

姜春霞, 刘化涛, 李娜, 等. 山西冷凉区旱地鲜食玉米品种筛选[J]. 山西农业科学, 2025, 53(3): 10-15.

JIANG C X, LIU H T, LI N, et al. Selection of fresh maize cultivars for dryland in cold areas of Shanxi[J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2025, 53(3): 10-15.

doi:10.3969/j.issn.1002-2481.2025.03.02

山西冷凉区旱地鲜食玉米品种筛选

姜春霞, 刘化涛, 李娜, 张伟, 杨柯, 张冬梅, 刘恩科

(山西农业大学 山西有机旱作农业研究院/有机旱作农业国家重点实验室(筹)/
有机旱作农业山西省重点实验室, 山西太原 030031)

摘要:为筛选适宜山西冷凉区旱地种植的高产、优质鲜食玉米品种,以8个鲜食玉米品种(4个甜质和4个糯质)为试验材料,采用田间试验,对各品种的农艺性状、产量、籽粒营养成分、水分利用效率进行分析比较。结果表明,美玉27、万糯2000的青苞产量分别为22 469.1、20 665.7 kg/hm²,高于其他品种,水分利用效率较华耐甜玉23号、太阳花8号、申科甜4号、泰鲜甜2号4个甜质鲜食玉米品种的水分利用效率平均值分别提高了58.8%、47.5%;华耐甜玉23号的产量虽低于美玉27、万糯2000,但其营养成分优于糯质鲜食玉米,水分利用效率高于其他3个甜质鲜食玉米品种。利用主成分分析法将各品种的产量、籽粒营养成分、水分利用效率统计成相互独立的3个主成分,累计贡献率为96.61%。采用隶属函数法进行综合评价得出,在糯质鲜食玉米品种中,美玉27、万糯2000排前2名;在甜质鲜食玉米品种中,华耐甜玉23号、太阳花8号排前2名,但太阳花8号生育期长、产量与水分利用效率低。综上,美玉27、万糯2000、华耐甜玉23号可以作为冷凉区旱地种植的鲜食玉米品种。

关键词:冷凉区旱地;鲜食玉米;主成分分析;隶属函数法;品种筛选

中图分类号:S513 文献标识码:A 文章编号:1002-2481(2025)03-0010-06

Selection of Fresh Maize Cultivars for Dryland in Cold Areas of Shanxi

JIANG Chunxia, LIU Huatao, LI Na, ZHANG Wei, YANG Ke, ZHANG Dongmei, LIU Enke

(Shanxi Institute of Organic Dryland Farming, State Key Laboratory of Sustainable Dryland

Agriculture (in preparation), Shanxi Province Key Laboratory of Sustainable Dryland

Agriculture, Shanxi Agricultural University, Taiyuan 030031, China)

Abstract: In order to select the high yield and high quality fresh maize cultivars suitable for planting in dryland of cold areas in Shanxi, in this study, the field experiment was carried out using 8 fresh maize cultivars (4 sweet and 4 waxy) as experimental materials. The agronomic traits, yield, grain nutrition, and water use efficiency (WUE) of each cultivar were analyzed and compared. The results showed that the fresh ear yield of Meiyu 27 and Wannuo 2000 were higher than that of the other, which were 22 469.1 kg/ha, 20 665.7 kg/ha, respectively. The WUE of Meiyu 27 and Wannuo 2000 was 58.8% and 47.5% higher than that of the 4 fresh sweet maize cultivars of Huanaitianyu 23, Taiyanghua 8, Shenketian 4, and Taixiantian 2. Although the yield of Huanaitianyu 23 was lower than that of Meiyu 27, Wannuo 2000, the grain nutrition was higher than that of the fresh waxy maize, and the WUE was higher than that of the other 3 fresh sweet maize cultivars. At the same time, the principal component analysis method was employed to combine the yield, grain nutrition content, and WUE into 3 independent principal components whose cumulative contribution rate was 96.61%. Subsequently, the membership function value of the 3 independent principal components was comprehensively evaluated using membership function, the results showed that the D value of Meiyu 27 and Wannuo 2000 ranked the top two in the fresh waxy maize cultivars and the D value of Huanaitianyu 23 and Taiyanghua 8 ranked the top two in the fresh sweet maize cultivars, respectively. But the growth period of Taiyanghua 8 was longer, its yield and WUE were lower. In conclusion, Meiyu 27, Wannuo 2000, and Huanaitianyu 23 could be used as fresh maize cultivars for dryland of cold areas.

收稿日期: 2024-07-09

基金项目: 国家重点研发计划(2021YFD1901101); 山西省重点研发计划(2022ZDYF120)

作者简介: 姜春霞, 副研究员, 硕士, 主要从事农业资源利用研究, E-mail: jiangcx_1985@163.com

Keywords: dryland in cold areas; fresh maize; principal component analysis; membership function method; cultivar selection

鲜食玉米(*Zea mays* L.)是指在乳熟期采收鲜嫩果穗的特用玉米类型^[1],因其生育期短、经济效益显著,已成为农业供给侧结构性改革和促进农民增收的重要作物^[2-3]。冷凉干旱区低温导致的积温不足限制了籽粒玉米产量的形成^[4],却为鲜食玉米优质生产提供了天然优势。研究表明,冷凉区昼夜温差大可促进玉米糖分和风味物质的积累^[5],且低温干旱环境能有效降低病虫害发生率^[6],减少农药使用量,为鲜食玉米的绿色优质生产创造了有利条件。此外,山西冷凉区鲜食玉米的采收期为8—9月,与我国鲜食玉米主产区采收期形成天然错峰,经济效益可观。因此,山西冷凉旱作区生产的鲜食玉米因其品质优良、口感佳,受到全国各地消费者和市场的喜爱^[7-9]。然而,目前针对山西冷凉区旱地鲜食玉米品种筛选的研究仍较缺乏。

本研究选取8个具有区域适应潜力的鲜食玉米品种,通过田间试验系统分析不同品种的农艺性状、产量表现、营养品质和水分利用特征,旨在筛选出适合山西冷凉区旱地种植的优质高产鲜食玉米品种,为该区域鲜食玉米产业的高质量发展提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 试验地概况

试验于2022年在山西省旱作节水农业试验示范基地阳曲县河村进行。试验地位于山西省中部,海拔1 270 m,无霜期120 d左右,年平均降水量450 mm,年均蒸发量1 995 mm,年平均气温6~7℃,昼夜温差大,大于10℃活动积温约2 600℃,属典型的半干旱区。鲜食玉米生育期降水量及多年平均降水量如表1所示。

表1 试验区鲜食玉米生育期降雨量

年份 Year	5月 May	6月 June	7月 July	8月 August	9月 September	合计 Total
2022	47.4	109.2	239.2	120.4	15.1	531.3
多年平均 Annual average	32.8	59.4	101.6	89.7	62.2	345.7

1.2 试验材料

供试鲜食玉米品种有万糯2000(WN 2000)、

美玉27(MY 27)、佳彩甜糯386(JCTN 386)、彩甜糯1965(CTN 1965)4个糯质玉米品种和太阳花8号(TYH 8)、华耐甜玉23号(HNTY 23)、泰鲜甜2号(TXT 2)、申科甜4号(SKT 4)4个甜质玉米品种,共8个品种,购于当地农资市场。

1.3 试验设计

各品种于5月1日播种,小区面积36 m²(6 m×6 m),试验采用单因素随机区组排列,每个品种3次重复,共24个小区。60 cm等行距种植,播种密度52 500株/hm²。每次重复之间设置1 m的过道,试验地四周设置5 m的保护行。田间管理同常规大田管理。各品种采收期如表2所示。

表2 供试品种的采收日期

Tab.2 The harvesting date of the tested cultivars

类型 Type	品种 Cultivar	采收期/(月-日) Harvesting date
白色糯质 White and waxy	万糯2000	08-19
白色糯质 White and waxy	美玉27	08-19
紫白混色糯质 Purple-white and waxy	佳彩甜糯386	08-22
紫黄混色甜加糯 Purple-yellow and sweet-waxy	彩甜糯1965	08-22
黄色普甜 Yellow and commonly sweet	华耐甜玉23号	08-16
黄色超甜 Yellow and super sweet	太阳花8号	09-22
黄色甜质 Yellow and sweet	申科甜4号	09-22
黄色普甜 Yellow and commonly sweet	泰鲜甜2号	09-28

1.4 测定项目及方法

1.4.1 生长指标测定 在鲜食玉米抽雄吐丝后,测定株高、穗位高、茎粗(地上部第3节扁平面的直径),测量棒三叶叶长、叶宽,用长宽系数法计算棒三叶叶面积。

1.4.2 青苞产量测定 在各鲜食玉米品种吐丝前对小区中间2行玉米进行套袋,待果穗吐丝后进行人工授粉,到采收期后,采收小区中间套袋的2行,称青苞质量,用于计算青苞产量。从中选取10穗带回实验室考种,调查鲜食玉米的穗部性状,籽粒烘干后留样,用于籽粒营养成分测定。

1.4.3 籽粒营养成分测定 使用瑞典FOSS牌Infratec™ Nova近红外谷物品质分析仪进行分析,测定籽粒的总氨基酸、粗蛋白质、淀粉、赖氨酸的

含量。

1.4.4 土壤指标的测定 用土钻采集各小区 0~200 cm 土壤样品, 20 cm 为一层, 采用烘干法在播种和采收后测定土壤质量含水量。

$$\text{土壤质量含水量} = (\text{土壤湿土质量} - \text{土壤干土质量}) / \text{土壤干土质量} \times 100\% \quad (1)$$

$$0 \sim 200 \text{ cm 土壤贮水量} = \text{土壤质量含水量} \times \text{土壤容重} \times \text{土层厚度} \quad (2)$$

$$\text{生育期耗水量} = \text{播种后土壤贮水量} + \text{降水量} - \text{收获后土壤贮水量} \quad (3)$$

$$\text{水分利用效率(WUE)} = \text{青苞产量} / \text{生育期耗水量} \quad (4)$$

1.5 数据处理

试验数据采用 Microsoft Excel 2010 软件计算, 作图采用 OriginPro 16 软件, 统计分析采用 SPSS Statistics 25.0 软件。

$$\mu(X_i) = (X_i - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min}) \quad (5)$$

式中, $\mu(X_i)$ 为品种第 i 个综合指标的隶属函数值, X_i 为第 i 个综合指标值, X_{\max} 和 X_{\min} 分别为第 i 个综合指标值的最大和最小值。

$$D = \sum \mu(X_i) \times (P_i / \sum P_i) \quad (6)$$

式中, D 为综合评价指标, P_i 为第 i 个综合指标值的贡献率。

2 结果与分析

2.1 不同鲜食玉米品种的农艺性状比较

由表 3 可知, 不同鲜食玉米品种的株高、穗位高、茎粗、棒三叶叶面积存在显著差异。在甜质鲜食玉米中, 太阳花 8 号、申科甜 4 号、泰鲜甜 2 号 3 个黄色甜质鲜食玉米的株高、穗位高的平均值较 4 个糯质鲜食玉米的平均值分别高 94.7、86.2 cm, 茎粗、棒三叶叶面积的平均值较 4 个糯质鲜食玉米的平均值分别高 1.5 mm 和 763.4 cm²。由此可见, 甜质鲜食玉米品种的茎秆和穗位较高、叶片大。

2.2 不同鲜食玉米品种的产量和水分利用效率比较

由表 4 可知, 各鲜食玉米品种的青苞产量存在显著差异 ($P < 0.05$)。8 个品种青苞产量在 13 008.5~22 469.1 kg/hm², 平均值为 18 026.0 kg/hm², 其中高于平均产量的品种依次为美玉 27、万糯 2000、申科甜 4 号、佳彩甜糯 386、华耐甜玉 23 号。各品种单穗青苞质量为 362.5~498.9 g, 青苞长为 29.7~40.0 cm, 青苞粗为 51.5~65.6 mm。其中, 美玉 27、华耐甜玉 23 号在单穗青苞质量、青苞长、青苞粗上均优

于 8 个品种的平均水平。

表 3 不同鲜食玉米品种的农艺性状

Tab.3 The plant agronomic traits of different fresh maize cultivars

品种 Cultivar	株高/cm Plant height	穗位高/cm Ear height	茎粗/mm Stem diameter	棒三叶叶面积/cm ² Leaf area of three ear leaves
WN 2000	253.7d	104.7e	31.4a	2 298.5d
MY 27	237.5de	92.2e	28.5bc	2 039.0e
JCTN 386	281.0c	128.8d	28.8bc	2 419.7c
CTN 1965	223.3e	77.3f	27.1c	1 595.8f
HNTY 23	254.5de	99.7e	24.4d	2 090.2e
TYH 8	323.3b	148.0c	30.3ab	3 114.8a
SKT 4	331.2b	186.0b	29.4abc	2 557.6c
TXT 2	376.2a	226.7a	31.5a	2 882.5b

注: 同列数据后不同小写字母表示品种间差异显著 ($P < 0.05$)。表 4、5 同。

Note: The lowercase letters in the table indicated significant differences among cultivars at the 0.05 level. The same as Tab.4-5.

表 4 不同鲜食玉米品种的产量性状

Tab.4 The yield traits of different fresh maize cultivars

品种 Cultivar	青苞产量/ (kg/hm ²) Fresh ear yield	单穗青苞 质量/g Weight per ear	青苞长/ cm Ear length	青苞粗/mm Ear diameter
WN 2000	20 665.7b	435.3b	33.3b	63.3b
MY 27	22 469.1a	477.0a	34.2b	65.6a
JCTN 386	19 799.7b	450.3b	31.6c	60.6c
CTN 1965	13 008.5e	362.5c	34.2b	53.9d
HNTY 23	18 458.3c	486.8a	40.0a	59.9c
TYH 8	15 916.2d	498.9a	29.7d	53.9d
SKT 4	20 284.4b	495.0a	31.2c	52.8d
TXT 2	13 605.9e	427.3b	30.5c	51.5e
平均值 Average	18 026.0	454.1	33.1	57.70

2.3 不同鲜食玉米籽粒营养成分比较

从表 5 可以看出, 黄色甜质鲜食玉米品种籽粒中总氨基酸、粗蛋白、赖氨酸含量显著高于糯质鲜食玉米, 而淀粉含量则低于糯质鲜食玉米品种。4 个甜质鲜食玉米品种的总氨基酸、粗蛋白、赖氨酸含量平均值较 4 个糯质鲜食玉米的平均值分别高 3.0 百分点、1.3 百分点、0.21 百分点, 淀粉含量则低 6.6 百分点。在糯质鲜食玉米中, 佳彩甜糯 386 的总氨基酸含量低于美玉 27、万糯 2000、彩甜糯 1965, 粗蛋白则较高; 在甜质鲜食玉米中, 华耐甜玉 23 号、太阳花 8 号的总氨基酸、粗蛋白、赖氨酸含量高于申科甜 4 号、泰鲜甜 2 号, 淀粉含量则较低。

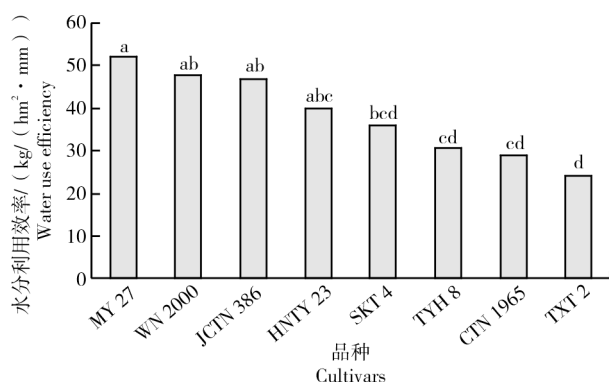
表5 各鲜食玉米品种的主要营养成分含量

Tab.5 The main nutritional content of different fresh maize cultivars

品种	Cultivar	总氨基酸	Total amino acid	粗蛋白	Crude protein	淀粉	Starch	赖氨酸	Lys
糯质 Waxy	WN 2000	14.60c		11.99d		65.74b		0.51b	
	MY 27	14.55c		11.94d		66.06b		0.49b	
	JCTN 386	13.58d		12.22c		66.83b		0.50b	
	CTN 1965	14.74c		11.28e		67.83a		0.46b	
	平均值	Average	14.37		11.86		66.62		0.49
甜质 Sweet	HNTY 23	18.29a		14.88a		58.12d		0.71a	
	TYH 8	18.21a		13.32b		58.15d		0.72a	
	SKT 4	16.63b		11.91d		62.16c		0.69a	
	TXT 2	16.53b		12.33c		61.64c		0.67a	
	平均值	Average	17.42		13.11		60.02		0.70

2.4 不同鲜食玉米品种水分利用效率比较

从图1可以看出,除彩甜糯1965外,3个糯质鲜食玉米(美玉27、万糯2000、佳彩甜糯386)的水分利用效率均高于甜质鲜食玉米品种,美玉27、万糯2000、佳彩甜糯386的水分利用效率较4个甜质鲜食玉米品种的水分利用效率平均值分别提高了58.8%、47.5%、44.7%;在甜质鲜食玉米品种中,华耐甜玉23号的水分利用效率较申科甜4号、太阳花8号、泰鲜甜2号分别提高了12.7%、28.6%、70.8%。



不同小写字母表示品种间在 $P<0.05$ 水平差异显著

Different lowercase letters indicated significant differences between different cultivars ($P<0.05$)

图1 不同鲜食玉米品种的水分利用效率

Fig.1 The water use efficiency of different fresh maize cultivars

2.5 不同鲜食玉米各指标间的主成分分析

通过对8个品种的产量性状、营养成分、水分利用效率等指标进行主成分分析,结果如表6所示,前3个综合指标的累计贡献率为96.61%,因此,提取3个主成分可代表原始指标的绝大部分信

息,其方差贡献率分别为53.93%、30.48%、12.20%。以3个主成分贡献率在累计贡献率中所占的比例为权重,构建成分综合评价公式 $Y=0.539 3X_1+0.304 8X_2+0.122 0X_3$,其中, Y 为品种的综合得分(表7)。

表6 主成分提取

Tab.6 Principal component extraction

主成分 Principal component	特征值 Eigenvalue	方差百分比/% Contribution rate	累计贡献率/% Cumulative contribution rate
1	5.39	53.93	53.93
2	3.05	30.48	84.41
3	1.22	12.20	96.61

由表7可知,在糯质鲜食玉米中排名前2位的品种为美玉27、万糯2000,在甜质鲜食玉米中排名前2位的品种为华耐甜玉23号、太阳花8号。

表7 不同鲜食玉米品种主成分因子得分和综合得分

Tab.7 Principal component factor scores and comprehensive scores of different fresh maize cultivars

品种 Cultivar	主成分因子得分 Principal component factor score			综合得分 Comprehensive score
	X1	X2	X3	
WN 2000	-0.724	0.723	0.137	-0.159
MY 27	-0.582	1.358	0.078	0.113
JCTN 386	-0.736	0.653	-0.350	-0.249
CTN 1965	-1.395	-1.544	0.589	-1.192
HNTY 23	1.271	0.149	2.049	1.015
TYH 8	1.237	-0.272	-0.789	0.505
SKT 4	0.652	0.227	-1.186	0.286
TXT 2	0.277	-1.294	-0.528	-0.320

2.6 不同鲜食玉米品种的综合评价

分别对8个鲜食玉米品种的9个指标进行隶

属函数综合评价,隶属函数值(D)越大说明其在产量、营养成分、水分利用方面综合表现好,适宜该区域种植。由表 8 可知,同一综合指标如第 1 综合指标,华耐甜玉 23 号值最大,彩甜糯 1965 值最小,表明华耐甜玉 23 号在主成分 1 的表现最好,彩甜糯 1965 最差;根据 D 值可知,在不同类型鲜食玉米中各品种排序与主成分综合得分排名相同。

表 8 不同鲜食玉米品种隶属函数值和 D 值

Tab.8 Membership function values and D values of different fresh maize cultivars

品种 Cultivar	隶属函数值 Membership function value			D 值 D value
	$\mu(X_1)$	$\mu(X_2)$	$\mu(X_3)$	
WN 2000	0.251	0.781	0.409	0.438
MY 27	0.305	1.000	0.391	0.535
JCTN 386	0.247	0.757	0.259	0.409
CTN 1965	0.000	0.000	0.549	0.069
HNTY 23	1.000	0.583	1.000	0.869
TYH 8	0.987	0.438	0.123	0.705
SKT 4	0.768	0.610	0.000	0.621
TXT 2	0.627	0.086	0.204	0.403

3 结论与讨论

目前,我国鲜食玉米种植面积超 133.3 万 hm^2 , 是全球第一大鲜食玉米生产国和消费国^[10-11]。因此,急需优良鲜食玉米品种来支撑该产业的快速发展。同时,鲜食玉米不仅要追求高产,更重要的是要满足营养品质的多样化需求^[12]。鲜食玉米营养品质性状因品种本身特性而异,选择适宜的品种也成为保证鲜食玉米品质的首要措施^[13-15]。张沛敏等^[15]从物候期、植株农艺性状、植株抗性、果穗农艺性状、产量及品质评价 6 个方面,对参试的 19 个糯玉米品种进行比较,筛选出适宜在山西省晋中市进行推广种植的鲜食糯玉米品种 5 个。范瑞等^[16]对 14 个鲜食甜糯玉米新组合的田间农艺性状、抗病性、产量、外观品质比较,筛选出适宜山西种植的甜糯玉米品种 7 个。鲜食玉米产量与品质因遗传、环境和栽培措施的不同而存在显著差异。本研究针对山西冷凉地区积温低、降雨少、无霜期短等特点,开展鲜食玉米品种筛选试验,通过主成分分析法对不同鲜食玉米品种产量、营养成分、水分利用效率等指标进行评价,筛选出 3 个主成分,可代表 96.61% 的原始信息,由主成分分析方法得出,糯质鲜食玉米品种中,美玉 27、万糯 2000 为排

名前 2 位的品种,其产量、水分利用效率较高,株高、穗位高适宜;在甜质鲜食玉米中,排名前 2 位的品种为华耐甜玉 23 号、太阳花 8 号,华耐甜玉 23 号的产量高于 8 个品种的平均产量,且株型、生育期适中,适宜冷凉区种植,太阳花 8 号的产量略低于华耐甜玉 23 号,生育期长,但其总氨基酸、赖氨酸含量高。

山西省冷凉区降水不足与时空分布不均是限制该区域作物产量提升的主要因素之一。因此,通过农艺、生物等方式提高有限水资源的利用率成为旱地农业研究的重中之重^[17-19]。刘化涛等^[20]通过对 10 个密植型春玉米杂交种的耗水特性、产量及水分利用效率进行分析研究,不同品种耗水特性、水分利用效率存在显著差异,优选节水高产型品种是农艺及生物节水的重要措施。李中利等^[21]在陇东旱塬区对 5 个饲用甜高粱品种生产适宜性进行评价,不同饲用甜高粱品种之间水分利用效率具有显著差异。选用适宜的鲜食玉米品种,在充分利用冷凉区光热资源提高产量的同时,降低其生育期耗水量,对于提高旱地水分利用效率具有更加深远的意义^[22]。本研究表明,糯质鲜食玉米的水分利用效率整体高于甜质鲜食玉米品种;在甜质鲜食玉米品种中,华耐甜玉 23 号的水分利用效率高于其他 3 个甜质鲜食玉米品种。

综上所述,本研究筛选出美玉 27、万糯 2000、华耐甜玉 23 号的产量和水分利用效率高,华耐甜玉 23 号的营养品种优于其他品种,可作为山西冷凉区旱地大面积种植的鲜食玉米品种。本结论基于单一年份试验结果,各品种不同年份间产量稳定性还有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 谢世兴,蒋超,赵冰欣,等.冀西北寒旱区不同鲜食玉米品种秸秆饲用品质特性研究[J].河南农业科学,2024,53(1):32-40.
XIE S X,JIANG C,ZHAO B X,et al. Study on feeding quality characteristics of straw of different fresh corn varieties in cold and arid regions of northwest Hebei province[J]. Journal of Henan Agricultural Sciences,2024,53(1):32-40.
- [2] 史亚兴,徐丽,赵久然,等.中国糯玉米产业优势及在“一带一路”发展中的机遇[J].作物杂志,2019(2):15-19.
SHI Y X,XU L,ZHAO J R,et al. Waxy maize industry advantages in China and opportunities in the development of the Belt and Road[J]. Crops,2019(2):15-19.
- [3] 马涌,郭建文,阎昊,等.新形势下山西省特用玉米发展趋势的思考[J].中国种业,2017(8):28-31.
MA Y, GUO J W, YAN H, et al. Thoughts on the develop-

- ment trend of special corn in Shanxi province under the new situation[J]. *China Seed Industry*, 2017(8):28-31.
- [4] 张冬梅, 黄学芳, 姜春霞, 等. 冷凉区旱地玉米微垄覆膜土壤水热及产量效应研究[J]. *作物杂志*, 2019(2):115-121.
ZHANG D M, HUANG X F, JIANG C X, et al. Effects of micro-ridge film mulching on soil water and temperature and yield of dryland maize in cold areas[J]. *Crops*, 2019(2):115-121.
- [5] 高中奎, 杨峰山, 钱创建, 等. 寒地鲜食玉米“一季双收”生态栽培技术[J]. *黑龙江农业科学*, 2024(7):123-126.
GAO Z K, YANG F S, QIAN C J, et al. Ecological cultivation technology of "two crops a year" for fresh maize in cold regions[J]. *Heilongjiang Agricultural Sciences*, 2024(7):123-126.
- [6] 钱春荣, 顾万荣, 徐洪岩, 等. 科学规划黑龙江省鲜食玉米产业布局及加快玉米须产业链发展的思考[J]. *黑龙江农业科学*, 2022(7):90-96.
QIAN C R, GU W R, XU H Y, et al. Strategic thinking on scientifically planning the layout of fresh maize industry and accelerating the development of maize silk industry chain in Heilongjiang province[J]. *Heilongjiang Agricultural Sciences*, 2022(7):90-96.
- [7] 范瑞, 陈永欣, 董立红, 等. 山西好粮油 鲜食玉米: 鲜食玉米果穗分级标准[J]. *农业科技通讯*, 2021(12):295-297, 326.
FAN R, CHEN Y X, DONG L H, et al. Shanxi good grain, oil and fresh corn: grading standard for ears of fresh corn[J]. *Bulletin of Agricultural Science and Technology*, 2021(12):295-297, 326.
- [8] 孟俊文, 马海林, 王笑, 等. 山西省甜糯等特用玉米研究进展及发展前景[J]. *山西农业科学*, 2020, 48(1):110-113.
MENG J W, MA H L, WANG X, et al. Research progress and development prospect of sweet and waxy maize in Shanxi province[J]. *Journal of Shanxi Agricultural Sciences*, 2020, 48(1):110-113.
- [9] 刘化涛, 姜春霞, 翟广谦, 等. 山西鲜食玉米产业化发展现状·存在问题及对策建议[J]. *安徽农业科学*, 2020, 48(17):244-246.
LIU H T, JIANG C X, ZHAI G Q, et al. Development status and existing problems and countermeasures of fresh corn industrialization in Shanxi[J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2020, 48(17):244-246.
- [10] 周雯, 郭萍, 杨石奇, 等. 不同用量有机肥对鲜食玉米产量和品质的影响[J]. *湖南农业科学*, 2024(3):32-36.
ZHOU W, GUO P, YANG S Q, et al. Effects of different application dosages of organic fertilizers on yield and quality of fresh corn[J]. *Hunan Agricultural Sciences*, 2024(3):32-36.
- [11] 徐丽, 赵久然, 卢柏山, 等. 我国鲜食玉米种业现状及发展趋势[J]. *中国种业*, 2020(10):14-18.
XU L, ZHAO J R, LU B S, et al. Current situation and development trend of fresh corn seed industry in China[J]. *China Seed Industry*, 2020(10):14-18.
- [12] 赵久然, 卢柏山, 史亚兴, 等. 我国糯玉米育种及产业发展动态[J]. *玉米科学*, 2016, 24(4):67-71.
ZHAO J R, LU B S, SHI Y X, et al. Development trends of waxy corn breeding and industry in China[J]. *Journal of Maize Sciences*, 2016, 24(4):67-71.
- [13] 董会, 徐丽, 史亚兴, 等. 糯玉米鲜子粒和熟子粒叶酸含量分析及评价[J]. *玉米科学*, 2019, 27(2):16-20, 35.
DONG H, XU L, SHI Y X, et al. Analysis of folic acid content in fresh and cooked grains of waxy corn[J]. *Journal of Maize Sciences*, 2019, 27(2):16-20, 35.
- [14] 黄雅琪, 周也富, 应飞宇, 等. 几种鲜食玉米在洱河流域种植的表观品质评价[J]. *中国农业大学学报*, 2024, 29(5):1-14.
HUANG Y J, ZHOU Y F, YING F Y, et al. Apparent quality evaluation of several fresh corn varieties planted in Erhai River basin[J]. *Journal of China Agricultural University*, 2024, 29(5):1-14.
- [15] 张沛敏, 邵林生, 闫建宾, 等. 不同鲜食糯玉米品种比较试验[J]. *山西农业科学*, 2022, 50(2):135-141.
ZHANG P M, SHAO L S, YAN J B, et al. Comparative experiment of different fresh-eating waxy corn varieties[J]. *Journal of Shanxi Agricultural Sciences*, 2022, 50(2):135-141.
- [16] 范瑞, 陈永欣, 邢磊, 等. 14个鲜食甜糯玉米新组合产量相关性状分析与品种筛选[J]. *山西农业科学*, 2022, 50(7):945-953.
FAN R, CHEN Y X, XING L, et al. Analysis of yield related traits and variety selection of 14 fresh sweet and waxy corn new combinations[J]. *Journal of Shanxi Agricultural Sciences*, 2022, 50(7):945-953.
- [17] 刘志平, 马晓楠, 解文艳, 等. 山西典型旱地玉米产量及水分利用效率对长期不同施肥模式的响应[J]. *干旱地区农业研究*, 2023, 41(4):61-70.
LIU Z P, MA X N, XIE W Y, et al. Responses of maize yield and water use efficiency to long-term fertilization patterns in dryland of Shanxi province[J]. *Agricultural Research in the Arid Areas*, 2023, 41(4):61-70.
- [18] 张建军, 党翼, 赵刚, 等. 覆膜时期和施氮量对陇东旱塬玉米产量和水氮利用效率的影响[J]. *中国农业科学*, 2022, 55(3):479-490.
ZHANG J J, DANG Y, ZHAO G, et al. Influences of mulching periods and nitrogen application rates on maize yield as well as water and nitrogen use efficiencies in Loess Plateau of eastern Gansu province[J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2022, 55(3):479-490.
- [19] 吕莹莹, 马建涛, 李亚伟, 等. 不同覆盖方式对旱地玉米农田水分和产量的影响[J]. *甘肃农业大学学报*, 2022, 57(5):80-88.
LÜ Y Y, MA J T, LI Y W, et al. Effects of different mulching methods on water and yield of maize in dryland[J]. *Journal of Gansu Agricultural University*, 2022, 57(5):80-88.
- [20] 刘化涛, 黄学芳, 池宝亮, 等. 春玉米不同品种耗水特性及水分利用效率差异研究[J]. *节水灌溉*, 2017(4):11-14, 18.
LIU H T, HUANG X F, CHI B L, et al. Research on difference of water consumption characteristics and water use efficiency of different maize varieties[J]. *Water Saving Irrigation*, 2017(4):11-14, 18.
- [21] 李中利, 蒋丛泽, 马仁诗, 等. 陇东旱塬区5个饲用甜高粱品种生产适宜性评价[J]. *草业学报*, 2024, 33(8):50-62.
LI Z L, JIANG C Z, MA R S, et al. Suitability of five forage sweet sorghum varieties for production in the dry plateau area of Longdong[J]. *Acta Prataculturae Sinica*, 2024, 33(8):50-62.
- [22] 高繁, 胡田田, 姚德龙, 等. 密度和品种对夏玉米产量及水分利用效率的影响[J]. *干旱地区农业研究*, 2018, 36(6):21-25, 47.
GAO F, HU T T, YAO D L, et al. Effects of planting density and cultivar on grain yield and water use efficiency of summer maize[J]. *Agricultural Research in the Arid Areas*, 2018, 36(6):21-25, 47.