

高产高抗宜机收玉米新品种陇单 639 的 选育及栽培

连晓荣, 李永生, 何海军, 杨彦忠, 王晓娟, 周文期, 刘忠祥, 董小云, 周玉乾
(甘肃省农业科学院作物研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 培育高产、稳产籽粒直收玉米品种是玉米产业机械化发展的基本保障。为解决甘肃近年来玉米产业发展中存在的农业劳动力紧缺、玉米生产机械化程度低、宜机械收获籽粒品种缺少等问题, 甘肃省农业科学院作物研究所玉米遗传育种团队通过种质资源改良、双单倍体诱导加倍、多环境胁迫选育、多生态区联合鉴定等技术, 以自育自交系 Z39-1 为母本、DH 系 DHZ62-53 为父本选育出了高产高抗宜机收玉米新品种陇单 639。在 2020—2021 年进行的甘肃省玉米机收组区域试验中, 陇单 639 2 a 10 点(次)收获时籽粒平均水分含量为 237.5 g/kg, 平均破损率为 4.0%, 平均折合产量为 16 095.0 kg/hm², 较对照品种先玉 335 增产 5.9%。在 2022 年进行的甘肃省玉米机收组生产试验中, 5 试点平均籽粒水分含量为 209.0 g/kg, 籽粒破损率为 4.0%, 平均折合产量为 15 012.0 kg/hm², 较对照品种先玉 335 增产 6.4%。陇单 639 生育期平均为 140 d, 株型半紧凑, 株高 290 cm, 筒型果穗, 半马齿型籽粒, 穗长 19.6 cm, 穗行数 16 行, 穗轴红色, 籽粒黄色, 千粒重 419 g 左右。高抗禾谷镰孢茎腐病, 中抗丝黑穗病、大斑病, 感禾谷镰孢穗腐病。陇单 639 籽粒含粗蛋白为 87.10 g/kg、粗脂肪为 369.0 g/kg、粗淀粉为 766.70 g/kg、赖氨酸为 2.97 g/kg, 容重为 728 g/L。同时该品种表现出高产、稳产、抗倒伏、脱水快等特点, 在成熟后田间可站秆 20 d 以上, 具备机械收获籽粒品种的主要特征。适宜在甘肃省中晚熟春玉米类型区机收种植。

关键词: 玉米; 新品种; 陇单 639; 机收; 选育; 栽培技术

中图分类号: S513

文献标志码: A

文章编号: 2097-2172(2024)09-0814-05

doi:10.3969/j.issn.2097-2172.2024.09.006

Breeding and Cultivation Techniques of New Mechanically Harvestable Maize Variety Longdan 639 with High Yield and High Resistance

LIAN Xiaorong, LI Yongsheng, HE Haijun, YANG Yanzhong, WANG Xiaojuan, ZHOU Wenqi,
LIU Zhongxiang, DONG Xiaoyun, ZHOU Yuqian
(Crops Research Institute, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: Cultivating high-yield and stable grain varieties for direct harvesting is the basic guarantee for the mechanization development of maize industry. To address the issues of labor shortages, low mechanization levels in maize production, and a lack of varieties suitable for mechanical grain harvesting in Gansu in recent years, the maize genetics and breeding team from the Crop Research Institute of the Gansu Academy of Agricultural Sciences bred the new high-yield, highly resistant, mechanically harvestable maize variety Longdan 639. The breeding process involved germplasm resource improvement, doubled haploid (DH) induction, selection under multi-environment stress, and joint identification across multiple ecological zones. It was developed using these self-bred inbred line Z39-1 as the female parent and DH line DHZ62-53 as the male parent. In the 2020 to 2021 Gansu maize mechanized harvesting regional experiment, Longdan 639 had an average grain moisture content of 237.5 g/kg and an average damage rate of 4.0% across 10 harvest points. The average yield was 16 095.0 kg/ha, which represented a 5.9% increase compared to the control variety Xianyu 335. In the 2022 Gansu maize mechanized harvesting production experiment, the grain moisture content averaged at 209.0 g/kg, with a damage rate of 4.0%. The average yield was 15 012.0 kg/ha, an increase of 6.4% compared to Xianyu 335. Longdan 639 has an average growth period of 140 days, with a semi-compact plant type and a plant height of 290 cm. It has a cylindrical ear, semi-dent grain, an ear length of 19.6 cm, 16 kernel rows, a red cob, and yellow kernels, with a 1000-kernel weight of 419 g. The variety exhibits high resistance to Fusarium stalk rot, moderate resistance to head smut and northern corn leaf blight, and susceptibility to Fusarium ear rot. The grain of Longdan 639 contains 87.10 g/kg of crude protein, 369.0 g/kg of ether extract,

收稿日期: 2024-06-13; 修订日期: 2024-07-02

基金项目: 国家自然科学基金(32360511、32160490); 甘肃省农业科学院生物育种专项(2024GAAS24); 甘肃省农业科学院科技成果转化项目(2024GAAS-CGZH03)。

作者简介: 连晓荣(1972—), 女, 甘肃金塔人, 副研究员, 主要从事玉米育种研究工作。Email: lianxr@126.com。

通信作者: 周玉乾(1979—), 男, 甘肃靖远人, 研究员, 主要从事玉米育种研究工作。Email: yuqianzhou2008@163.com。

766.70 g/kg of crude starch, and 2.97 g/kg of lysine, with a bulk density of 728 g/L. The variety also shows characteristics of high yield, stable yield, lodging resistance, and fast dehydration. After maturation, it can remain standing in the field for more than 20 days, exhibiting key traits for mechanical grain harvesting. It is suitable for machine harvesting in the mid- to late-maturing spring maize regions of Gansu Province.

Key words: Maize; New variety; Longdan 639; Mechanical harvesting; Breeding; Cultivation Technique

甘肃地处西北内陆, 是西北重要的春玉米生产区。其生态环境复杂, 降水稀少且地域、月份间分布不均, 干旱成为影响全省玉米生产的主要制约因素^[1-2]。近年来, 由于乡村城镇化进程的加快和土地集约化程度的提高, 玉米产业发展中存在劳动力紧缺^[3]、机械化程度低^[4]、宜机械收获籽粒品种少等问题, 为此, 甘肃省农业科学院作物研究所玉米遗传育种团队立足生产需求, 通过种质资源引进和改良、单倍体诱导加倍、多环境胁迫选育、多生态区联合鉴定等技术选育出高产、稳产、宜机收的玉米新品种陇单 639, 为甘肃省玉米产业发展、粮食安全提供了有力的品种支撑^[5]。

1 亲本来源及育种过程

1.1 亲本及其来源

母本 Z39-1 来自 LY8406 × PH6WC 二环系, 基础材料经过甘肃省农业科学院作物研究所张掖试验站(甘肃张掖)、甘肃省农业科学院作物研究所海南三亚(海南三亚)繁育基地异地穿梭选育连续自交 7 代选育而成^[6]。在选育过程中利用密度胁迫环境选育, 2015 年在甘肃张掖育种基地按照密度 90 000 株/hm² 种植 F₂ 群体 3 000 株左右, 按照目标性状株型紧凑、生长势较强、茎秆韧性强、雄穗分枝较少选择单株, 收获时选择抗性好、穗部性状好的优良植株收获, 室内考种时选留穗行数为 16~20 行、排列整齐、百粒重较高、封顶性好的果穗 86 个; 冬季在海南三亚育种基地将精选的果穗按照密度 90 000 株/hm² 种植, 每个果穗种植 2 行, 行长 4 m, 收获 65 个果穗(F₃); 2016 年加大种植密度, 按照种植密度 105 000 株/hm² 分别在甘肃张掖、海南三亚育种基地进行选育, 注重选择抗性好、植株株高适中但穗位较低、其他性状发育良好的单株收获, 经室内考种分别选留优良单株果穗 50 个(F₄)、35 个果穗(F₅)。2017 年春天在甘肃张掖育种基地按照种植密度 105 000 株/hm² 单行种植 25 个穗行, 穗行植株各个性状趋于稳定, 表型表现较整齐一致, 对中选穗行进行

配合力测定^[7]; 冬季在海南三亚育种基地按照种植密度 105 000 株/hm² 种植 25 个穗行, 并对测配组合进行配合力测定。2018 年根据 GCA(一般配合力)和 SCA(特殊配合力)测配结果, 在甘肃张掖育种基地按照种植密度 90 000 株/hm² 选留穗行扩繁自交系, 并定名为 Z39-1, 其生育期平均为 137 d, 幼苗叶色中绿, 叶鞘浅紫色, 叶缘绿色, 株型半紧凑。株高 248 cm, 穗位高 73 cm, 雄穗一级分枝数 2~4 个, 成株 19 片叶, 花丝为黄色, 花药为紫色, 锥形果穗, 穗长 17.0 cm, 穗粗 4.8 cm, 轴粗 2.5 cm, 穗行数 18 行, 籽粒黄色、半硬粒型, 穗轴红色。抗倒伏、抗茎腐病^[8-9]。

父本 DHZ62-53 是 PH4CV 与 LY1359 组配的基础材料, F₂ 代进行单倍体诱导、加倍产生的优良 DH 系。其生育期平均为 132 d 左右, 株型为半紧凑型, 株高 198 cm, 穗位高 65 cm, 成株叶片 19 片, 雄穗一级分枝为 3~5 个, 幼苗叶色中绿, 叶缘绿色, 叶鞘浅紫色, 花丝为粉色, 花药为黄色, 锥形果穗, 穗长 14.3 cm, 穗行数 14 行, 穗粗 4.4 cm, 轴粗 2.6 cm, 籽粒黄色、马齿型, 穗轴红色。高抗倒伏, 抗玉米大斑病和茎腐病。

1.2 杂交种选育流程

2017 年冬季在海南三亚以 Z39-1 为母本、DHZ62-53 为父本配制组合。2018—2019 年在甘肃张掖、泾川等地参加初级测试试验、机收组玉米品种比较试验, 表现出高产、稳产、抗倒伏、成熟时籽粒脱水快、籽粒破损率低等特点。为进一步鉴定该品种种植的优势区域, 于 2020—2021 年参加甘肃省玉米机收组区域试验, 2022 年参加甘肃省玉米机收组生产试验及大面积示范, 于 2023 年 4 月通过甘肃省农作物品种审定委员会审定, 定名为陇单 639(审定编号: 甘审玉 20230024)^[10]。

2 产量表现

2.1 区域试验

陇单 639 于 2020—2021 年参加在甘肃省农业科学院作物研究所张掖试验站、白银金穗种业有

限公司试验基地、甘肃农业大学农学院平凉试验站、武科种业科技有限责任公司试验基地、临夏州农业科学研究院试验基地进行的甘肃省玉米机收组区域试验，2 a 10 点(次)收获时籽粒平均水分含量为 237.5 g/kg，破损率为 4.0%，均表现增产，增产点率达 100%，平均折合产量为 16 095.0 kg/hm²，较对照品种先玉 335 增产 5.9%，增产差异极显著 ($P<0.01$)，居 14 个参试品种(系)的第 5 位。其中 2020 年收获时籽粒水分含量为 238.0 g/kg，破损率为 4.1%，5 个试点平均折合产量为 16 083.0 kg/hm²，较对照品种先玉 335 增产 940.6 kg/hm²，增产率为 6.0%，增产差异极显著($P<0.01$)，居 14 个参试品种(系)的第 5 位；2021 年收获时籽粒水分含量为 237.0 g/kg，破损率为 3.9%，5 个试点平均折合产量为 16 107.0 kg/hm²，较对照品种先玉 335 增产 854.4 kg/hm²，增产率为 5.6%，增产差异极显著($P<0.01$)，居 14 个参试品种(系)的第 5 位(表 1)。

2.2 生产试验

2022 年参加在甘肃省农业科学院作物研究所张掖试验站、白银金穗种业有限公司试验基地、甘肃农业大学农学院平凉试验站、武科种业科技有限责任公司试验基地、临夏州农业科学研究院试验基地进行的甘肃省玉米机收组生产试验，陇单 639 在 5 试点收获时平均籽粒水分含量为 209.0 g/kg，籽粒

表 1 2020—2021 年玉米新品种陇单 639 在甘肃省玉米机收组区域试验中的产量表现

试验地点	折合产量 / (kg/hm ²)	较对照增产 / %	籽粒水分含量 / (g/kg)	破损率 / %	产量位次
2020年					
白银	14 355.0	6.0	235.0	7.7	9
张掖	18 049.5	5.2	246.0	5.0	2
武威	15 700.5	7.3	255.0	4.3	10
平凉	14 944.5	8.4	237.0	3.5	9
临夏	12 012.0	5.2	215.0	0	5
平均	16 083.0	7.3	238.0	4.1	5
2021年					
白银	13 107.0	14.3	230.0	6.7	2
张掖	18 258.0	4.1	219.0	5.1	7
武威	18 181.5	4.1	250.0	4.3	5
平凉	14 458.5	5.1	240.0	3.6	7
临夏	16 533.0	3.0	245.0	0	9
平均	16 107.0	5.6	237.0	3.9	5

破损率为 4.0%，平均折合产量为 15 012.0 kg/hm²，较对照品种先玉 335 增产 902.9 kg/hm²，增产率为 6.4%，增产差异达到极显著水平($P<0.01$)，居 14 个参试品种(系)的第 5 位。

3 特征特性

3.1 植物学特性

陇单 639 生育期平均为 140 d，株型半紧凑，成株 19~20 片叶，株高 290 cm，穗位高 102 cm。幼苗叶鞘绿色，叶色中绿，叶缘绿色。花丝黄色，花药浅紫色，颖壳紫色。筒型果穗，半马齿型籽粒，穗长 19.6 cm，穗行数 16 行，穗轴红色，籽粒黄色，千粒重 419 g。

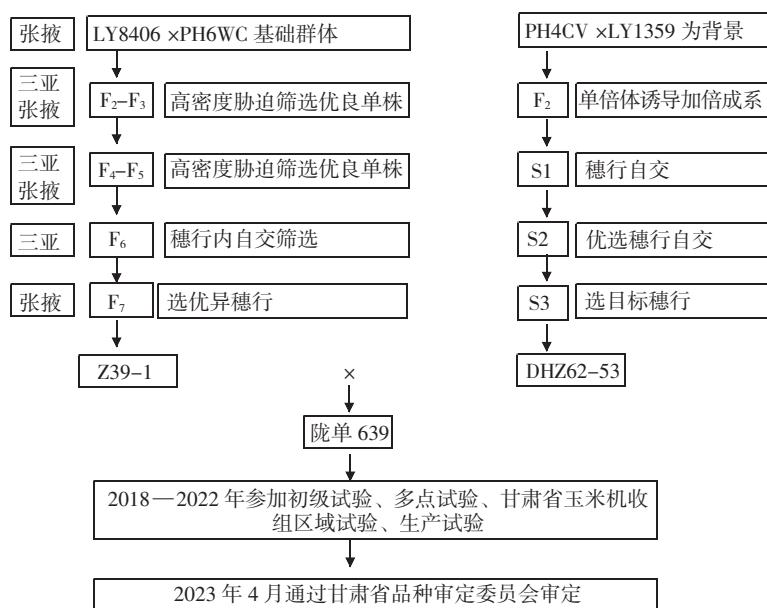


图 1 玉米新品种陇单 639 选育流程

3.2 品质

2021年经甘肃省农业科学院农业测试中心检验,陇单639籽粒含粗蛋白为87.10 g/kg、粗脂肪为369.0 g/kg、粗淀粉为766.70 g/kg、赖氨酸为2.97 g/kg,容重为728 g/L。

3.3 抗病性

2020—2021年经甘肃省农业科学院植物保护研究所田间接种鉴定表明,陇单639高抗禾谷镰孢茎腐病(HR,发病株率<5.0%),中抗丝黑穗病、大斑病(MR,10.0%<发病株率>30.0%),感禾谷镰孢穗腐病(HS,30.0%<发病株率<50.0%)。

3.4 突出优点

一是高产稳产。在2020—2021年区域试验和2022年生产试验中,陇单639平均折合产量比对照品种先玉335增产5.9%和6.4%,各试点均表现增产,且增产极显著。2023年生产示范结果显示陇单639平均产量在15 000 kg/hm²左右,具有较高的产量潜力。二是品质优良。根据甘肃省农业科学院农业测试中心检验结果表明,陇单639各项质量检测指标均达到我国淀粉发酵工业用玉米一级标准(淀粉干基≥750 g/kg、杂质≤1%、水分≤140 g/kg、不完善粒≤5%)。且其商品粮色泽黄亮、角质化程度高,受到种植户和粮食采购商的欢迎。三是脱水快,适宜机械收获籽粒。2020—2021年区域试验和2022年生产试验中收获时籽粒水分含量为237.5、209.0 g/kg,破损率均为4.0%,低于国家机收玉米的要求标准(籽粒水分含量低于250 g/kg,籽粒破损率低于5.0%)^[3]。同时该品种抗倒伏,试验示范中均未发生倒伏现象,且在成熟后田间可站秆20 d以上,具备机械收获籽粒品种的主要特征^[10-13]。

4 适种区域

在2020—2021年进行甘肃省玉米机收组区域试验的同时,对玉米新品种陇单639的丰产性、

稳产性进行了分析。结果表明,陇单639在白银、张掖、武威、平凉、临夏等地丰产性、稳产性均表现优良且综合评价好,均优于对照品种先玉335,适宜在甘肃省中晚熟春玉米类型区机收种植(表2)。

5 栽培技术要点

5.1 播前准备

选地时应避免多年重茬地。播前7~10 d耙耨平整并按当地大田常规用量底施农家肥和化肥。为培肥地力,可适当增加农家肥施入量。随后立即覆膜以保墒、保温。

5.2 适时播种

陇单639在陇东等旱作区采用全膜双垄沟播种植,河西走廊灌区可采用覆膜种植方式。通常当地耕层土壤5~10 cm地温保持在10℃以上,并且稳定7 d以上开始播种,一般在4月上中旬播种。种植密度灌溉区以82 500~90 000株/hm²为宜,旱作区以52 500~60 000株/hm²为宜。

5.3 田间管理

5.3.1 施肥及灌水 播前底施农家肥30 000~45 000 kg/hm²、尿素225 kg/hm²、磷酸二铵375 kg/hm²。追肥分2次进行,在拔节期追施尿素225~300 kg/hm²,大喇叭口期追施尿素300~375 kg/hm²。灌溉区追肥时可以撒施或随滴灌施入,而旱作区为避免肥效降低宜作穴施^[14]。灌溉区全生育期灌水4次,灌水定额为7 200 m³/hm²。

5.3.2 及时查苗 出苗后要及时普查苗情,出苗后及时放苗,在幼苗3叶1心时及时定苗,可根据田间苗情中耕2~3次^[14]。

5.3.3 病虫害防治 在灌浆期、乳熟期选用25%苯菌灵乳油800倍液,或50%甲基硫菌灵可湿性粉剂1 000倍液田间喷施防治玉米穗腐病,每隔7~10 d喷1次,连喷2次效果较好。选用戊唑醇悬浮种衣剂对玉米种子包衣以防玉米丝黑穗病发

表2 2020—2021年陇单639在甘肃省玉米机收组区域试验中的丰产性、稳定性分析

年份	品种	丰产性参数		稳定性参数			适应地区	综合评价
		产量/(kg/20 m ²)	效应	方差	变异度	回归系数		
2020	陇单639	35.03	0.65	0.66	2.31	1.04	白银、张掖、武威、平凉、临夏	好
	先玉335(CK)	33.07	-1.32	0.42	1.96	1.06	白银、张掖、武威、平凉、临夏	一般
2021	陇单639	34.47	0.59	0.22	1.35	0.96	白银、张掖、武威、平凉、临夏	好
	先玉335(CK)	32.81	-1.07	0.21	1.41	1.04	白银、张掖、武威、平凉、临夏	较好

生。玉米螟发生较重田块可在穗期用 3%广灭丹颗粒剂撒入玉米喇叭口内防治，蚜虫可用 25%噻虫嗪水分散粒剂 5 000~6 000 倍液田间喷雾防治；虫害发生轻的田块可用，如白僵菌、灯光诱杀等物理措施防治^[15]。

5.3.4 适时收获 陇单 639 站秆性好，抗倒伏，在籽粒水分降至 220 g/kg 以下，即可进行机械收获籽粒。

6 亲本繁殖及制种技术要点

6.1 亲本繁殖

玉米是异花授粉作物，其籽粒的胚和胚乳是双受精的产物，因此其亲本繁殖和制种田块选择要求严格。一般原种是用所选优异穗行套袋繁殖，亲本自交系繁殖要求安全隔离 500 m 以上田块，距离区达不到要求的，可进行错期隔离，散粉错期在 25 d 以上^[16]。在繁殖过程中及时去杂去劣、严防混杂。

6.2 杂交制种技术要点

6.2.1 选地及密度 制种地点宜选择地力中上、排灌方便的地块，隔离区要求在 300 m 以上。根据当年的气温合理调节播期。陇单 639 父、母本错期播种时，先播母本，隔 5 d 播父本，父母本种植行比为 1 : 6。一期父本与母本同期播种，7 d 后播种二期父本。母本种植密度 75 000 ~ 90 000 株 /hm²，父本种植密度为 12 500 ~ 15 000 株 /hm²，母本行中间可以按照满天星方式适度稀植部分父本^[17-18]。

6.2.2 去杂去劣 在甘肃河西地区制种时，结合间、定苗进行去杂去劣，选留整齐一致苗，并在抽雄前对母本再次进行去杂去劣，父本逐行检查，去除杂株。

6.2.3 摸苞去雄 母本摸苞即可抽去雄穗；授粉结束后及时砍除父本和弱小苗，减小田间密度，确保籽粒饱满、果穗良好生长。

6.2.4 防混防杂 果穗在晾晒、烘干、脱粒、运输、保管时要严防混杂。

参考文献：

[1] 周玉乾, 寇思荣, 何海军, 等. 甘肃省玉米产业发展现状及对策[J]. 甘肃农业科技, 2017(9): 72-75.
[2] 徐延河. 甘肃省玉米育种现状及对策[J]. 乡村科技, 2021(3): 71-72.

[3] 陈同, 王伟莉, 孟宪敏, 等. 国审机收籽粒玉米新品种粒农 301 的选育[J]. 农业科技通讯, 2022(4): 231-233.
[4] 王世荣, 王燕, 武忠, 等. 耐密抗逆高产宜机收玉米新品种‘瑞普909’的选育研究[J]. 中国农学通报, 2020, 36(15): 32-36.
[5] 寇思荣. 甘肃省玉米产业现状及育种方向探讨[J]. 甘肃科技, 2018(4): 6-8.
[6] 李剑明, 宁夕琳, 吴楠, 等. 宜籽粒直收型玉米品种吉科玉 898 和吉科玉 899 的选育[J]. 粮食问题研究, 2023(3): 35-37; 49.
[7] 彭林, 慈佳宾, 杨巍, 等. 宜机收玉米品种选育及配合力分析[J]. 分子植物育种, 2021(6): 2073-2080.
[8] 陈玉振, 许兰杰, 聂占胜. 机收型玉米品种九和玉 369 的选育与栽培技术要点[J]. 农业科技通讯, 2023(8): 198-200.
[9] 连晓荣, 杨彦忠, 周玉乾, 等. 玉米新品种陇单 803 的选育及其制种技术[J]. 中国种业, 2021(2): 99-101.
[10] 刘兴二, 孙志超, 邢跃先, 等. 玉米自交系吉 V022 的选育和应用研究[J]. 东北农业科学, 2023(6): 27-30.
[11] 张桂萍, MUKTI M, 李薇薇, 等. 不同玉米品种的茎秆性状对茎秆弹性和耐密性的响应[J]. 华北农学报, 2024, 39(2): 79-89.
[12] 王进军, 申卓, 李颖. 国审玉米品种铁研 630 的选育[J]. 中国种业, 2021(10): 61-63.
[13] 张锐鹏, 赵海燕, 续创业, 等. 陇东旱塬区宜机收玉米品种的性状指标综合评价[J]. 寒旱农业科学, 2024, 3(3): 281-286.
[14] 王激清, 刘社平. 不同水肥管理措施对春玉米产量和土壤硝态氮时空分布的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2017, 35(1): 108-113; 121.
[15] 孙立娟, 陈世雷, 李妍颖. 玉米螟害损失和防治指标概述[J]. 中国植保导刊, 2020, 40(1): 55-59; 66.
[16] 涂华玉, 刘贾. 玉米花粉直感的观察[J]. 石河子农学院学报, 1987(2): 94-95.
[17] 崔云玲, 张立勤, 张志成, 等. 滴灌条件下新型水溶肥对制种玉米产量及效益的影响[J]. 寒旱农业科学, 2022, 1(3): 235-239.
[18] 张立勤, 崔云玲, 崔增团, 等. 灌水对水肥一体化制种玉米产量和水分利用效率的影响[J]. 寒旱农业科学, 2022, 1(2): 124-129.