

吕金垵, 张振博, 盖子涵, 等. 滨海盐碱地特用玉米品种产量和品质综合评价[J]. 山西农业科学, 2025, 53(3): 1-9.

LÜ J K, ZHANG Z B, GAI Z H, et al. Comprehensive evaluation of yield and quality of specialty maize varieties in coastal saline and alkaline areas[J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2025, 53(3): 1-9.

doi:10.3969/j.issn.1002-2481.2025.03.01

滨海盐碱地特用玉米品种产量和品质综合评价

吕金垵^{1,2}, 张振博^{1,2}, 盖子涵¹, 李 硕¹, 周宝印¹,

李铭皓¹, 司锦程¹, 刘 振¹, 宁堂原^{1,2}

(1. 山东农业大学 小麦育种全国重点实验室/农学院/农业农村部作物水分生理与抗旱种质改良重点实验室, 山东 泰安 271018; 2. 国家盐碱地综合利用技术创新中心, 山东 东营 257347)

摘 要:为筛选适宜山东省滨海盐碱地种植的高产优质特用玉米品种,为滨海盐碱地推广种植高产优质特用玉米提供科学依据,研究在山东省东营市农业盐碱地试验示范基地对10个特用玉米品种的穗部性状、产量及品质指标进行综合评价。结果表明,郑黄糯2号和鲁黑甜糯201产量较高,分别为10 011.51、8 763.09 kg/hm²,且郑黄糯2号的千粒质量(313.90 g)和单位穗数(6.6万穗/hm²)表现最优。品质方面,SN7N05与鲁黑甜糯201的粗蛋白含量较高(13.10%、12.86%),山农201的粗淀粉含量最高(72.63%),鲁甜糯191的粗脂肪含量最高(6.78%);各品种的可溶性糖含量为1.092%~3.426%,直链淀粉占比为0.861%~1.913%,赖氨酸含量无显著差异(0.24%~0.26%)。相关性分析结果显示,粗蛋白与粗淀粉呈极显著负相关,与赖氨酸呈极显著正相关。通过聚类分析和综合评价,将品种分为3类,郑黄糯2号与山农201综合评分最高(88、86分),其产量与品质均衡,鲁黑甜糯201、鲁甜糯191次之(85分)。综上,郑黄糯2号、山农201、鲁甜糯191及鲁黑甜糯201综合性状优良,适应盐碱地环境,建议将其作为山东省滨海盐碱地推广种植的优选品种。

关键词:特用玉米;滨海盐碱地;产量;品质筛选

中图分类号:S513 文献标识码:A 文章编号:1002-2481(2025)03-0001-09

Comprehensive Evaluation of Yield and Quality of Specialty Maize Varieties in Coastal Saline and Alkaline Areas

LÜ Jinkai^{1,2}, ZHANG Zhenbo^{1,2}, GAI Zihan¹, LI Shuo¹, ZHOU Baoyin¹,

LI Minghao¹, SI Jincheng¹, LIU Zhen¹, NING Tangyuan^{1,2}

(1. National Key Laboratory of Wheat Improvements/College of Agriculture/Key Laboratory of Crop Water Physiology and Drought-tolerance Germplasm Improvement, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, China; 2. National Center of Technology Innovation for Comprehensive Utilization of Saline-Alkali Land, Dongying 257347, China)

Abstract: In order to screen high-yield and high-quality specialty maize varieties suitable for planting in coastal saline and alkaline land in Shandong province and provide scientific basis for promoting the planting of high-yield and high-quality specialty maize in coastal saline alkali land, in this study, the ear traits, yield, and quality indexes of 10 specialty maize varieties in the Experimental Demonstration Base of Agricultural Saline and Alkaline Land in Dongying city, Shandong province were comprehensively evaluated. The results showed that Zhenghuangnuo 2 and Luheitiannuo 201 had the highest yields of 10 011.51 kg/ha and 8 763.09 kg/ha, respectively, and Zhenghuangnuo 2 had the best performance in terms of 1000-grain weight(313.90 g) and ear number(66 000 ears/ha). In terms of quality, SN7N05 and Luheitiannuo 201 had the highest crude protein content(13.10% and 12.86%), Shannong 201 had the highest crude starch content(72.63%), and Lutiannuo 191 had

收稿日期:2024-07-11

基金项目:国家重点研发计划(2023YFD200140403);山东省重点研发计划(2022TZXD0038);国家盐碱地综合利用技术创新中心“揭榜挂帅”项目(GYJ2023005)

作者简介:吕金垵,在读硕士,研究方向:盐碱地耕作与栽培,E-mail:lvjink@126.com

通信作者:宁堂原,教授,博士,主要从事高效农作制度和生态农业研究,E-mail:ningty@163.com

the highest crude fat content(6.78%), soluble sugar content of the varieties ranged from 1.092% to 3.426%, and straight-chain starch ranged from 0.861% to 1.913%. Lysine content was not significantly different(0.24%-0.26%). Correlation analysis showed that crude protein was extremely significantly negatively correlated with crude starch and extremely significantly positively correlated with lysine. The varieties were classified into three categories by cluster analysis and comprehensive evaluation, Zhenghuangnuo 2 and Shannong 201 had the highest comprehensive scores(88 and 86), with balanced yields and quality, followed by Luheitiannuo 201 and Lutiannuo 191(85). In conclusion, Zhenghuangnuo 2, Shannong 201, Lutiannuo 191 and Luheitiannuo 201 had excellent overall traits and were adapted to saline and alkaline environments, and were recommended to be the preferred varieties for popularization of planting in saline and alkaline land in coastal Shandong province.

Keywords: specialty maize; coastal saline and alkaline land; yield; quality screening

盐碱地是国家重要的待开发利用的土地资源,具有面积大、分布广的特点,我国盐碱地面积约为 0.369 亿 hm^2 ,其中滨海盐碱地面积为 500 万 hm^2 ,约占盐碱地总面积的 13.6%^[1-2]。土壤盐碱化是全球面临的重要环境问题,对盐碱土壤的改良和开发利用在保证耕地面积稳定和保障我国粮食安全等方面有重要作用^[3-4]。东营市位于黄河三角洲地区,具有丰富的滨海盐碱地资源,其面积占山东省盐碱地面积的 38%^[5-7]。黄河三角洲滨海盐碱地由黄河土壤沉积物和黄河入海回流淤积物组成,地下水位浅,土壤空隙条件差,土壤表层盐渍化程度高,有机质含量低,盐碱土壤利用效率低,粮食作物产量低,经济效益不足,严重影响滨海盐碱地农民收入^[8-10]。

特用玉米主要包括甜玉米、糯玉米、甜糯玉米和高油玉米等,是具有特殊风味以及营养价值高的玉米品种^[11-12]。与普通玉米相比,特用玉米具有营养价值高、富含膳食纤维、有助于消化等优点^[13-14],深受广大消费者喜爱。此外,作为一种谷物食品^[15],特用玉米籽粒中含有丰富的花青素^[16]、叶酸、胡萝卜素^[17-18]等活性成分,具有降低血糖和血脂、抗氧化等功能^[19]。随着社会经济发展和居民收入水平的提高,特用玉米在市场上仍然供不应求,众多农户为获得更高的经济效益,开始种植特用玉米^[20]。

本试验在山东省东营市农高区盐碱地农业试验示范基地对 10 个特用玉米品种进行大田试验,通过调查其产量和品质等指标,旨在筛选适合滨海盐碱地推广的特用玉米品种,为滨海盐碱地开发提供科学依据。










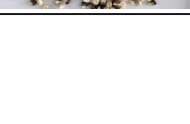
1 材料和方法

1.1 试验材料

供试的 10 个特用玉米品种,分为糯玉米品种(京科糯 2000、山农 209、山农 201、SNN36、SN7N05、郑黄糯 2 号)和甜糯玉米品种(甜糯 2 号、鲁黑甜糯 201(LTN201)、鲁甜糯 191、甜糯 193)。其基本情

况如表 1 所示。

表 1 供试特用玉米品种基本情况
Tab.1 Basic information on specialty maize varieties for testing

分类	Category	名称	Name	颜色	Color	图片	Picture
糯玉米	Waxy maize	京科糯 2000	Jingkenuo 2000	白色	White		
		山农 209	Shannong 209	白色	White		
		山农 201	Shannong 201	花色	Colorful		
		SNN36	SNN36	花色	Colorful		
		SN7N05	SN7N05	黄白色	Yellowish white		
		郑黄糯 2 号	Zhenghuangnuo 2	黄色	Yellow		
甜糯玉米	Sweet-waxy maize	甜糯 2 号	Tiannuo 2	白色	White		
		鲁黑甜糯 201	Luheitian- nuo 201	紫色	Purple		
		鲁甜糯 191	Lutiannuo 191	白色	White		
		甜糯 193	Tiannuo 193	花色	Colorful		

1.2 试验方法

试验地位于山东省东营市农高区农业盐碱地试验示范基地(北纬37°18',东经118°39')。供试特用玉米品种均于6月12日播种。在播种前施用复合肥(N:P:K比例为15:15:15)750 kg/hm²,拔

节期追施氮素97.5 kg/hm²。随机区组设计,3次重复,小区面积50 m²,行距60 cm,株距25 cm,种植密度为66 600株/hm²,试验区四周设有保护行,其他田间管理措施按特用玉米生产规程进行。试验地基础地力情况如表2所示。

表2 试验地耕层土壤基本状况

Tab.2 Soil fertility status in the tillage layer of the experimental site

砂粒/% Sand	粉砂粒/% Silt	黏粒/% Clay	有机质/(g/kg) Organic matter	全氮/(g/kg) Total nitrogen	速效磷/(mg/kg) Phosphorus	速效钾/(mg/kg) Potassium	含盐量/(g/kg) Saltines	pH
41.32	57.87	0.28	12.18	0.96	14.59	127.46	2.27	8.21

1.3 测定项目及方法

1.3.1 穗部性状的测定 在收获期,利用卷尺、游标卡尺测量穗长、穗粗、秃尖长、穗行数和行粒数。

1.3.2 品质性状的测定 将每个品种玉米籽粒磨成粉末状后,使用7200近红外分析仪进行扫描,测定各品种玉米籽粒中的粗蛋白、粗淀粉、粗脂肪以及赖氨酸的含量。粗蛋白含量参照GB/T 18868—2002《饲料中蛋白质的测定》、粗脂肪含量参照GB/T 18868—2002《饲料中脂肪的测定》、赖氨酸含量参照GB/T 18868—2002《饲料中赖氨酸的测定》、淀粉含量参照GB/T 25219—2010《粮油检验 玉米淀粉含量测定》进行测定。使用蒽酮比色法测定玉米籽粒中的可溶性糖含量。使用双波长分光光度法测定直链淀粉含量占粗淀粉的

比例。

1.3.3 产量的测定 于玉米成熟期,每个小区收获5 m双行玉米果穗进行考种,测量行粒数、穗粒数和千粒质量,计算各个玉米品种的产量。

1.4 统计分析

采用Excel 2023软件处理数据,采用SPSS 23.0软件进行方差和相关性分析,用SigmaPlot 14.0作图。

2 结果与分析

2.1 特用玉米的穗部性状分析

不同特用玉米品种的穗部性状比较如表3所示。

表3 不同特用玉米品种的穗部性状比较

Tab.3 Comparison of ears characteristics of different specialty maize varieties

品种 Variety	穗长/cm Ear length	穗粗/cm Ear width	秃尖长/cm Bald tip length	穗行数 Row number per ear	行粒数 Grain number per row
山农209 Shannong 209	13.53e	4.2f	0.63bc	12b	27f
山农201 Shannong 201	18.75a	4.7cd	0.78b	12b	40a
鲁甜糯191 Lutiannuo 191	16.90bc	5.4a	0.15d	16a	33cd
LTN201	15.80d	4.9bc	0.00d	16a	31d
SN7N05	16.70bcd	4.7cd	2.27a	14ab	30de
SNN36	17.28b	4.6de	0.77b	14ab	30de
京科糯2000 Jingkenuo 2000	17.33b	5.0b	0.40bcd	14ab	35b
郑黄糯2号 Zhenghuanguo 2	16.67bcd	5.2a	0.20d	14ab	35b
甜糯193 Tiannuo 193	13.82e	4.0f	0.29cd	14ab	29ef
甜糯2号 Tiannuo 2	16.11cd	4.5e	0.16d	14ab	36b

注:不同小写字母表示不同品种间在0.05水平上差异显著。表4、5同。

Note: The different lowercase letters indicated significant differences at the 0.05 level. The same as Tab.4, 5.

由表3可知,山农201的穗长最长(18.75 cm),京科糯2000和SNN36的穗长次之,分别为17.33、

17.28 cm;甜糯193和山农209是穗长较短的2个品种,分别为13.82、13.53 cm;其余的玉米品种穗

长从长到短依次为鲁甜糯 191(16.90 cm)、SN7N05(16.70 cm)、郑黄糯 2 号(16.67 cm)、甜糯 2 号(16.11 cm)、LTN201(15.80 cm)。LTN201 无秃尖, SN7N05 秃尖最长(2.27 cm), 其他品种秃尖长从短到长依次为鲁甜糯 191、甜糯 2 号、郑黄糯 2 号、甜糯 193、京科糯 2000、山农 209、SNN36、山农 201。10 个品种的穗粗为 4.0~5.4 cm, 其中, 鲁甜糯 191 最粗(5.4 cm), 其次为郑黄糯 2 号(5.2 cm), 甜糯 193 最细(4.0 cm), 其他品种穗粗从粗到细依次为京科糯 2000、LTN201、山农 201、SN7N05、SNN36、甜糯 2 号、山农 209。鲁甜糯 191 和 LTN201 的穗行数为 16 行, 山农 209 和山农 201 的穗行数为 12 行, 其余品种均为 14 行。行粒数山农 201 最多, 为 40 粒, 其次是甜糯 2 号(36 粒), 山农 209 最少(27 粒), 剩下品种行粒数从多到少依次为京科糯 2000 和郑黄糯 2 号(35 粒)、鲁甜糯 191(33 粒)、LTN201(31 粒)、SN7N05 和 SNN36(30 粒)、甜糯 193(29 粒)。

2.2 特用玉米品种的产量及产量三要素分析

从表 4 可以看出, 各品种在产量及产量三要素方面差异显著。在穗数方面, LTN201 穗数最多, 为 6.9 万穗/hm², 其次是郑黄糯 2 号和山农 201, 分别为 6.6 万、6.5 万穗/hm², 京科糯 2000 的穗数最少, 为 4.6 万穗/hm², 其他品种的穗数从

高到低依次是 SNN36(6.3 万穗/hm²)、SN7N05(6.1 万穗/hm²)、山农 209(6.0 万穗/hm²)、甜糯 193(5.6 万穗/hm²)、鲁甜糯 191(5.3 万穗/hm²)、甜糯 2 号(5.2 万穗/hm²)。在穗粒数方面, 甜糯 2 号的穗粒数最多(488 粒), 其次是郑黄糯 2 号和鲁甜糯 191, 山农 209 的穗粒数最少(333 粒), 剩下的品种穗粒数从多到少依次是 LTN201(471 粒)、山农 201(469 粒)、京科糯 2000(440 粒)、SN7N05(387 粒)、SNN36(382 粒)、甜糯 193(361 粒)。在千粒质量方面, 郑黄糯 2 号最高(313.90 g), 其次为鲁甜糯 191(294.49 g), 甜糯 2 号最低(230.61 g), 其他品种千粒质量从高到低依次是山农 201(287.31 g)、SN7N05(274.45 g)、山农 209(259.05 g)、京科糯 2000(258.19 g)、SNN36(258.13 g)、LTN201(235.04 g)、甜糯 193(234.91 g)。在产量方面, 郑黄糯 2 号最高(10 011.51 kg/hm²), 其次为 LTN201(8 763.09 kg/hm²), 而甜糯 193 的产量最低(4 751.32 kg/hm²), 其他品种产量从高到低依次是山农 201(7 642.44 kg/hm²)、鲁甜糯 191(7 480.03 kg/hm²)、山农 209(7 293.31 kg/hm²)、SN7N05(6 482.23 kg/hm²)、SNN36(6 215.31 kg/hm²)、甜糯 2 号(5 854.89 kg/hm²)、京科糯 2000(5 228.38 kg/hm²)。

表 4 特用玉米品种的产量比较

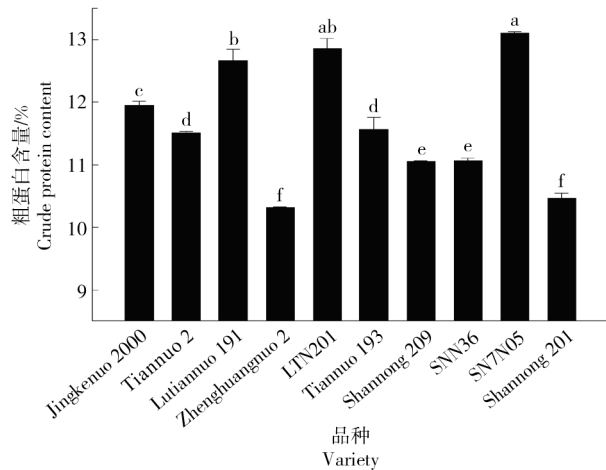
Tab.4 Comparison of yield of specialty maize varieties

品种 Variety	产量构成因素 Yield components			产量/(kg/hm ²) Yield
	穗粒数 Grains per ear	穗数/(万穗/hm ²) Ear number	千粒质量/g 1000-grain weight	
甜糯 193 Tiannuo 193	361bc	5.6abc	234.91f	4 751.32d
京科糯 2000 Jingkenuo 2000	440a	4.6c	258.19e	5 228.38d
甜糯 2 号 Tiannuo 2	488a	5.2bc	230.61f	5 854.89cd
SNN36	382b	6.3ab	258.13e	6 215.31cd
SN7N05	387b	6.1abc	274.45d	6 482.23cd
山农 209 Shannong 209	333c	6.0abc	259.05e	7 293.31bc
鲁甜糯 191 Lutianuo 191	479a	5.3abc	294.49b	7 480.03bc
山农 201 Shannong 201	469a	6.5ab	287.31c	7 642.44bc
LTN201	471a	6.9a	235.04f	8 763.09ab
郑黄糯 2 号 Zhenghuangnuo 2	483a	6.6ab	313.90a	10 011.51a

2.3 特用玉米品种籽粒的粗蛋白含量分析

从图 1 可以看出, 试验玉米品种 SN7N05 的粗蛋白质含量最高, 为 13.10%, 郑黄糯 2 号最低, 为 10.31%, 其他品种粗蛋白质含量从高到低依次是

LTN201(12.86%)、鲁甜糯 191(12.66%)、京科糯 2000(11.95%)、甜糯 193(11.57%)、甜糯 2 号(11.51%)、SNN36(11.06%)、山农 209(11.05%)、山农 201(10.46%)。



不同小写字母表示不同品种间差异显著($P < 0.05$)。图2-5同
The different lowercase letters in the same column indicated significant differences at the 0.05 level. The same as Fig.2-5

图1 特用玉米品种籽粒的粗蛋白质含量比较

Fig.1 Comparison of crude protein content of grains of specialty maize varieties

2.4 特用玉米品种籽粒的粗淀粉含量分析

由图2可知,特用玉米品种山农201的粗淀粉含量最高,为72.63%,鲁甜糯191最低,为65.81%,其他品种粗淀粉含量从高到低依次是郑黄糯2号(71.78%)、山农209(71.29%)、SNN36(70.14%)、京科糯2000(69.72%)、甜糯193(69.54%)、甜糯2号(69.42%)、LTN201(67.71%)、SN7N05(66.81%)。

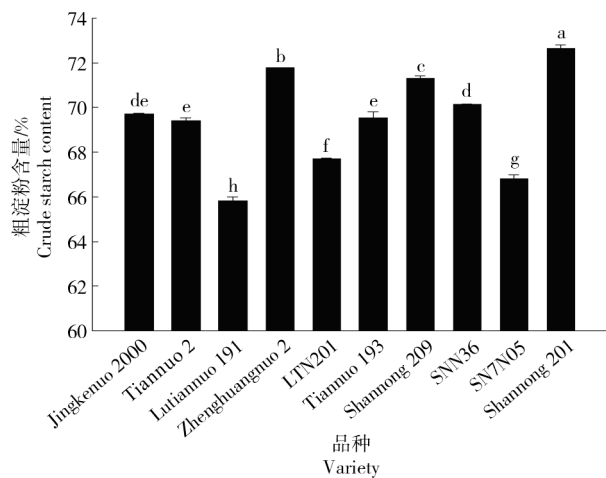


图2 特用玉米品种籽粒的粗淀粉含量比较

Fig.2 Comparison of crude starch content of grains of specialty maize varieties

2.5 特用玉米品种籽粒的粗脂肪含量分析

由图3可知,特用玉米品种鲁甜糯191的粗脂肪含量最高,为6.78%,SNN36最低,为5.09%,其他品种粗脂肪含量从高到低依次是甜糯2号(6.42%)、山农209(6.23%)、SN7N05(6.17%)、甜糯193(5.91%)、LTN201(5.84%)、山农201(5.83%)、郑黄糯2号(5.49%)、京科糯2000(5.47%)。

他品种粗脂肪含量从高到低依次是甜糯2号(6.42%)、山农209(6.23%)、SN7N05(6.17%)、甜糯193(5.91%)、LTN201(5.84%)、山农201(5.83%)、郑黄糯2号(5.49%)、京科糯2000(5.47%)。

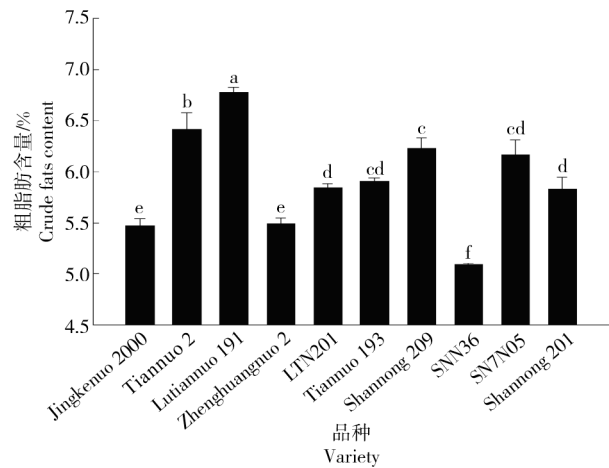


图3 特用玉米品种籽粒的粗脂肪含量比较

Fig.3 Comparison of crude fat content of grains of specialty maize varieties

2.6 特用玉米品种成熟期籽粒的可溶性糖含量分析

从图4可以看出,特用玉米品种成熟期籽粒中可溶性糖含量最高的是郑黄糯2号,为3.426%,SNN36的可溶性糖含量最低,为1.092%,其他玉米品种可溶性糖含量从高到低依次是山农201(2.737%)、LTN201(2.697%)、京科糯2000(2.599%)、山农209(2.486%)、甜糯193(2.468%)、鲁甜糯191(1.874%)、甜糯2号(1.516%)、SN7N05(1.484%)。

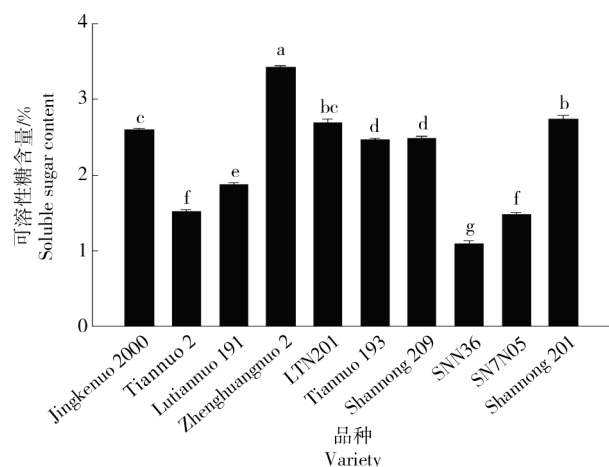


图4 特用玉米品种籽粒的可溶性糖含量比较

Fig.4 Comparison of grain soluble sugar content of specialty maize varieties

2.7 特用玉米品种籽粒的直链淀粉占粗淀粉总量比例分析

由图 5 可知,特用玉米品种籽粒中直链淀粉占粗淀粉总量比例最高的 3 个品种依次为山农 209、甜糯 2 号、SN7N05,其直链淀粉占比分别为 1.913%、

1.898%、1.887%;郑黄糯 2 号占比最低(0.861%),其余品种直链淀粉占粗淀粉总量比例从高到低依次为鲁甜糯 191(1.800%)>SNN36(1.798%)>甜糯 193(1.706%)>京科糯 2000(1.564%)>山农 201(1.473%)>LTN201(1.225%)。

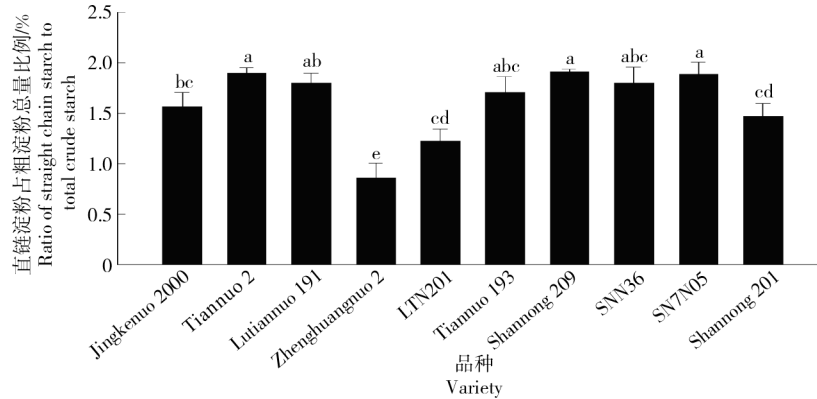


图 5 特用玉米品种籽粒的直链淀粉占粗淀粉总量比例比较

Fig.5 Comparison of ratio of grain straight-chain starch to total crude starch in specialty maize varieties

2.8 特用玉米品种籽粒的赖氨酸含量分析

由表 5 可知,特用玉米品种籽粒中的赖氨酸含量为 0.24%~0.26%,其中,鲁甜糯 191、LTN201

和 SN7N05 较高,均为 0.26%,甜糯 2 号和甜糯 193 均为 0.25%,其余品种均为 0.24%。

表 5 特用玉米品种籽粒的赖氨酸比较

Tab.5 Comparison of grain lysine of specialty maize varieties

指标 Index	京科糯 2000 Jingkenuo 2000	甜糯 2 号 Tiannuo 2	鲁甜糯 191 Lutiannuo 191	郑黄糯 2 号 Zhenghuangnuo 2	LTN201	甜糯 193 Tiannuo 193	山农 209 Shannong 209	SNN36	SN7N05	山农 201 Shannong 201
赖氨酸 Lysine	0.24c	0.25b	0.26a	0.24c	0.26a	0.25b	0.24c	0.24c	0.26a	0.24c

2.9 特用玉米籽粒的品质指标相关性分析

由表 6 可知,特用玉米籽粒中粗蛋白与粗淀粉间呈极显著负相关,与赖氨酸间呈极显著正相关,

粗脂肪与粗蛋白、粗淀粉和赖氨酸三者间相关性不显著,而粗淀粉与赖氨酸间呈极显著负相关。

表 6 特用玉米籽粒的品质指标相关性分析

Tab.6 Correlation analysis of grain quality indexes of specialty maize

指标 Index	粗蛋白 Crude protein	粗脂肪 Crude fat	粗淀粉 Crude starch	赖氨酸 Lysine
粗蛋白 Crude protein	1			
粗脂肪 Crude fat	0.436	1		
粗淀粉 Crude starch	-0.935**	-0.518	1	
赖氨酸 Lysine	0.858**	0.539	-0.894**	1

注:**表示在 0.01 水平下极显著相关。

Note: ** indicated extremely significant correlation at the 0.01 level.

2.10 特用玉米的穗部性状、产量、品质性状方差分析

由表 7 可知,特用玉米各个品种之间穗长、穗粗、秃尖长、穗行数、行粒数、穗粒数、穗数、千粒质

量以及产量等性状均有显著差异,其中,品种间果穗秃尖长、行粒数、穗粒数、穗数以及产量等性状差异达极显著水平($P < 0.01$),而粗蛋白、粗淀粉和粗脂肪这 3 个品质性状差异均不显著。

表7 特用玉米的穗部、产量、品质性状方差分析
Tab.7 Analysis of variance(ANOVA) for ear, yield, and quality traits in specialty maize

变异来源 Source	自由度 df	均方 MS											
		穗长 Ear length	穗粗 Ear width	秃尖长 Bald tip length	穗行数 Row number per ear	行粒数 Grain number per row	穗粒数 Grains per ear	穗数 Ear number	千粒质量 1000-grain weight	产量 Yield	蛋白质 Protein	粗淀粉 Crude starch	粗脂肪 Crude fat
品种间 Varieties	9	5.066*	0.371*	0.865**	3.457*	29.456**	6 709.8**	1.043**	1 546.895*	5 768.36.184**	1.916	9.493	0.498
误差 Error	10	1.338	0.112	0.004	0.985	5.349	936.589	0.117	353.567	241 515.644	0.683	24.163	0.177

注:**表示在0.01水平下差异极显著;*表示在0.05水平下差异显著。

Note: ** indicated extremely significant differences at the 0.01 level; * indicated significant differences at the 0.05 level.

2.11 特用玉米品质以及产量指标聚类分析

对10个特用玉米品种的产量指标和品质指标进行聚类分析,结果如图6所示,将玉米品种分为3类,其中,郑黄糯2号和山农201为第1类品种,品

质和产量均最优;LTN201、SN7N05、鲁甜糯191为第2类品种,品质与产量较优;甜糯193、山农209、SNN36、京科糯2000、甜糯2号为第3类品种,品质和产量较为普通。

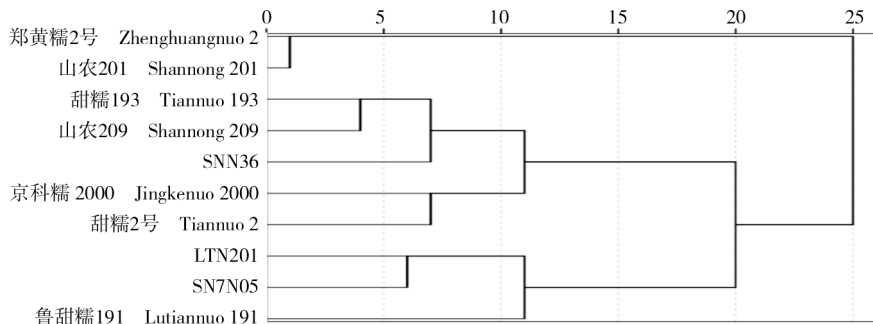


图6 特用玉米品种聚类分析

Fig.6 Cluster analysis of specialty maize varieties

2.12 特用玉米综合评价

综合评价结果表明(表8),郑黄糯2号综合评分最高,为88分;其次为山农201,综合评分86分;鲁甜糯191和LTN201综合评分皆为85分;甜糯193

综合评分最低,为74分;其他品种综合评分从高到低依次是SN7N05(81分)、甜糯2号(80分)、SNN36(78分)、山农209和京科糯2000(均为76分)。

表8 特用玉米品种的综合评价

Tab.8 Comprehensive evaluation of specialty maize

品种 Variety	粗蛋白 Crude protein (8~12)	粗淀粉 Crude starch (9~12)	粗脂肪 Crude fat (8~12)	赖氨酸 Lysine (8~12)	穗粒数 Grains per ear (7~12)	千粒质量 1000-grain weight (8~13)	穗数 Ear number (7~13)	产量 Yield (6~15)	总分 Aggregate score
京科糯2000 Jingkenuo 2000	10	11	9	10	10	10	8	8	76
甜糯2号 Tianaou 2	10	11	11	10	11	9	9	9	80
鲁甜糯191 Lutiannuo 191	11	10	11	11	11	11	9	11	85
郑黄糯2号 Zhenghuangnuo 2	9	11	9	10	11	12	11	15	88
LTN201	11	10	10	11	11	9	12	11	85
甜糯193 Tiannuo 193	10	11	10	10	8	9	9	7	74
山农209 Shannong 209	9	11	11	9	8	10	10	8	76
SNN36	9	11	9	10	9	10	11	9	78
SN7N05	11	10	10	11	9	10	10	10	81
山农201 Shannong 201	9	11	10	10	11	11	11	13	86

3 结论与讨论

本试验在东营滨海盐碱地示范基地通过对 10 个特用玉米品种的筛选,最终得出品质优良、产量高且适合山东省滨海盐碱地种植的特用玉米品种。特用玉米穗部性状如穗长、穗粗和秃尖等是衡量特用玉米重要的外观指标^[21]。山农 201 的有效穗长最长,为 18.75 cm,且只有 LTN201 没有秃尖,鲁甜糯 191 的穗粗最粗。产量指标是评价特用玉米品种经济效益的重要指标,玉米的产量三要素分别为穗数、穗粒数和千粒质量^[22-23]。本试验所用玉米品种中,郑黄糯 2 号的千粒质量最高,LTN201 的穗数最多。与普通玉米相比,特用玉米富含丰富的蛋白质、氨基酸以及可溶性糖等,是一种保健食品^[24]。玉米籽粒中淀粉含量与蛋白质含量间呈负相关^[25],SN7N05 和 LTN201 的粗蛋白质含量较高,其粗淀粉含量相对较低,郑黄糯 2 号和山农 201 的粗淀粉含量较高,粗蛋白质含量则较低。粗蛋白质含量与赖氨酸含量间呈正相关,LTN201 的赖氨酸含量达到本试验玉米品种中最高,山农 201 和郑黄糯 2 号等粗蛋白含量低的品种所含的赖氨酸含量较低。玉米籽粒中粗脂肪主要成分是脂肪酸,脂肪酸分为 2 种,第 1 种是饱和脂肪酸包括硬脂酸、棕榈酸和花生酸等,第 2 种则是不饱和脂肪酸,主要包括油酸、亚油酸和亚麻酸等^[26],其中油酸和亚油酸是人体必不可少的脂肪酸,具有一定的保健功能^[27]。特用玉米脂肪含量是评价特用玉米的一个重要的内部指标,本试验品种籽粒含有的粗脂肪含量都在 5% 以上,其中鲁甜糯 191 最高,为 6.78%。特用玉米籽粒中的可溶性糖含量和水分含量会随玉米籽粒的发育而减小^[28],试验测定成熟期玉米籽粒的可溶性糖含量均低于 5%,具有一定的保健价值,可用于特殊群体食用。特用玉米籽粒中的淀粉绝大部分都是支链淀粉,直链淀粉占比很小,更容易被人体肠道消化吸收^[14],试验选取的特用玉米品种籽粒中的直链淀粉占比均小于 2%,郑黄糯 2 号直链淀粉占比最低。

综合来看,郑黄糯 2 号产量最高且品质较优,综合评分最高;山农 201、鲁甜糯 191 和鲁黑甜糯 201 产量较高、品质较优,综合评分较高。因此,特用玉米郑黄糯 2 号、山农 201、鲁甜糯 191 以及鲁黑甜糯 201 这 4 个品种更适宜在滨海盐碱地推广种植。

参考文献:

- [1] 张贵芹,王洪章,郭新送,等. 有机物料投入对滨海盐碱地土壤理化性状和夏玉米产量形成的影响[J]. 作物学报, 2024, 50(9): 2323-2334.
ZHANG G Q, WANG H Z, GUO X S, et al. Effects of organic material inputs on soil physicochemical properties and summer maize yield formation in coastal saline-alkali land[J]. Acta Agronomica Sinica, 2024, 50(9): 2323-2334.
- [2] 马振峰. 滨海盐碱地耐盐碱玉米杂交种筛选与评价[D]. 泰安: 山东农业大学, 2023.
MA Z F. Screening and evaluation of saline-alkali tolerant maize hybrids in coastal saline-alkali land[D]. Tai'an: Shandong Agricultural University, 2023.
- [3] 刘森,王志春,杨福,等. 生物炭在盐碱地改良中的应用进展[J]. 水土保持学报, 2021, 35(3): 1-8.
LIU M, WANG Z C, YANG F, et al. Application progress of biochar in amelioration of saline-alkaline soil[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2021, 35(3): 1-8.
- [4] 杨易,黄立华,肖扬,等. 苏打盐碱化稻田土壤氮素矿化和硝化特征及其影响因子[J]. 植物营养与肥料学报, 2022, 28(10): 1816-1827.
YANG Y, HUANG L H, XIAO Y, et al. Characteristics and influencing factors of soil nitrogen mineralization and nitrification in saline-sodic paddy fields[J]. Journal of Plant Nutrition and Fertilizers, 2022, 28(10): 1816-1827.
- [5] 丁海堂,解忠信,刘国利. 黄河三角洲盐碱地综合开发现状分析及路径研究——以山东省滨州市为例[J]. 农业知识, 2023(8): 3-6, 8.
DING H T, XIE Z X, LIU G L. Analysis of the current situation of comprehensive development of saline and alkaline land in the Yellow River delta and path research—taking Binzhou city, Shandong province as an example[J]. Agriculture Knowledge, 2023(8): 3-6, 8.
- [6] 陈昱桦,王景亭,李孟,等. 黄河三角洲重度盐碱地甜高粱品种筛选和配套施肥技术研究[J]. 现代农业科技, 2024(3): 1-5.
CHEN Y H, WANG J T, LI M, et al. Selection of sweet sorghum varieties and corresponding fertilization techniques in severe saline-alkali land of the Yellow River delta[J]. Modern Agricultural Science and Technology, 2024(3): 1-5.
- [7] 陈梦. 黄河三角洲盐碱地土壤质量评价与障碍因素分析[D]. 烟台: 鲁东大学, 2023.
CHEN M. Evaluation of soil quality and analysis of obstacle factors in Saline-alkali land in the Yellow River delta[D]. Yantai: Ludong University, 2023.
- [8] 李国会,王松岳,田增刚. 山东滨海盐碱地生态清洁小流域综合治理研究[J]. 山东水利, 2023(8): 79-81.
LI G H, WANG S Y, TIAN Z G. Comprehensive management of ecologically clean sub-watersheds in saline and alkaline land in Shandong coastal area[J]. Shandong Water Resources, 2023(8): 79-81.
- [9] 位国峰,宋芸,樊平,等. 黄河三角洲滨海盐碱地综合利用及粮食产能提升技术研究——以山东省滨州市为例[J]. 中国农村科技, 2024(3): 29-33.
WEI G F, SONG Y, FAN P, et al. Research on comprehensive utilization of coastal saline land in the Yellow River delta and

- grain production capacity enhancement technology—taking Binzhou city, Shandong province as an example[J]. *China Rural Science & Technology*, 2024(3):29-33.
- [10] 赵英,王丽,赵惠丽,等. 滨海盐碱地改良研究现状及展望[J]. *中国农学通报*, 2022, 38(3):67-74.
ZHAO Y, WANG L, ZHAO H L, et al. Research status and prospects of saline-alkali land amelioration in the coastal region of China[J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2022, 38(3):67-74.
- [11] 王坤. 特色玉米的栽培技术[J]. *农民致富之友*, 2010(15):7.
WANG K. Cultivation technology of specialty corn[J]. *Farmer's Friend*, 2010(15):7.
- [12] 黄雅珏,周也富,应飞宇,等. 几种鲜食玉米在洱海流域种植的表现品质评价[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.
- [13] 韦新兴,黄开健,黄爱花,等. 鲜食甜玉米新品种桂甜612的选育[J]. *中国蔬菜*, 2023(6):103-106.
WEI X X, HUANG K J, HUANG A H, et al. A new fresh sweet corn F₁ hybrid: 'Guitian 612'[J]. *China Vegetables*, 2023(6):103-106.
- [14] 王綦,程力,洪雁,等. 鲜食糯玉米食用品质与淀粉性质的相关性研究[J]. *食品与生物技术学报*, 2023, 42(12):43-52.
WANG Q, CHENG L, HONG Y, et al. Correlation between edible quality and starch properties of fresh waxy corn[J]. *Journal of Food Science and Biotechnology*, 2023, 42(12):43-52.
- [15] CHEN L R, GUO Y Q, LI X Y, et al. Phenolics and related *in vitro* functional activities of different varieties of fresh waxy corn: a whole grain[J]. *BMC Chemistry*, 2021, 15(1):14.
- [16] HONG H T, NETZEL M E, O'HARE T J. Anthocyanin composition and changes during kernel development in purple-pericarp supersweet sweetcorn[J]. *Food Chemistry*, 2020, 315:126284.
- [17] 陈洁琼,宋江峰,何美娟,等. 鲜食玉米籽粒中主要类胡萝卜素鉴定与含量分析[J]. *食品科学*, 2015, 36(18):108-113.
CHEN J Q, SONG J F, HE M J, et al. Identification and analysis of carotenoids from different fresh corn grains[J]. *Food Science*, 2015, 36(18):108-113.
- [18] 修伟业,黎晨晨,遇世友,等. 类胡萝卜素生物学功能及提高其生物利用的研究进展[J]. *食品工业科技*, 2023, 44(10):406-415.
XIU W Y, LI C C, YU S Y, et al. Research progress on the biological function and bioavailability improvement of carotenoids[J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2023, 44(10):406-415.
- [19] CEVALLOS-CASALS B A, CISNEROS-ZEVALLOS L. Stoichiometric and kinetic studies of phenolic antioxidants from Andean purple corn and red-fleshed sweetpotato[J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2003, 51(11):3313-3319.
- [20] 张代玉,高丽萍,宋小霞,等. 兰州市鲜食玉米品种筛选及品质鉴定[J]. *中国种业*, 2024(2):82-87, 92.
ZHANG D Y, GAO L P, SONG X X, et al. Screening and quality identification of fresh corn varieties in Lanzhou[J]. *China Seed Industry*, 2024(2):82-87, 92.
- [21] 禹玉华,段俊,王子明,等. 影响超甜玉米籽粒种皮厚度因子的关联分析[J]. *玉米科学*, 2003(2):19-21.
YU Y H, DUAN J, WANG Z M, et al. Grey correlative degree analysis of the factors influencing the grain pericarp thickness of super sweet corn hybrid[J]. *Journal of Maize Sciences*, 2003(2):19-21.
- [22] 刘昌,张红日,赵相伟,等. 山东省气候变化及其对冬小麦—夏玉米产量的影响[J]. *水土保持研究*, 2020, 27(3):379-384.
LIU C, ZHANG H R, ZHAO X W, et al. Climate change and its effect on the yields of winter wheat and summer corn in Shandong province[J]. *Research of Soil and Water Conservation*, 2020, 27(3):379-384.
- [23] 王辉,张晓祥,王平喜,等. 玉米产量构成要素的通径分析[J]. *河南科技学院学报(自然科学版)*, 2022, 50(4):17-22.
WANG H, ZHANG X X, WANG P X, et al. Path analysis of the constituent elements of maize yield[J]. *Journal of Henan Institute of Science and Technology (Natural Science Edition)*, 2022, 50(4):17-22.
- [24] 张慧,高英波,张发军,等. 鲜食玉米品种筛选与综合评价[J]. *山东农业科学*, 2019, 51(6):38-42.
ZHANG H, GAO Y B, ZHANG F J, et al. Screening and comprehensive evaluation of fresh corn varieties[J]. *Shandong Agricultural Sciences*, 2019, 51(6):38-42.
- [25] 张海艳,董树亭,高荣岐,等. 玉米籽粒品质性状及其相互关系分析[J]. *中国粮油学报*, 2005, 20(6):19-24.
ZHANG H Y, DONG S T, GAO R Q, et al. Analysis of quality characters and their relationships for maize kernels[J]. *Chinese Cereals and Oils Association*, 2005, 20(6):19-24.
- [26] 韦俏君,佟显聪,梁树辉,等. 微胚乳玉米籽粒脂肪酸组分的配合力及遗传率研究[J]. *种子*, 2021, 40(5):1-6, 14.
WEI Q J, TONG X C, LIANG S H, et al. Study on combining ability and heritability of fatty acid compositions in corn kernel with micro-endosperm[J]. *Seed*, 2021, 40(5):1-6, 14.
- [27] 沈金雄,傅廷栋. 我国油菜生产、改良与食用油供给安全[J]. *中国农业科技导报*, 2011, 13(1):1-8.
SHEN J X, FU T D. Rapeseed production, improvement and edible oil supply in China[J]. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 2011, 13(1):1-8.
- [28] 李惠生,董树亭,高荣岐. 鲜食玉米品质特性研究概述[J]. *玉米科学*, 2007, 15(2):144-146.
LI H S, DONG S T, GAO R Q. Research on quality characteristic of fresh corn[J]. *Journal of Maize Sciences*, 2007, 15(2):144-146.