



谢丽华,高虹,张相英,等.影响黑龙江省宜机收玉米品种脱水的主要农艺性状研究[J].黑龙江农业科学,2020(11):5-8.

# 影响黑龙江省宜机收玉米品种脱水的主要农艺性状研究

谢丽华<sup>1</sup>,高虹<sup>1</sup>,张相英<sup>2</sup>,陈明丽<sup>1</sup>,刘民<sup>1</sup>

(1.黑龙江省农垦科学院,黑龙江哈尔滨 150038;2.黑龙江省农业技术推广站,黑龙江哈尔滨 150036)

**摘要:**为筛选适宜黑龙江省种植的宜机收玉米品种,2017和2018年对18个供试品种的脱水特性及主要农艺性状进行分析。结果表明:德美亚3号、东农266和益农玉10号生理成熟后脱水快。通过相关分析及逐步回归分析可知,茎粗、百粒重、粒型、穗粗、苞叶形态、株高和收获期7项指标协同控制脱水速率快慢,变量贡献度占75.30%,其中茎粗、百粒重和粒型是关键控制因素。

**关键词:**黑龙江省;宜机收;玉米品种;脱水速率;农艺性状

黑龙江省是我国玉米种植面积最大的地区,2018年占全国种植面积的15%左右<sup>[1]</sup>,玉米兼具饲用、加工、食用等多方面用途,对推动黑龙江省经济社会发展起着不容小觑的影响。但黑龙江省全年有效活动积温低,无霜期短,9月中旬后气温迅速下降,加之农民偏爱种植产量高的晚熟品种,

玉米收获时籽粒含水量高,一般不低于30%,一是不利后期储运;二是如遇多雨年份,玉米易发生霉变,严重影响玉米品质;三是不利于玉米机械收获。最终导致黑龙江省玉米粮食品质不佳,缺乏市场竞争力<sup>[2]</sup>。筛选收获时籽粒含水量低的高产品种是提高玉米收获质量、商品质量的最经济有效途径。脱水快慢是影响收获时籽粒含水量的主要指标,脱水特性为复杂的数量性状,与作物的农艺性状、品质性状、生理指标及外部环境因素均有关<sup>[3]</sup>。农艺性状是最直观且易被精确掌握的性状,与脱水特性的关系也最为密切。20世纪50年代开始,众多学者研究与玉米籽粒脱水速率相关

收稿日期:2020-08-02

基金项目:粮食丰产增效科技创新国家重点研发计划(2016YFD0300303)。

第一作者:谢丽华(1980-),女,硕士,副研究员,从事玉米栽培与植保研究。E-mail:xielh00@163.com。

通信作者:高虹(1964-),女,学士,研究员,从事玉米栽培与植保研究。E-mail:nkgao@163.com。

## Adaptability Evaluation of New Maize Variety Nendan 29

WANG Jun-qiang<sup>1</sup>, SUN Shan-wen<sup>1</sup>, HAN Ye-hui<sup>1</sup>, YU Yun-kai<sup>1</sup>, XU Jian<sup>1</sup>, ZHOU Chao<sup>1</sup>, DING Xin-ying<sup>2</sup>, WANG Ze-yin<sup>3</sup>

(1. Qiqihar Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar 161006, China; 2. Animal Husbandry and Veterinary Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar 161005, China; 3. Keshan Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar 161600, China)

**Abstract:** Maize variety Nendan 29 was approved by Heilongjiang Province in 2020. Maize Breeding Research Office of Qiqihar Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences conducted variety comparison tests in Qiqihar, Daqing, Lanxi, Anda, Qinggang, Longjiang and Tailai from 2018 to 2019 (CK was Xianyu 696). The results showed that, Nendan 29 had strong disease resistance and stress resistance; its yield increased significantly with strong stability; it was suitable for planting on the first accumulated temperature zone and the second accumulated temperature zone in Heilongjiang Province, with a growth period of 125 days and an effective accumulated temperature of 2 600 °C. Mechanized harvesting should be planted in the effective accumulated temperature of 2 750 °C. Different regions showed different degrees of defects, using chemical control technology, reasonable fertilization, disease prevention and control technology to make up for the deficiencies, promote grain production, increase income, and ensure food production safety.

**Keywords:** maize; Nendan 29; resistance; suitable area

的农艺性状,但关注点大多在自交系与杂交组合,本文以审定品种为研究对象,筛选脱水较快的玉米品种并研究其主要农艺性状,以期建立理想模型,为宜机收玉米品种选育方向及生产应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试的 18 个玉米品种有丰垦 139、益农玉 10 号、鹏玉 1 号、东农 266、德美亚 3 号、禾田 20、绿单 4 号、龙育 365、丰禾 3019、合玉 187、京农科 728、吉农大 935、天玉 197、沃普 401、巴玉 13、巴玉 15、宏育 236 和宏硕 307。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于 2017 和 2018 年在黑龙江省哈尔滨市阿城区农垦科学院试验基地(45°30'27"N,127°1'48"E)进行。品种采用大区种植,行长 28~30 m,6~8 行区,随机排列。

1.2.2 测定项目及方法 于品种吐丝期挑选生长一致,无病虫害的健康植株标记,蜡熟末期开始取样,间隔 2 d 取 1 次,生理成熟后间隔 4~5 d 取 1 次,每处理取 3 株,取中部 200~300 粒称鲜重,放 80 ℃烘箱烘干至恒重,3 次重复。2 年测定 18 个品种的脱水速率。

1.2.3 数据分析 采用 Genstat 19th Edition 统计分析软件进行相关、回归、差异性分析,利用 Excel 2007 进行数据处理与作图。

籽粒含水量(%)= $\frac{\text{籽粒鲜重}-\text{籽粒干重}}{\text{籽粒鲜重}} \times 100$

脱水速率(%·d<sup>-1</sup>)=

$\frac{\text{生理成熟期含水量}-\text{收获时籽粒含水量}}{\text{间隔天数}}$

2 结果与分析

2.1 不同品种脱水速率比较

由图 1 和图 2 可知,2017 年德美亚 3 号、东农 266 和益农玉 10 号脱水快,此区生理成熟后 6~8 d,籽粒含水量降至 28% 以下,适宜籽粒收获;2018 年吉农大 935、沃普 401 和巴玉 15 脱水较快,生理成熟后 8~12 d 可以进行籽粒收获。

丰垦 139、益农玉 10 号、东农 266 和鹏玉 1 号均参加了两年测定。同一品种不同年份间脱水速率差异较大,2017 年脱水明显快于 2018 年,主要是受气象因素影响所致。但两年脱水速率趋势表现一致,均为东农 266>益农玉 10 号>丰垦 139>鹏玉 1 号。

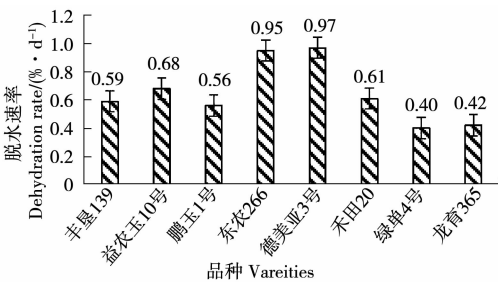


图 1 2017 年不同品种脱水速率比较

Fig. 1 Comparison of dehydration rate of different varieties in 2017

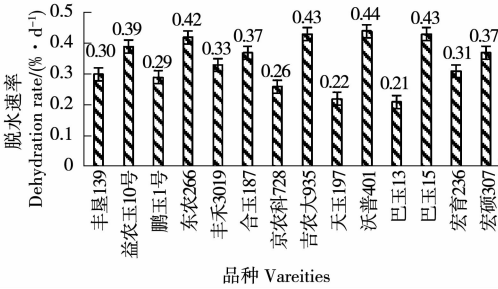


图 2 2018 年不同品种脱水速率比较

Fig. 2 Comparison of dehydration rate of different varieties in 2018

2.2 影响玉米脱水的主要农艺性状

采用 Genstat 统计分析软件对 18 个品种的脱水速率与茎粗、株高、穗粗、百粒重、籽粒类型、苞叶形态、苞叶层数、苞叶松散度等指进行了相关性分析,结果表明:脱水速率与茎粗、百粒重与籽粒类型呈极显著负相关,相关系数分别为-0.69,-0.61和-0.68;与穗粗中度负相关,差异不显著,相关系数为-0.44;与株高低度负相关,差异不显著,相关系数为-0.22;与苞叶形态低度正相关,差异不显著,相关系数为 0.26。

表 1 脱水速率与品种主要农艺性状相关性分析

Table 1 Correlation analysis between dehydration rate and main agronomic characteristics of varieties

农艺性状 Agronomic characters	相关系数 Correlation coefficient	P
穗粗	-0.44	0.07
籽粒类型(马齿/半马齿)	-0.68**	<0.01
株高	-0.22	0.39
茎粗	-0.69**	<0.01
百粒重	-0.61**	<0.01
苞叶形态(全包/半包)	0.26	0.30

注:\*\* 在 0.01 水平显著相关。下同。  
Note:\*\* indicate significant correlation at level 0.01. The same below.

进一步进行逐步回归分析,结果表明茎粗、百粒重、粒型、穗粗等 7 项指标协同控制脱水速度快慢,采用 Genstat 分析得出变量贡献度占 75.30%。其中茎粗、百粒重和粒型是关键控制因素,差异达极显著水平。建立多元线性回归方程  $Y=4.82-0.008\ 4X_3+0.003X_5-0.043\ 8X_6-0.213X_4-0.235X_2-0.000\ 41X_7-0.084\ 9X_1$  ( $R^2=0.85,S=0.148$ )。

表 2 逐步回归结果分析

Table 2 Stepwise regression analysis of results

农艺性状 Agronomic characters	回归方程 Regression equation	确定系数 R <sup>2</sup>	P	贡献百分比 Contribution percentage/%	拟合值 Fitting value
茎粗	$Y=3.366-0.1174X_1$	0.47**	<0.01	44.20	≤20.50 mm
籽粒类型	$Y=1.468-0.4030X_2$	0.46**	<0.01	43.00	马齿型
百粒重	$Y=2.847-0.0573X_3$	0.38**	<0.01	33.60	≤33.00 g
穗粗	$Y=3.580-0.5930X_4$	0.19	0.07	14.40	≤4.50 cm
苞叶形态	$Y=0.606+0.1530X_5$	0.07	0.30	0.80	半包
株高	$Y=2.110-0.0043X_7$	0.05	0.39	-	≤270.00 cm
收获期	$Y=1.004-0.0216X_6$	0.05	0.35	-	6~8 d

筛选出的脱水快的玉米品种农艺性状与理想农艺性状相比,关键控制因素茎粗、百粒重和籽粒

式中: $X_1$  为茎粗, $X_2$  为籽粒类型, $X_3$  为百粒重, $X_4$  为穗粗, $X_5$  为苞叶形态, $X_6$  为收获期, $X_7$  为株高。

脱水快的玉米品种较为理想的农艺性状为茎粗不大于 20.50 mm,百粒重不高于 33.00 g,穗粗不大于 4.50 cm,株高不高于 270.00 cm,籽粒马齿型,苞叶半包、松散,生理成熟后 6~8 d 水分降至 28%以下,适宜籽粒收获。

类型至少有 2 项符合多元线性回归方程拟合值,其他协同控制指标 2~3 项符合拟合值。

表 3 脱水快玉米品种主要农艺性状

Table 3 Main agronomic characters of dehydrated fast varieties

品种 Varieties	茎粗 Stem diameter/ mm	籽粒类型 Grain type	百粒重 100-grain weight/g	穗粗 Ear width/cm	苞叶 形态 Bract morphology	株高 Plant height/cm	收获期 Harvest date/d	苞叶层数 Bract number	脱水速率 Dehydration rate/(%·d <sup>-1</sup> )	
										2017 2018
德美亚 3 号	19.97	马齿	34.05	4.35	半包	298.49	6	9.64	0.97	-
东农 266	19.86	马齿	33.00	4.81	全包	269.84	6~8	10.27	0.95	0.42
益农玉 10 号	22.57	马齿	32.99	4.59	半包	309.34	6~8	8.96	0.68	0.39

注:收获期指玉米生理成熟后籽粒含水量降至 28%以下所经历的天数。  
Note:The harvest date refers to the days that moisture content of maize grain drops below 28% after physiological maturity.

3 结论与讨论

3.1 结论

试验结果表明,从 2 年测定的 18 个品种中筛选出脱水快的 3 个品种分别为德美亚 3 号、东农 266 与益农玉 10 号。

茎粗、籽粒类型、百粒重、穗粗、苞叶形态、株高和收获期 7 项指标协同控制品种脱水速率的快慢,其中茎粗、百粒重和粒型是关键控制因素。茎粗、百粒重与籽粒脱水速率呈极显著负相关,茎粗不超过 20.50 mm,百粒重不超过 33.00 g 利于籽粒脱水。马齿型玉米脱水速率快。穗粗、株高与脱水速率呈负相关,差异不显著,穗粗≤4.50 cm,

株高≤270.00 cm 利于籽粒脱水,短苞叶品种有助于籽粒快速脱水。生理成熟后 6~8 d 籽粒含水量不超过 28%适合籽粒收获。

3.2 讨论

王克如等<sup>[4]</sup>提出玉米收获时籽粒含水率是影响机械收获籽粒质量、安全贮存与经济效益的关键因素,已成为一个重要的技术与经济问题。并指出选择适当早熟,籽粒发育后期脱水快、生理成熟与收获时含水量低的品种是中国各玉米产区实现机械化收获籽粒技术的关键措施。为适应玉米机械化粒收,本试验系统研究了 18 个早熟品种农艺性状与脱水速率的相关性,结果表明玉米籽粒

脱水性状不是单一或几个因素控制,而是多个因素协同控制。

前人对农艺性状影响脱水的研究大多集中在玉米籽粒和穗部,本文首次提出茎粗是控制脱水的关键因素,茎秆细利于玉米生理成熟后快速脱水。株高是控制脱水的协同因素,株高较低利于生理成熟后的籽粒快速脱水,这与吕香玲等<sup>[5]</sup>、李凤海等<sup>[6]</sup>研究一致。

研究认为马齿型玉米脱水速率快,与 Hunter 等<sup>[7]</sup>、金益等<sup>[8]</sup>、李艳杰等<sup>[9]</sup>研究结果一致,而 Troyer 等<sup>[10]</sup>认为硬粒型杂交种较马齿型杂交种籽粒脱水速率更快。分析发现,不同粒型品种脱水速率与品种熟期相关,中早熟、中熟、晚熟品种马齿型玉米脱水快;早熟、极早熟品种硬粒型利于玉米生理成熟后快速脱水。

品种脱水与穗部的相关性研究较多,虽然各地学者从不同角度研究得到相同或不同结果,但穗部特征形成了一些较为一致的观点,即苞叶短、少而薄、松散;果穗不粗,轴直径较小<sup>[5,9-14]</sup>。本研究认为百粒重是关键控制因素,穗粗、苞叶长度是协同控制因素。百粒重不超过 33 g,穗粗适中,短苞叶有助于籽粒快速脱水。

随着我国劳动力减少,劳动成本逐渐增加,实现玉米全程机械化籽粒收获是必然趋势。收获时籽粒含水量高是影响籽粒收获的瓶颈因素,提高生理成熟后期籽粒脱水速率是不影响产量的有效方式。因此,探究玉米籽粒脱水速率的生理机制及影响因素具有重要意义,能为选育适合籽粒收获的玉米新品种提供理论依据与技术指导。

## 参考文献:

- [1] 李金霞,何长安,王海玲,等. 黑龙江省玉米产业发展现状及展望[J]. 农业展望,2020(1):67-70.
- [2] 蒋佰福,牛忠林,邱磊,等. 黑龙江省玉米育种存在的问题及对策[J]. 中国种业,2016(4):12-16.
- [3] 李淑芳,张春宵,路明,等. 玉米籽粒自然脱水速率研究进展[J]. 分子植物育种,2014,12(4):825-829.
- [4] 王克如,李少昆. 玉米籽粒脱水速率影响因素分析[J]. 中国农业科学,2017,50(11):2027-2035.
- [5] 吕香玲,兰进好,张宝石. 玉米果穗脱水速率的研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2006,34(2):48-52.
- [6] 李凤海,郭佳丽,于涛,等. 不同熟期玉米杂交种及其亲本子粒脱水速率的比较研究[J]. 玉米科学,2012,20(6):17-20,24.
- [7] Hunter R B, Mortimore G, Gerrish E E, et al. Field drying of flint and dent endosperm maize[J]. Crop Science, 1979, 19(3):401-402.
- [8] 金益,王振华,张永林,等. 玉米杂交种蜡熟后籽粒自然脱水速率差异分析[J]. 东北农业大学学报,1997,28(1):29-32.
- [9] 李艳杰,史纪明,鞠成梅,等. 玉米子粒水分与品种性状相关性研究初报[J]. 玉米科学,2000,8(4):37-38.
- [10] Troyer A F, Ambrose W B. Plant characteristics affecting field drying rate of ear corn[J]. Crop Science, 1971, 11(4): 529-531.
- [11] 张树光,冯学民,高树仁,等. 玉米成熟期子粒含水量与果穗性状的关系[J]. 中国农学通报,1994,10(2):15-17.
- [12] 马智艳,董永彬,乔大河,等. 不同种质玉米杂交种苞叶性状特征分析[J]. 河南农业科学,2015,44(2):15-18.
- [13] Crane P L. Factors associated with varietal differences in rate of field drying in corn[J]. Agronomy Journal, 1959, 51(6):318-320.
- [14] 张立国,范骥骥,陈喜昌,等. 玉米生理成熟后籽粒脱水速率与主要农艺性状的相关分析[J]. 黑龙江农业科学, 2012(3):1-5.

# Study on the Main Agronomic Characters Affecting Dehydration of Maize Varieties for Machine Harvesting in Heilongjiang Province

XIE Li-hua<sup>1</sup>, GAO Hong<sup>1</sup>, ZHANG Xiang-ying<sup>2</sup>, CHEN Ming-li<sup>1</sup>, LIU Min<sup>1</sup>

(1. Heilongjiang Academy of Land Reclamation Sciences, Harbin 150038, China; 2. Heilongjiang Agricultural Technology Extension Station, Harbin 150036, China)

**Abstract:** In order to screen machine-harvested maize varieties for planting in Heilongjiang Province, the dehydration characteristics and main agronomic characters of 18 varieties were determined in 2017 and 2018. The results showed that Demeiya No. 3, Dongnong266 and Yinongyu No. 10 dehydrated quickly after physiological maturation. Through correlation analysis and stepwise regression analysis, the dehydration rate was controlled by stem diameter, 100-grain weight, grain type, ear diameter, bract shape, plant height and days of standing pole. The contribution of variables accounted for 75.30%. Among them, stem diameter, 100-grain weight and grain type were the key controlling factors.

**Keywords:** Heilongjiang Province; machine harvesting; maize variety; dehydration rate; agronomic characters