

小麦微核心种质株高及籽粒性状遗传分析

赵秋月, 张咪咪, 孙清鹏, 韩俊* (北京农学院植物科学技术学院农业应用与新技术重点实验室, 北京 102200)

摘要 以 262 份小麦微核心种质为材料, 在 2 年 2 点 4 个环境下对株高、籽粒性状(千粒重、粒长、粒宽、粒厚)进行了调查和分析。结果表明, 各农艺性状均存在丰富的遗传变异, 变异幅度分别为 43.04~141.66 cm、15.17~52.93 g、5.29~8.48 mm、2.13~3.89 mm、1.99~3.62 mm。粒厚的广义遗传力最高, 为 89.70%, 其余性状的广义遗传力由高到低依次为粒长、株高、千粒重、粒宽、长宽比; 相关分析表明, 株高与粒长、粒宽、千粒重均呈显著负相关, 与籽粒长宽比和粒厚均无显著相关性; 千粒重与粒长、粒宽、粒厚间呈显著正相关, 与长宽比无显著相关性; 长宽比与粒宽、粒厚呈显著负相关。该研究为进一步利用微核心种质进行株高、千粒重、籽粒形态性状相关基因的遗传效应研究提供数据支撑, 为小麦产量等重要农艺性状的分子育种奠定基础。

关键词 小麦; 株高; 千粒重; 籽粒形态; 遗传分析

中图分类号 S512.1 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2022)07-0037-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.07.009



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Genetic Analysis of Plant Height and Grain Traits of Wheat Micro-core Germplasm

ZHAO Qiu-yue, ZHANG Mi-mi, SUN Qing-peng et al (Key Laboratory of Agricultural Application and New Technology, College of Plant Science and Technology, Beijing University of Agriculture, Beijing 102200)

Abstract Plant height and grain traits (1 000-grain weight, grain length, grain width and grain thickness) of 262 wheat micro-core germplasm were investigated and analyzed under four environments. The results showed that there were abundant genetic variations in all agronomic traits, with the ranges of 43.04–141.66 cm, 15.17–52.93 g, 5.29–8.48 mm, 2.13–3.89 mm, 1.99–3.62 mm, respectively. The general heritability of grain thickness was the highest (89.70%), and the rest characters were in the order of grain length > plant height > 1 000-grain weight > grain width > length to width ratio. Correlation analysis showed that plant height was negatively correlated with grain length, grain width and 1 000-grain weight, but had no significant correlation with grain length-width ratio and grain thickness. There was a significant positive correlation between 1 000-grain weight and grain length, grain width and grain thickness, but no significant correlation between 1 000-grain weight and grain length to width ratio. The ratio of length to width was negatively correlated with grain width and thickness. This research provided data support for further research on genetic effects of plant height, 1 000-grain weight and grain shape traits related genes using micro-core germplasm, and laid a foundation for molecular breeding of important agronomic traits such as wheat yield.

Key words Wheat; Plant height; TGW; Grain shape; Genetic analysis

小麦(*Triticum aestivum* L.)是我国居民的重要口粮作物,其播种面积仅次于玉米和水稻,发展小麦生产对于保障我国粮食安全至关重要。提高单产水平一直以来是我国小麦育种的重要目标之一,单位面积穗数、每穗粒数及千粒重三者共同决定单产水平,被称为产量构成三要素。在育种实践中,协同改良三要素才可能实现单产水平的突破。产量构成三要素均呈典型的数量性状遗传,其表型受环境因素影响程度较大,其中千粒重的遗传力较高,其表型受环境因素影响较小,遗传改良效果较明显。曾浙荣等^[1]研究表明,千粒重受籽粒平均灌浆速率影响,是决定籽粒产量的重要性状,对提高小麦粒重、实现增产意义重大。郭鹏燕等^[2]认为,千粒重与产量呈极显著正相关,抗倒伏性与千粒重呈极显著负相关,证明植株倒伏与否显著影响千粒重。张晗等^[3]认为,千粒重、单位面积穗数均与单位面积产量呈显著正相关。

籽粒形态性状包括粒长、粒宽、粒厚,是影响籽粒大小调节粒重的重要因素^[4],因此籽粒形态性状的遗传改良对提高产量具有重要意义,其中粒长遗传力最高,是群体条件下增加粒重、提高产量潜力的关键因素^[5]。王晖等^[6]研究表明,粒长对粒重影响最大,对粒厚影响最小,千粒重与粒长、粒宽

和粒厚均呈极显著正相关。也有研究表明,籽粒形态性状中,粒长、粒宽、长宽比与千粒重呈极显著正相关,但是粒宽与长宽比却表现为极显著负相关^[7-8]。

株高是与产量潜力密切相关的重要农艺性状,自 20 世纪 60 年代“绿色革命(Green Revolution)”开启矮化育种,不仅提高了产量、抗倒伏性、收获指数^[9-13],还增强了耐肥性和对自然灾害的抵御力^[14-18]。虽有研究表明株高与产量一定程度上呈正相关^[19],但株高与产量并非完全正相关,当倒伏性与株高间达到相对平衡时,才能有效增加生物产量(Biological yield),提高收获指数(Harvest index),进而大幅提高单位面积产量,保障高产稳产。有研究表明,株高高于 90 cm 时株高与产量呈负相关,不利于提高收获指数,适当降低株高才有利于提高收获指数^[20-24]。曹亚伟等^[25]对 30 个冬小麦品种进行聚类分析,将 6 类冬小麦的株高与产量性状之间进行定量分析,结果表明较高类型中高秆型冬小麦品种与偏矮类型中矮秆型冬小麦品种产量均较低,实际产量则与其他产量因素的协调程度相关。闵东红等^[26]研究表明,株高小于 75 cm 或大于 85 cm 均不利于品种产量潜力的正常发挥,提倡“矮中选高”或“高中选矮”的育种原则。陈朝阳等^[27]发现,株高与单株产量呈极显著负相关。因此,在小麦遗传改良中应保持合适的株高,以合理株型做支撑,兼顾株高与单位面积穗数、穗粒数、千粒重间的平衡,从而实现高产,保障稳产。

株高、籽粒性状均是影响小麦产量的重要因素,笔者以

基金项目 青海省作物分子育种重点实验室开放课题基金项目(2017-ZJ-Y14)。

作者简介 赵秋月(1995—),女,四川温江人,硕士研究生,研究方向:小麦分子遗传改良。*通信作者,副教授,博士,从事小麦分子育种研究。

收稿日期 2021-12-27

262份小麦微核心种质为材料,设置2年2点田间试验,调查株高、千粒重及籽粒形态性状(粒长、粒宽和粒厚),分析了各性状的遗传变异和相关性,以期后续利用微核心种质进行小麦重要农艺性状调控基因的遗传效应研究提供数据支撑,为株高、产量等性状的分子育种奠定基础。

1 材料与与方法

1.1 试验材料 262份小麦微核心种质(micro-core germplasm, MCC)资源共包括157个地方品种(农家种),88个现代育成品种及17个国外引进品种,由中国科学院遗传与发育生物学研究所刘志勇研究员课题组提供。

1.2 田间试验 分别于2018和2019年秋季,将262份微核心种质种植于北京(北京农学院东区试验基地,116.10°E,40.08°N)和河北高邑(中国科学院高邑试验基地,114.58°E,37.62°N)。4个环境分别记为BJ2018、BJ2019、GY2018、GY2019。

田间试验采用完全随机区组试验设计,3次重复,2行区,行长2m,行距0.25m,每行30粒种子,试验地田间管理按照当地常规麦田管理。

1.3 表型鉴定 待小麦进入灌浆期,株高性状稳定后,每个小区选取10株具有代表性的植株来测量株高(plant height, PH)表型,即根茎结合部至主茎穗顶部(不含芒)的距离,单位为厘米(cm),10株株高的均值即为该材料株高表型值。待小麦完全成熟后,各小区选取10株具有代表性的单株,混合脱粒晒干后,调查千粒重、粒长、粒宽和粒厚。千粒重的测量方法如下:用电子天平每个材料重复称取3个100粒来估

算其千粒重,单位为克(g),3次千粒重估算的均值即为该材料千粒重的表型值。采用电子数显卡尺(1~150mm)分别测量每个重复每份材料10个籽粒的长度、宽度和厚度,单位为毫米(mm),10次测量的均值即为相应性状的表型值。3次重复的平均值用于数据分析。

1.4 数据分析 采用Microsoft Excel和SPSS统计软件(IBM SPSS Statistics 24.0)分别对株高、千粒重、粒长、粒宽、粒厚性状进行数据处理和统计分析,主要包括各性状的平均值、标准差、变异幅度、方差和广义遗传力的估算及各性状间的相关性等。

2 结果与分析

2.1 株高表型及遗传分析 对4个环境下262份小麦微核心种质的株高数据进行统计分析。结果表明,4个环境型下微核心种质的株高表型差异较大,其偏度和峰度绝对值均小于1,说明小麦株高呈典型的数量性状遗传(图1),株高主要受微效多基因控制,同时受环境型影响。由表1可知,4个环境型下株高性状的广义遗传力为80.72%,变异系数均大于18.00%,表明微核心种质的株高存在丰富的遗传变异,是研究控制株高性状基因位点遗传效应的理想材料。其中,2019年北京(BJ2019)环境型的株高变异系数最大,达20.28%,变异幅度为43.04~138.58cm;2019年高邑(GY2019)环境型下株高的变异幅度为43.76~138.08cm,变异系数20.25%;2018年北京环境型下,变异幅度为51.43~141.66cm,变异系数18.70%;2018年高邑(GY2018)环境型下,变异幅度为52.00~140.99cm,变异系数18.49%。

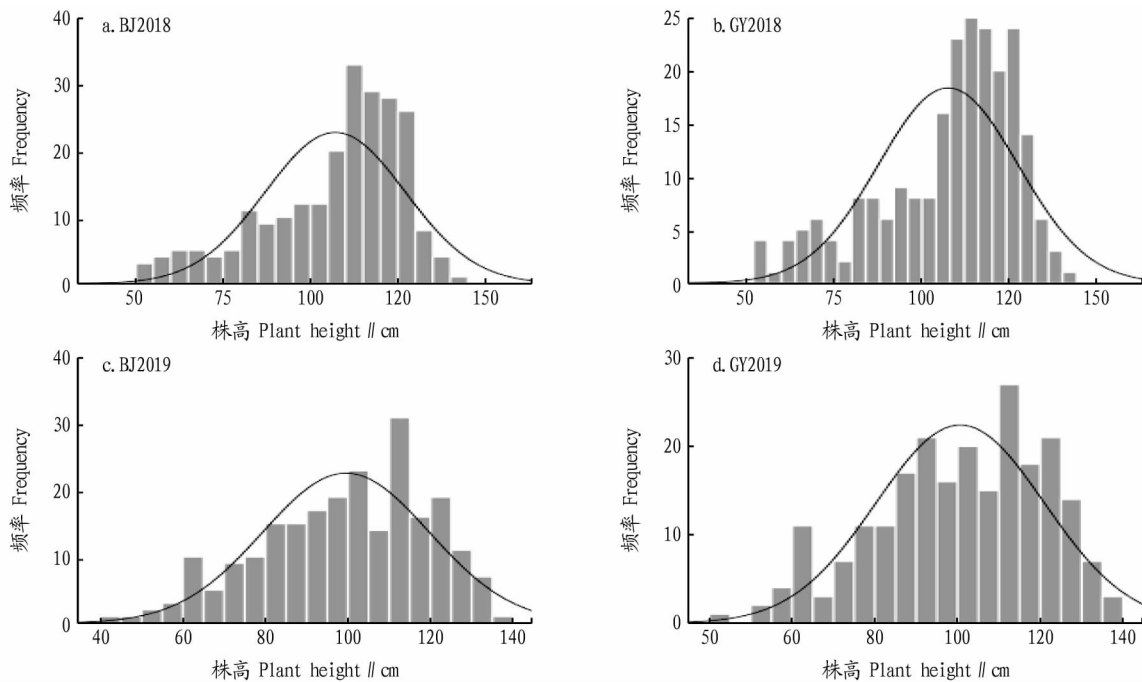


图1 4个环境型下微核心种质株高表型分布频率

Fig.1 Plant height phenotype distribution frequency under four environments in MCC

2.2 籽粒性状遗传分析

2.2.1 籽粒性状表型分析。对262份小麦微核心种质4个环境型下的千粒重、粒长、粒宽、粒厚性状进行了测定,并对

其表型数据进行了统计分析。结果表明,微核心种质材料的千粒重、粒长、粒宽、粒厚、籽粒长宽比均存在较大的遗传变异,说明微核心种质是研究小麦千粒重及籽粒形态等重要农

艺性状的理想材料,尤其是在重要农艺性状调控基因的遗传效应验证过程中可作为理想的自然群体。从 4 个环境型下各性状表型的均值来看,微核心种质的千粒重变异系数最大,高达 17.94%,变异幅度为 15.17~52.93 g(表 2)。长宽比次之,表型变异幅度为 1.60~3.20,变异系数达 8.52%;粒长的变异系数为 7.17%,表型变异幅度为 5.29~8.48 mm;粒厚的变异幅度为 1.99~3.62 mm,变异系数为 7.14%;粒宽的表

型变异幅度为 2.13~3.89 mm,变异系数 6.64%。所调查的籽粒性状变异系数由大到小依次为千粒重>长宽比>粒长>粒厚>粒宽。从偏度和峰度整体看,群体个体分布均匀,适合进行遗传分析。峰度均小于 3.00,总体分布平缓,频率分散。籽粒形态性状偏度值中除粒宽外,粒长、粒厚、籽粒长宽比及千粒重均向大于平均值方向偏斜。

表 1 微核心种质株高表型分析

Table 1 Analysis of plant height phenotype of micro-core germplasm

环境型 Environ.	均值±标准差 Mean ± SD	变异幅度 Range	峰度 Kurtosis	偏度 Skewness	变异系数 CV//%	遗传力 H ² //%
BJ2018	107.05±20.01	51.43~141.66	0.17	-0.92	18.70	80.72
GY2018	107.42±19.86	52.00~140.99	0.17	-0.93	18.49	
BJ2019	99.51±20.18	43.04~138.58	-0.49	-0.44	20.28	
GY2019	100.61±20.37	43.76~138.08	-0.50	-0.45	20.25	
平均 Average	103.65±20.39	43.04~141.66	-0.33	-0.65	19.67	

注:BJ.北京;GY.高邑

Note:BJ.Beijing;GY.Gaoyi

2.2.2 籽粒性状遗传力分析。利用 SPSS 统计分析软件分别对籽粒性状的环境方差和遗传方差进行估算,并根据广义遗传力计算公式获得各性状的广义遗传力。结果表明,调查的籽粒性状中,粒厚、粒长及千粒重的广义遗传力较高,分别为 89.70%、86.36% 和 73.99%;粒宽的广义遗传力为 56.53%;而长宽比的广义遗传力最低,仅为 53.52%(表 2)。

2.3 株高、籽粒性状相关性分析 利用统计分析软件对株高、千粒重、粒长、粒宽、粒厚、长宽比的相关性进行分析。结

果表明,千粒重分别与粒长、粒宽、粒厚呈极显著正相关。其中,千粒重与粒宽、粒长的相关系数较高,分别达 0.699 和 0.636;千粒重与粒厚的相关系数为 0.420,与长宽比无显著相关。株高与千粒重(-0.289)、粒长(-0.194)、粒宽(-0.270)均呈极显著负相关,与长宽比、粒厚均无显著相关。此外,长宽比只与粒厚有显著负相关,与其余性状间无显著相关(表 3)。

表 2 微核心种质籽粒性状表型分析

Table 2 Phenotype analysis of grain traits in micro-core germplasm

项目 Item	粒长 Grain length//mm					粒宽 Grain width//mm					长宽比 Length-width ratio				
	BJ2018	GY2018	BJ2019	GY2019	平均 Average	BJ2018	GY2018	BJ2019	GY2019	平均 Average	BJ2018	GY2018	BJ2019	GY2019	平均 Average
均值±标准差 Mean ± SD	6.52±0.49	6.53±0.48	6.84±0.54	6.83±0.55	6.69±0.48	2.99±0.23	2.99±0.24	3.03±0.23	3.02±0.22	3.01±0.20	2.18±0.20	2.19±0.21	2.26±0.21	2.27±0.20	2.23±0.19
变异幅度 Range	5.29~8.23	5.46~8.21	5.75~8.48	5.71~8.32	5.29~8.48	2.13~3.51	2.13~3.51	2.36~3.89	2.33~3.57	2.13~3.89	1.74~2.95	1.73~2.94	1.60~3.17	1.88~3.20	1.60~3.20
峰度 Kurtosis	-0.27	-0.26	-0.34	-0.38	-0.63	0.22	0.34	0.46	0.04	0.50	1.32	1.43	1.96	1.98	1.92
偏度 Skewness	0.19	0.23	0.15	0.11	0.01	-0.51	-0.57	-0.18	-0.07	-0.24	0.93	1.03	0.81	1.04	0.99
变异系数 CV//%	7.52	7.40	7.93	8.00	7.17	7.69	7.80	7.58	7.24	6.64	9.36	9.41	9.46	9.37	8.52
广义遗传力 H ² //%	86.36					56.53					53.52				

项目 Item	粒厚 Grain thickness//mm					千粒重 Thousand grain weight//g				
	BJ2018	GY2018	BJ2019	GY2019	平均 Average	BJ2018	GY2018	BJ2019	GY2019	平均 Average
均值±标准差 Mean ± SD	2.87±0.28	2.88±0.29	2.72±0.21	2.73±0.21	2.80±0.20	29.22±5.96	29.16±5.95	32.87±6.15	32.93±6.23	31.04±5.57
变异幅度 Range	2.16~3.62	2.15~3.62	1.99~3.46	2.05~3.50	1.99~3.62	15.17~45.62	15.20~45.00	20.10~52.53	20.50~52.93	15.17~52.93
峰度 Kurtosis	-0.25	-0.25	1.77	1.68	-0.02	-0.38	-0.38	-0.21	-0.16	-0.41
偏度 Skewness	0.23	0.17	0.51	0.53	0.26	0.16	0.15	0.34	0.38	0.24
变异系数 CV//%	9.87	9.97	7.56	7.50	7.14	20.40	20.42	18.71	18.91	17.94
广义遗传力 H ² //%	89.70					73.99				

注:BJ.北京;GY.高邑

Note:BJ.Beijing;GY.Gaoyi

3 结论与讨论

小麦遗传改良的首要目标是提高产量,有研究发现,单产水平与株高、千粒重均存在较高关联^[28-29]。研究发现,262

份小麦微核心种质的株高、籽粒性状存在丰富的遗传变异。4 个环境型下,株高和千粒重的变异系数均大于 18.00%,二者呈极显著负相关。微核心种质中共有 157 个地方品种(农

表3 微核心种质株高、籽粒性状相关系数

Table 3 Correlation coefficient between plant height and grain traits of micro-core germplasm

性状 Trait	株高 Plant height	粒长 Grain length	粒宽 Grain width	长宽比 Length-width ratio	粒厚 Grain thickness
粒长 Grain length	-0.194**				
粒宽 Grain width	-0.270**	0.314**			
长宽比 Length-width ratio	0.051	0.600**	-0.564**		
粒厚 Grain thickness	-0.045	0.137**	0.450**	-0.260**	
千粒重 1 000-grain weight	-0.289**	0.636**	0.699**	-0.042	0.420**

注: * 表示在 0.05 水平显著相关; ** 表示在 0.01 水平极显著相关(双尾)

Note: * indicated significant correlation at 0.05 level; ** indicated extremely significant correlation at 0.01 level(two-tailed)

家种),占比达 59.9%,我国农家种多为高秆品种,抗倒伏能力较低,株高也会影响籽粒灌浆速率,进而降低产量。闵东红等^[26]按株高将 9 个试验材料划分为矮秆、半矮秆和中高秆 3 个类型,结果显示 72.3~78.0 cm 的半矮秆品种有较大的丰产潜力且不易倒伏,株高与倒伏指数呈显著正相关,茎秆质量也是影响倒伏性的重要因素之一,而且与产量呈正相关,但并非越矮越好,过矮会降低生物产量、影响经济产量提高。贾继增^[30]认为,株高虽不直接影响粒重,但可通过影响穗下节长,正向调节粒重;卫云宗等^[31-32]以小麦矮秆、半矮秆品种为材料,研究发现株高与千粒重呈正相关。龚胤书等^[33]研究认为,株高与其构成因素、产量性状均呈极显著或显著正相关。已有的研究表明,经过矮化的现代育成小麦品种的株高与粒重间呈正相关,可正向调控产量,提高小麦单产。而张树榛等^[34]研究发现,矮秆高化系列中,株高与穗粒重呈负相关,与产量的关系不甚明确。朱新开等^[35]研究表明,在一定株高范围内,株高及茎节长(除穗下节)与产量性状呈负相关。王晖等^[36]研究表明,单穗粒重与株高呈显著负相关,其中株高性状遗传力最高。农艺性状中株高广义遗传力或狭义遗传力均高于千粒重^[37-39]。该研究所用的材料中地方品种占比高,株高与千粒重、粒长、粒宽呈极显著负相关,千粒重与粒长、粒宽、粒厚均呈极显著正相关;长宽比与粒宽、粒厚呈负相关,与千粒重无显著相关性。株高遗传力高于千粒重,其中粒厚的广义遗传力最高。

现代育成种在耐贫瘠、抗旱、抗寒、全生育期抗病性强等方面稍逊于地方种。小麦是耗氮作物,施用适量氮肥可以增强光合作用,提高和改良籽粒产量与品质^[40]。在实际生产中,小麦的化肥依赖性强,过量施用化肥会导致小麦在生长过程中出现“倒伏”“贪青”、抗逆能力下降等现象,还会破坏土壤结构,造成水体富营养化等问题^[41]。邱永春等^[42]研究发现,小麦微核心种质中地方品种对抗条锈病性较好,选育品种和引进品种抗秆锈病性较好,而对条锈和白粉病的抗性较差;同时发现部分材料兼抗 2 或 3 种病害,兼抗多种病害的种质资源材料是小麦抗病育种中极具应用价值的抗源亲本。因此,微核心种质中的一些特异资源(地方品种)在现代育种中仍具有利用价值,值得育种家关注。

参考文献

- [1] 曾浙荣,庞家智,周桂英,等. 我国北部冬麦区小麦品种籽粒灌浆特性的研究[J]. 作物学报,1996(6):720-728.
- [2] 郭鹏燕,任杰成,赵吉平,等. 不同基因型冬小麦种质资源的遗传多样性研究[J]. 种子,2021,40(8):25-29,38.

- [3] 张晗,孙加梅,韩瑞玺,等. 基于小麦产量三要素的产量条件 QTL 分析[J]. 麦类作物学报,2019,39(1):42-49.
- [4] GIURA A, SAULESCU N N. Chromosomal location of genes controlling grain size in a large grained selection of wheat (*Triticum aestivum* L.)[J]. Euphytica,1996,89(1):77-80.
- [5] 王辉,孙道杰,时晓伟,等. 关中地区小麦超高产育种问题探讨[J]. 西北农业大学学报,2001,29(1):37-40.
- [6] 王晖,陈佳慧,王文文,等. 小麦籽粒构型与粒重性状的遗传分析[J]. 山东农业科学,2011,43(11):13-16.
- [7] CAMPBELL K G, BERGMAN C J, GUALBERTO D G, et al. Quantitative trait loci associated with kernel traits in a soft \times hard wheat cross[J]. Crop science,1999,39(4):1184-1195.
- [8] 唐昊,晏菊. 雨养农业区小麦品质性状、籽粒形态及产量性状分析[J]. 乐山师范学院学报,2020,35(4):16-21.
- [9] KHUSH G S. Green revolution: Preparing for the 21st century[J]. Genome,1999,42(4):646-655.
- [10] PINGALI P L. Green revolution: Impacts, limits, and the path ahead[J]. Proceedings of the national academy of sciences of the United States of America,2012,109(31):12302-12308.
- [11] EVENSON R E, GOLLIN D. Assessing the impact of the green revolution, 1960 to 2000[J]. Science,2003,300(5620):758-762.
- [12] 赵张晨. 矮秆基因 *Rht15* 的初步定位及其对硬粒小麦光合生理和重要农艺性状的效应[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2020.
- [13] 陈亮. 矮秆基因 *Rht12* 对小麦重要农艺性状的遗传效应及新矮秆突变体的筛选[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2014.
- [14] GOODING M J, ADDISU M, UPPAL R K, et al. Effect of wheat dwarfing genes on nitrogen-use efficiency[J]. Journal of agricultural science,2012,150(1):3-22.
- [15] RICHARDS R A. The effect of dwarfing genes in spring wheat in dry environments. I. Agronomic characteristics[J]. Australian journal of agricultural research,1992,43(3):517-527.
- [16] REBETZKE G J, ELLIS M H, BONNETT D G, et al. The *Rht13* dwarfing gene reduces peduncle length and plant height to increase grain number and yield of wheat[J]. Field crops research,2011,124(3):323-331.
- [17] SAVILLE R J, GOSMAN N, BURT C J, et al. The 'Green Revolution' dwarfing genes play a role in d-disease resistance in *Triticum aestivum* and *Hordeum vulgare*[J]. Journal of experimental botany,2012,63(3):1271-1283.
- [18] 杨志远. 矮秆基因 *Rht18* 对普通小麦农艺性状的效应及其对外源 GA₃ 的响应[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2016.
- [19] 何中虎,肖世和,庄巧生. “九五”全国小麦育种研究进展[J]. 麦类作物学报,2001,21(3):72-75.
- [20] 孙道杰,王辉,闵东红,等. 小麦品种产量改良的限制因素分析[J]. 西南农业学报,2002,15(3):13-16.
- [21] 宋荷仙,李跃建,冯天铭. 收获指数在小麦高产育种中的应用[J]. 西南农业学报,1989,2(2):27-31.
- [22] 高志源,许吉利,刘硕,等. 大田群体冬小麦氮收获指数变异特征研究[J]. 中国农业科学,2021,54(3):583-595.
- [23] LINN TAY ZAR. 小麦矮秆基因 *Rht9* 对普通小麦株高和农艺性状的影响[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2017.
- [24] 梁云娟,邵庆炉,薛香. 小麦主要农艺性状和收获指数的灰色关联度分析[J]. 河南农业科学,2012,41(8):34-36.
- [25] 曹亚伟,王健,刘坤,等. 30 个冬小麦株高与产量的关系[J]. 浙江农业科学,2018,59(7):1108-1110.
- [26] 闵东红,王辉,孟超敏,等. 不同株高小麦品种抗倒伏性与其亚性状及产量相关性研究[J]. 麦类作物学报,2001,21(4):76-79.

适宜在低纬高原地区种植的鲜食糯玉米品种。在后续研究中,对于鲜食糯玉米蒸煮品质的评价要尽量避免主观因素的干

扰,积极探索和运用更加准确、科学、客观的蒸煮品质评价方法。同时在后续研究中应尽量在最佳采收期采收鲜食糯玉米。

表 6 不同玉米品种病害情况比较

Table 6 Comparison of disease situation of different maize varieties

序号 Code	品种名称 Variety name	大斑病 Leaf spot disease		小斑病 Small spot disease		灰斑病 Grey spot disease		锈病 Rust disease	
		病级 Disease grade	病株率 Diseased plant rate//%	病级 Disease grade	病株率 Diseased plant rate//%	病级 Disease grade	病株率 Diseased plant rate//%	病级 Disease grade	病株率 Diseased plant rate//%
1	斯达糯 51	1	0	1	0	1	0	1	0
2	斯达糯 52	1	0	1	0	1	0	1	0
3	中糯 337	1	0	1	0	1	0	1	0
4	瑞佳糯 1 号	1	0	1	0	1	0	1	0
5	瑞佳糯 2 号	1	0	1	0	1	0	1	0
6	瑞佳糯 3 号	1	0	1	0	1	0	1	0
7	瑞佳糯 4 号	1	0	1	0	1	0	1	0
8	瑞黑糯 1 号	1	0	1	0	1	0	1	0
9	黑佳糯	1	0	1	0	1	0	1	0
10	瑞糯 1 号	1	0	1	0	1	0	1	0
11	花鲜糯	1	0	1	0	1	0	1	0
12	云糯 3 号(CK)	1	0	1	0	1	0	1	0

4 结论

该研究表明,“斯达糯 52”“花鲜糯”“瑞黑糯 1 号”“瑞佳糯 3 号”“瑞佳糯 4 号”共 5 个鲜食糯玉米品种的鲜穗产量和蒸煮品质最优,可在低纬高原地区进一步试验与推广。

参考文献

- [1] BANDEIRA C M, EVANGELISTA W P, GLORIA M B A. Bioactive amines in fresh, canned and dried sweet corn, embryo and endosperm and germinated corn[J]. Food chemistry, 2012, 131(4): 1355-1359.
- [2] GONG K J, CHEN L R. Characterization of carbohydrates and their metabolizing enzymes related to the eating quality of postharvest fresh waxy corn [J]. Journal of food biochemistry, 2013, 37(5): 619-627.
- [3] 杨若明, 李玉田. 玉米鲜食的功效和鲜食玉米的研究开发[J]. 北京农

业科学, 1997(5): 40-42.

- [4] 汤超云, 张晓梅, 毛芹洁. 德宏州冬季鲜食甜玉米肥料试验[J]. 现代农业科技, 2020(14): 14, 16.
- [5] 曹伟. 石泉县水果型玉米品种对比试验[J]. 基层农技推广, 2016, 4(5): 41-42.
- [6] 杨恩情, 杨亚丽, 马娅玲, 等. 漾濞县冬早鲜食糯玉米品种比较试验[J]. 云南农业科技, 2014(3): 55-57.
- [7] 张凯迪. 鲜食玉米籽粒皮渣率的差异及其与品质和产量的关系[D]. 扬州: 扬州大学, 2008.
- [8] 赵福成, 景立权, 闫发宝, 等. 甜玉米籽粒物性的基因型差异[J]. 江苏农业学报, 2013, 29(1): 14-19.
- [9] 卢柏山, 董会, 徐丽, 等. 甜玉米籽粒不同采收期含水量与物性品质的相关性[J]. 华北农学报, 2019, 34(S1): 69-77.
- [10] 董宗宗, 乔勇进, 刘晨霞, 等. 不同采收期对鲜食糯玉米品质影响的研究[J]. 上海农业学报, 2020, 36(4): 19-24.

(上接第 40 页)

- [27] 陈朝阳, 易晓余, 熊君, 等. 118 个小麦新品系的农艺性状和分子标记评价[J]. 四川农业大学学报, 2018, 36(6): 722-728.
- [28] 张泰武, 蔡明, 罗晓卫, 等. 小麦产量与主要性状的灰色关联度分析[J]. 农业科技通讯, 2021(12): 188-193.
- [29] 赵鹏涛, 赵小光, 马永强, 等. 小麦产量及其相关性状的综合分析[J]. 江西农业学报, 2017, 29(6): 16-19.
- [30] 贾继增. 小麦粒重与植株性状相关因素的统计分析[J]. 作物学报, 1984, 10(3): 201-205.
- [31] 卫云宗. 旱作小麦株高与产量三因素相互关系初探[J]. 山西农业科学, 1992, 20(6): 7-8.
- [32] 欧俊梅, 王治斌, 何员江, 等. 矮秆糯小麦 F₁ 代株高及构成指数与产量性状的相关性分析[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(7): 58-60.
- [33] 龚胤书, 魏淑红, 彭正松, 等. 硬粒小麦 ANW16F 株高及构成因子与部分产量性状遗传研究[J]. 西南农业学报, 2021, 34(2): 229-235.
- [34] 张树榛, 葛亚新. 小麦理想株型研究 I. 小麦株高梯度系列的株型、产量及品质性状的变化研究[J]. 北京农业大学学报, 1990, 16(2): 125-

132.

- [35] 朱新开, 郭文善, 李春燕, 等. 小麦株高及其构成指数与产量及品质的相关性[J]. 麦类作物学报, 2009, 29(6): 1034-1038.
- [36] 王晖, 陈佳慧, 王文文, 等. 小麦产量性状与粒重性状的遗传分析[J]. 东北农业大学学报, 2012, 43(4): 31-36.
- [37] 马艳明, 冯智宇, 王威, 等. 新疆冬小麦品种农艺及产量性状遗传多样性分析[J]. 作物学报, 2020, 46(12): 1997-2007.
- [38] 邹少奎, 殷贵鸿, 唐建卫, 等. 黄淮主推小麦品种主要农艺性状配合力及遗传效应分析[J]. 麦类作物学报, 2017, 37(6): 730-738.
- [39] 徐易如, 赵艳艳, 孙福来, 等. 小麦成熟期产量及钾效率相关性状的基因组关联分析[J]. 植物营养与肥料学报, 2020, 26(6): 1081-1090.
- [40] 陈天鑫, 王艳杰, 张燕, 等. 不同施氮量对冬小麦光合生理指标及产量的影响[J]. 作物杂志, 2020(2): 88-96.
- [41] 张邦喜, 范成五, 李国学, 等. 氮肥运筹对黄壤坡耕地作物产量和土壤无机氮累积量的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2019(1): 1-9.
- [42] 邱永春, 李建军, 戎振洋, 等. 我国小麦微核心种质抗锈病及白粉病鉴定与分析[J]. 麦类作物学报, 2015, 35(2): 268-273.