利用效率低,资源浪费严重,采用喷灌等节水灌溉技术,或选用抗旱品种和配套栽培技术,充分利用自然降水,“蓄住天上水、保住土中墒”,均有利于提高水分利用效率<sup>[3-4]</sup>。有研究表明,培肥土壤、保护性耕作、秸秆覆盖还田等技术可以改善土壤结构,增加耕层有机质含量,减少土壤中水分蒸发,有效提高水分利用效率<sup>[4-9]</sup>,进而提高玉米产量、品质 and 经济效益。本研究借鉴前人研究成果,构建黑龙江省松嫩平原西部玉米丰产增效栽培技术模式,由于 2019 年该区域玉米生长季节降水比较充沛,4-5 月中旬降水量已达到 60.6 mm,因此没有采取模式中的喷



灌措施。通过采用该技术模式中扩垄增密、秸秆覆盖还田、深松等技术,起到良好的蓄水保墒作用,水分利用效率提高 0.95%。秸秆覆盖还田采用免耕播种技术,需要充分考虑与翻耕地块的交替作业。

黑龙江省西部地区玉米种植存在肥料施用过量或施用不当的问题,导致生产成本增加。磷肥和钾肥是玉米生产成本较高的肥料,而我国磷肥和钾肥的利用率比较低,磷肥的当季利用率为 10%~20%<sup>[10-11]</sup>,钾肥利用率为 30%~35%<sup>[12]</sup>。磷易被土壤固定,因此要考虑前茬作物施用磷肥后第一年和第二年的后效作用<sup>[3]</sup>。王立春<sup>[13]</sup>认为,在多年连续、大量施用高浓度磷肥、中等肥力的黑土上,可以采取适当减施或定期间断施用磷肥的方法。龚蓉等<sup>[14]</sup>研究发现,磷肥减少 20%对玉米产量没有显著影响,减少 30%时减产不显著;减施磷肥,利用率可提高 1.61%~4.61%。钾是提高玉米抗逆性和产量的重要元素,一旦施用过量,会增加成本、降低利用效率<sup>[15-16]</sup>。本研究借鉴前人研究成果,调研黑龙江省松嫩平原西部种植玉米磷肥和钾肥用量,测定土壤中有机质和养分含量,结合栽培模式中的其他技术,减少 50%磷肥和 50%钾肥用量,降低肥料投入成本,充分利用肥料的后效作用,磷肥和钾肥的表观利用率和农学利用率分别提高 48.61%和 6.26 kg·kg<sup>-1</sup>, 56.72%和 8.28 kg·kg<sup>-1</sup>。本研究是小面积开展的集成构建,而且开展年度生产季节降雨比较丰富,若开展大面积示范工作,需要充分考虑前茬作物、施肥量、土壤肥力、土壤墒情、种植密度和降水情况等,适当调整施肥量。

热量利用效率是农田生产效果的重要评价指标<sup>[17]</sup>。黑龙江省地处北部高纬度地区,气候冷凉,无霜期短,玉米生长季热量资源有限,其中齐齐哈尔、绥化、大庆和哈尔滨北部地区挖掘玉米热量资源利用效率的潜力比较大<sup>[18]</sup>。因此,通过采取适当的栽培技术,提高热量资源利用效率,对促进该地区玉米生产具有重要意义。大量研究表明,充分利用玉米品种特性,适当调整播期、合理密植、通透栽培、适时晚收等技术,优化田间通风、透光条件,增加叶面积指数、CO<sub>2</sub>浓度,充分利用光热资源,促进玉米籽粒灌浆和后期脱水,降低籽

粒含水量<sup>[1,19-23]</sup>。本研究在前人研究结果基础上,通过玉米丰产增效栽培模式的实施,热量资源利用效率提高 0.95%。

松嫩平原是我国北方春玉米的主要分布区,每年提供大量商品粮,对保障国家粮食安全起到非常重要的作用。近年来,玉米种植密度低、生产投入高等问题,导致生产效率低,不利于该地区玉米生产的可持续发展。因此,我国出台了“两减一增”、农业供给侧结构性改革等政策,节本增效已成为松嫩平原乃至全国玉米发展的新方向<sup>[24]</sup>。玉米生产的快速发展,高产高效栽培技术的研究和推广发挥了重要作用。本研究结合黑龙江省松嫩平原西部玉米生产存在的问题和生产实际,借鉴前人研究结果<sup>[1,25-32]</sup>,在研究扩垄增密、肥料管理、生物防治、水分管理、土壤保墒、机械化粒收等关键技术的基础上,集成构建黑龙江省松嫩平原西部玉米丰产增效栽培模式,与当地普遍采用的生产模式相比,产量提高 0.95%,增加经济效益 1 501 元·hm<sup>-2</sup>,取得了良好的效果。

#### 参考文献:

- [1] 许健,陈清利,马宝新,等. 黑龙江省西部半干旱地区玉米生产现状与对策[J]. 中国种业,2018(12):26-29.
- [2] 段体康,王振斌,王力刚,等. 浅议黑龙江省西部半干旱区植被恢复技术[J]. 防护林科技,2009(1):109-110.
- [3] 赵久然,王荣焕. 30年来我国玉米主要栽培技术发展[J]. 玉米科学,2012,20(1):146-152.
- [4] 佟屏亚. 旱作玉米高产栽培技术[J]. 农业科技通讯,1994(7):8-9.
- [5] 刘武仁,郑金玉,罗洋,等. 玉米留高茬少、免耕对土壤环境的影响[J]. 玉米科学,2008,16(4):123-126.
- [6] 张彬,何洪波,赵晓霞,等. 秸秆还田量对免耕黑土速效养分和玉米产量的影响[J]. 玉米科学,2010,18(2):81-84.
- [7] 宫秀杰,钱春荣,于洋,等. 深松免耕技术对土壤物理性状及玉米产量的影响[J]. 玉米科学,2009,17(5):134-137.
- [8] 谢瑞芝,李少昆,李小君,等. 中国保护性耕作研究分析—保护性耕作与作物生产[J]. 中国农业科学,2007,40(9):1914-1924.
- [9] 刘跃平,刘太平,刘文平,等. 玉米整秸秆覆盖的集水增产作用[J]. 中国水土保持,2003(4):32-33.
- [10] 鲁如坤. 我国的磷矿资源和磷肥生产消费、磷肥消费和需求[J]. 土壤,2004,36(2):113-116.
- [11] 程明芳,何萍,金继运. 我国主要作物磷肥利用率的研究进展[J]. 作物杂志,2010(1):12-14.
- [12] 姜子绍,宇万太. 农田生态系统中钾循环研究进展[J]. 应用生态学报,2006,17(3):545-550.



- [13] 王立春. 充分发挥磷肥后效作用是实现玉米节本增效的重要措施[J]. 玉米科学, 2004, 12(S2): 91-94.
- [14] 龚蓉, 刘强, 荣湘民, 等. 南方丘陵区旱地减磷对玉米产量及磷径流损失的影响[J]. 湖南农业科学, 2014(20): 18-20.
- [15] 闫湘, 金继运, 梁鸣早. 我国主要粮食作物化肥增产效应与肥料利用效率[J]. 土壤, 2017, 49(6): 1067-1077.
- [16] 王激清, 马文奇, 江荣风, 等. 养分资源综合管理与中国粮食安全[J]. 资源科学, 2008, 30(3): 415-422.
- [17] 李玉玲, 张鹏, 张艳, 等. 旱区集雨种植方式对土壤水分、温度的时空变化及春玉米产量的影响[J]. 中国农业科学, 2016, 49(6): 1084-1096.
- [18] 赵放, 王锐, 赵慧颖, 等. 寒地玉米生产热量利用效率潜力演变特征[J]. 玉米科学, 2019, 27(3): 73-81.
- [19] 梁熠, 齐华, 王敬亚, 等. 宽窄行栽培对玉米生长发育及产量的影响[J]. 玉米科学, 2009, 17(4): 97-100.
- [20] 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.
- [21] 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.
- [22] 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.
- [23] 杨克军, 李明, 李振华. 栽培方式与群体结构对寒地玉米物质积累及产量形成的影响[J]. 中国农学通报, 2005, 21(11): 157-160.
- [24] 徐北春, 刘慧涛, 杨双, 等. 基于节本增效的东北松嫩平原玉米种植模式评价[J]. 玉米科学, 2018, 26(1): 167-172.
- [25] 邓杰, 孙丽芳, 王霞, 等. 玉米收获期籽粒含水量与穗部性状的关联分析[J]. 种子, 2019, 38(10): 93-96.
- [26] 杨广东, 高焕勇. 高寒地区不同密度下玉米通透栽培与常规栽培比较研究[J]. 作物杂志, 2013(3): 90-93.
- [27] 时启军. 黑龙江西部半干旱区种植结构调整与水资源优化配置[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2010.
- [28] 贾杰杰. 黑龙江省种植业结构调整潜力研究[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2015.
- [29] 樊景胜, 连永利, 徐婷, 等. 黑龙江省西部生态脆弱区农业生产主要问题及解决对策[J]. 黑龙江农业科学, 2019(12): 126-129.
- [30] 李玉影, 刘双全, 姬景红, 等. 玉米平衡施肥对产量、养分平衡系数及肥料利用率的影响[J]. 玉米科学, 2013, 21(3): 120-124, 130.
- [31] 李少昆, 赖军臣, 明博. 玉米病虫害诊断专家系统[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2009.
- [32] 王健, 于青松, 郝茹雪, 等. 冀东地区玉米宜机收品种的增密增产效应研究[J]. 种子, 2020, 39(3): 140-147.

## Effect of Maize High Yield and Efficient Cultivation Model in the Western Songnen Plain of Heilongjiang Province

YAO Yu-bo<sup>1,2</sup>, ZHANG Shu-quan<sup>2</sup>, ZHAO Dong-sheng<sup>2</sup>, YU Ying<sup>3</sup>, GUO Yong-li<sup>2</sup>, LIU Yan<sup>2</sup>, CHEN Si<sup>2</sup>, LAN Yun-cai<sup>4</sup>

(1. Postdoctoral Programme of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China; 2. Institute of Industrial Crops, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China; 3. School of Basic Medicine, Guizhou University of Traditional Chinese Medicine, Guiyang 550025, China; 4. Fuyu Agricultural Technology Extension Center, Fuyu 161200, China)

**Abstract:** Aiming at the main problems of maize production involving climate drought, poor soil water storage conservation, low planting density and high production cost in the Western Songnen Plain of Heilongjiang Province, based on the key cultivation techniques including ridge expansion and density increase, fertilizer management, biological control, water management, soil moisture conservation and mechanized grain harvesting, the cultivation technology model of maize high yield and efficient was builded. The results showed that water utilization efficiency of maize high yield and efficient cultivation model increased 0.95%, phosphate and potassium apparent recovery efficiency and agronomic efficiency enhanced 48.61% and 6.26 kg·kg<sup>-1</sup>, 56.72% and 8.28 kg·kg<sup>-1</sup> respectively, heat resource utilization efficiency increased 0.95%, yield and benefits enhanced 92 kg·hm<sup>-2</sup> (0.95%) and 1 501 yuan·hm<sup>-2</sup> compared with locally adopted maize production model.

**Keywords:** maize; western Songnen plain; ridge expansion and density increase; soil water storage conservation; cultivation mode