文章编号: 1005-0906(2015)04-0010-05 DOI: 10.13597/j.cnki.maize.science.20150403

北方玉米品种更替过程中品质的演变

王晓东[1,2],傅迎军[1],孙殷会[1],张庆娜[1],王晓梅[1],
侯国强[1],徐德海[1],史振声[2],李凤海[2]
(1.黑龙江省农业科学院牡丹江分院,黑龙江 牡丹江 157041; 2.沈阳农业大学特种玉米研究所,沈阳 110866)

摘 要: 选用我国北方1950s～2000s这6个年代在生产中大面积推广应用的玉米品种为试材,在3个种植密度下比较分析品种更替过程中主要品质性状的演变特征。结果表明,我国北方单交种更替过程中,1970s～2000s品种淀粉含量在低、中、高密度下分别为0.88%、0.81%和0.77%的增长比率持续递增,1970s品种与其他年代间差异达极显著水平,脂肪、蛋白质、赖氨酸含量与淀粉含量均呈负相关关系。1970s～2000s品种更替过程中子粒脂肪、蛋白质和赖氨酸含量呈降低趋势;容重的变化整体较为平缓,年代间差异不大。我国北方地区玉米品种更替过程中蛋白质、脂肪、赖氨酸等品质指标则自1970s以来逐渐下降,说明品质没有得到正向改良。

关键词: 玉米;品种;品质;演变规律

中国分类号: S513.033 **文献标识码:** A

Quality Evolution in Process of Substitution of Northern Maize Cultivars

WANG Xiao-dong[1], FU Ying-jun[1], SUN Yin-hui[1], ZHANG Qing-na[1], WANG Xiao-mei[1],
HOU Guo-qiang[1], XU De-hai[1], SHI Zhen-sheng[2], LI Feng-hai[2]
(1. *Mudanjiang Branch, Heilongjiang Academy of Agriculture Science, Mudanjiang* 157041;
2. *Research Institute of Specialty Corn, Shenyang Agricultural University, Shenyang* 110866, China)

Abstract: Evolution characteristics of main quality traits were analyzed in the process of variety substitution under the three planting densities using 1950s-2000s eras maize varieties in north China. The results showed that, in the process of varieties replacement, starch content of 1970s-2000s varieties improved gradually and increased by 0.88%, 0.81% and 0.77% under the low, medium and high densities respectively and the differences between the 1970s varieties and the other eras reached significant level, content of fat, protein and lysine were negatively correlated with content of starch, which showed that content of grain fat, protein and lysine of 1970s-2000s varieties showed a decrease trend in the process of variety replacement. Change of bulk density was relatively flat in the overall. Quality indexes such as protein, fat and lysine declined gradually since the 1970s, which had been no positive quality improvement in the process of maize variety substitution in North China.

Key words: Maize; Cultivar; Quality; Evolution law

玉米是世界上第一大粮食作物,在农业生产中占有重要地位。在生产的玉米子粒大约60%～65%用作饲料,15%～20%用作口粮,8%～10%用作工业原料[1]。近年来,随着经济的快速发展和人们生活水平的不断提高以及膳食结构的改变,玉米的营养品质越来越受到人们的关注,致使我国玉米生产进入了一个既要提高单产还要改善品质的新阶段[2]。因此,如何在继续提高产量的同时,改善其子粒的营养品质、加工品质及子粒的其他性状,满足多样化、优质化的市场需求是玉米育种工作面临的新课题[3]。本研究对我国北方玉米品种更替过程中营养品质的演变规律进行分析,为北方玉米育种提供参考。

收稿日期: 2015-01-07
基金项目: 国家科技支撑计划项目(2006BAD02B12)、辽宁省农业攻关计划项目(2008201001)、黑龙江省农业科技创新工程项目(2010-01-09)
作者简介: 王晓东(1980-),男,内蒙古赤峰人,助理研究员,博士,从事玉米育种及栽培生理研究。Tel:13946360559
E-mail:tlxiaodong@126.com
史振声为本文通讯作者。
E-mail:shi.zhensheng@163.com

1 材料与方法

1.1 供试材料

试验材料选用我国北方1950s的4个农家种和1960s以来各个时期大面积推广的31个玉米杂交种(表1)。

表1 供试玉米品种

Table 1 Tested maize cultivars

年 代 Era	品 种 Variety
1950s	金皇后、小粒红、白马牙、英粒子
1960s	四双1号(双交种)、维尔156(双交种)、US13(双交种)、HD409(三交种)
1970s	新单1号、吉单101、群单105、郑单2号、中单2号
1980s	黄417、丹玉13、掖单4号、掖单2号、沈单7、铁单4、农大60
1990s	吉单159、吉单180、掖单13、掖单19、四单19、豫单18、农大3138、农大108、鲁单50、本玉9号
2000s	郑单958、沈单16号、鲁单981、登海9号、先玉335

1.2 试验设计

试验在辽宁省铁岭市昌图县金家镇进行,采用二因素裂区试验设计,密度为主因素,3个处理,分别为15 000(D1)、45 000(D2)、75 000(D3)株/hm^2;35个品种为副因素,3次重复。每小区2行,行距60 cm,行长4.0 m。每小区在靠近步道一边套袋自交2~6株,有双穗的植株自交两穗,收获时自交穗单独收获,风干后脱粒测定各项品质指标。

1.3 测定方法

子粒蛋白质、脂肪、淀粉含量采用近红外快速品质分析仪(Infratec 1241 Grain Analyzer)进行测定;赖氨酸含量采用茚三酮法测定[4];容重采用谷物电子容器(GHCS-1000)进行测定。

2 结果与分析

2.1 不同年代玉米品种品质的演变

2.1.1 营养品质的演变

由图1可知,随着年代的推进,玉米子粒淀粉含量整体呈增加趋势,但年代间存在一定的波动性。1950s~1970s,3个密度下子粒淀粉含量均呈先增加后降低的变化趋势,即1960s的双交种淀粉含量高于1950s农家种和1970s的单交种。自1970s以来,随着单交种的不断更新,子粒淀粉含量持续递增,D1、D2、D3密度下的递增比率分别为0.88%、0.81%和0.77%,且2000s与其他年代间差异达显著水平(表2)。1970s以来我国北方地区玉米品种淀粉含量显著提高,改良效果明显。

由图2可知,随着年代的推进,各年代品种脂肪含量无明显变化趋势,3个密度下均以1970s品种脂肪含量最高,D1、D2、D3密度下分别较其他年代高0.13~0.30、0.14~0.34、0.07~0.24个百分点;3个密度下均以2000s品种含量较低,且与1970s间差异达显著水平以上(表2)。结合图1、图2可见,随着年代的推进,脂肪含量与淀粉含量波动方向相反,呈负相关关系,相关系数为-0.45(表3),说明近年代品种脂肪含量明显降低。

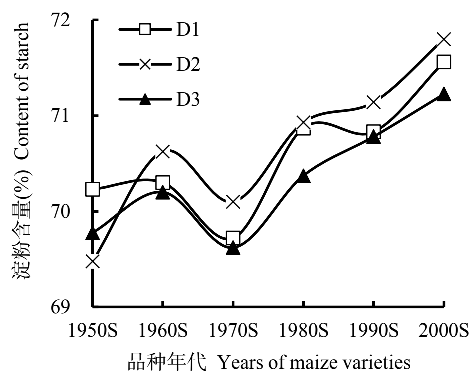

图1 不同年代品种淀粉含量的变化

Fig.1 Change of starch content of maize varieties in different years

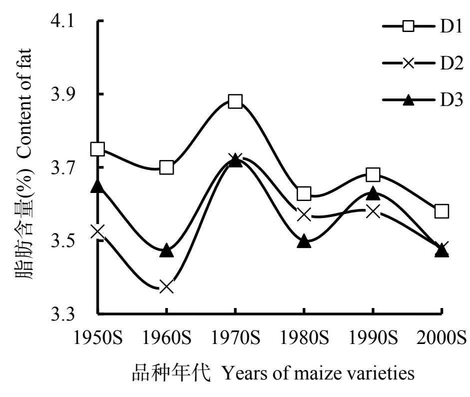

图2 不同年代品种脂肪含量的变化

Fig.2 Change of fat content of maize varieties in different years

表2 不同年代玉米品种各密度下主要营养成分差异分析

Table 2 Analysis of differences of main nutritious content of different years maize varieties under the different densities

密 度(株/hm²) Density	品种年代 Era	淀 粉(%) Starch	脂 肪(%) Fat	蛋白质(%) Protein	赖氨酸(%) Lysine	容重(g/L) Bulk density
15 000	1950s	70.38 CD cd	3.75 AB ab	9.95 A a	0.338 A a	737.3 CD c
	1960s	70.18 D d	3.70 AB abc	9.50 B b	0.285 C c	739.5 C c
	1970s	69.72 E e	3.88 A a	9.94 A a	0.335 A a	743.1 B b
	1980s	71.01 AB b	3.63 B bc	9.11 C c	0.287 BC c	739.8 BC c
	1990s	70.65 BC c	3.68 AB bc	9.06 C c	0.294 BC bc	734.6 D d
	2000s	71.56 A a	3.58 B c	8.46 D d	0.299 B b	752.6 A a
45 000	1950s	69.48 D e	3.53 ABCD b	9.78 B b	0.305 B b	708.3 D d
	1960s	70.63 B c	3.38 BD c	9.83 AB b	0.316 B b	740.5 A a
	1970s	70.10 C d	3.72 A a	10.18 A a	0.350 A a	728.6 B b
	1980s	70.93 B bc	3.57 ABC ab	9.63 B b	0.281 C c	724.0 C c
	1990s	71.14 AB b	3.58 AB ab	9.14 C c	0.288 C c	729.7 B b
	2000s	71.80 A a	3.48 ABCD bc	8.62 D d	0.314 B b	744.7 A a
75 000	1950s	69.78 CD d	3.65 A ab	10.28 B b	0.323 AB ab	737.1 BC bc
	1960s	70.20 BC c	3.48 A b	10.35 B b	0.314 AB bc	739.2 AB ab
	1970s	69.62 D d	3.72 A a	10.84 A a	0.337 A a	740.5 AB ab
	1980s	70.37 BC bc	3.50 A b	10.33 B b	0.304 B c	734.8 C c
	1990s	70.78 AB ab	3.63 A ab	9.71 C c	0.285 C d	741.8 A a
	2000s	71.23 A a	3.48 A b	9.08 D d	0.314 B bc	741.9 A a

注:相同密度下同列数据后不同小写字母表示差异达显著水平(P<0.05);不同大写字母表示差异达极显著水平(P<0.01)。

Note: Different small letters after the numbers in the same column indicated significant differences at the level of 0.05, and different capital letters indicated significant differences at the level of 0.01.

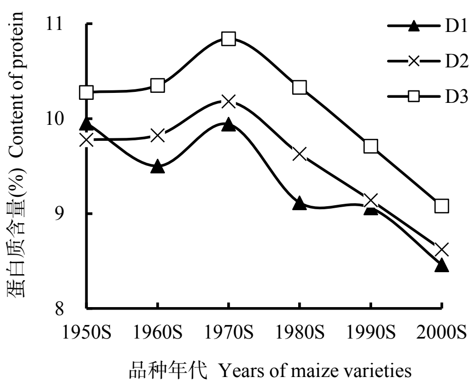

图3 不同年代品种蛋白质含量的变化

Fig.3 Change of protein content of maize varieties in different years

图3表明,随着年代的推进,子粒蛋白质含量呈先增加后降低趋势,1970s品种蛋白质含量显著高于其他年代(表2),且与淀粉含量呈极显著负相关关系,相关系数为-0.83(表3),说明单交种的育成使玉米品质有所改善。随着品种的更新,1970s~2000s蛋白质含量在3个种植密度下分别以5.0%、5.1%和5.4%的比率递减,说明此阶段我国北方玉米育种没有注重品质,注重的是提高产量。

玉米子粒中赖氨酸含量的高低是评价玉米营养品质的重要指标。由图4可知,1970s品种赖氨酸含量较高,说明单交种的育成使赖氨酸含量较农家种和双交种均有所提高。但随着单交种的更新,赖氨酸含量有所降低,尤其是1980s品种赖氨酸含量极显著低于1970s品种(表2)。

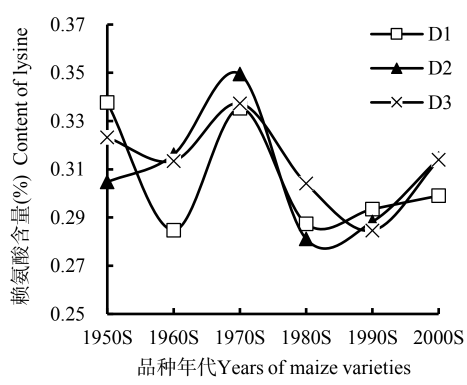

图4 不同年代品种赖氨酸含量的变化

Fig.4 Change of lysine content of maize varieties in different years

2.1.2 子粒容重的演变

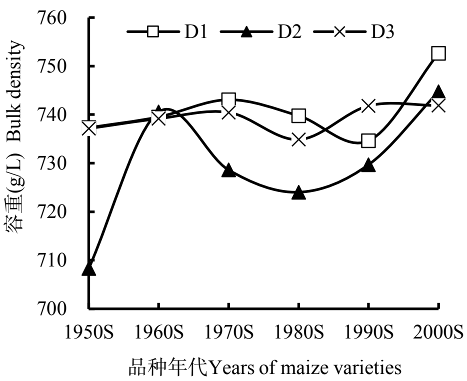

图5 不同年代品种容重的变化

Fig.5 Change of bulk density of maize varieties in different years

容重作为一项重要的商品品质指标,作为玉米贸易中影响玉米等级质量的因素,能更好地评价品种的品质[5,6]。图5表明,随着年代的推进,容重呈升-降-升的变化趋势,但容重对密度的响应程度存在差异。D1密度下,以1970Ss和2000s品种子粒容重处于较高水平,与其他年代间差异达显著水平;D2密度下年代间起伏程度较大,1950s农家种容重极显著低于其他年代,随着年代的推进,1970s和1980s较1960s分别降低1.6%和2.2%,且达极显著水平,2000s品种子粒容重显著高于其他年代;D3密度下,1950s和1980s品种子粒容重极显著低于其他年代品种(表2)。

我国北方玉米品种更替过程中子粒容重具有一定的波动性,1980s品种子粒容重较低,这与当时的育种目标有关,由于当时市场供求关系和粮食管理体制的原因,没能刺激对品质的选育。此外,含水量高的品种效益相对较高。2000s品种容重在3个密度下均不同程度地高于其他年代,说明我国玉米子粒容重正在向良好的方向发展。

2.2 各品质指标间的关系

由表3可知,淀粉含量与蛋白质含量呈极显著负相关关系,相关系数达-0.83;与脂肪含量和赖氨酸含量呈负相关关系,相关系数分别为-0.45和-0.46,说明淀粉与蛋白质、脂肪及赖氨酸是相互制约的品质性状,在育种实践中要根据目标进行针对性选择。容重与淀粉、脂肪及赖氨酸含量呈正相关关系,是相辅相成的品质指标,而与蛋白质含量呈负相关关系(R=-0.26)。

表3 不同年代玉米品种子粒主要营养成分的相关分析

Table 3 Correlation analysis of grain nutrition content and yield of different year maize varieties

性 状 Characteristic	蛋白质含量 Content of protein	脂肪含量 Content of fat	淀粉含量 Content of starch	赖氨酸含量 Content of lysine	容 重 Bulk density
蛋白质含量	1				
脂肪含量	0.23	1			
淀粉含量	-0.83**	-0.45	1		
赖氨酸含量	0.52*	0.33	-0.46	1	
容 重	-0.26	0.07	0.43	0.09	1

注:*、**分别表示0.05、0.01水平下差异显著。

Note: *, ** indicated significant difference at 0.05 level and 0.01 level, respectively.

3 结论与讨论

综合我国北方地区1950s~2000s玉米品种品质结果可以看出,随着年代的推进,3个密度下玉米淀粉含量整体呈增加趋势,年代间差异达显著水平,与霍志军等、郑宏为等、付俊等[7,8]研究结论一致。本研究还表明,蛋白质、脂肪含量自1970s以来呈下降趋势,与张泽民等[9]研究结果一致。不同年代品种赖氨酸含量维持在一个较低范围内波动,与付俊等研究结果一致。子粒容重随年代推进改良效果不明显,维持在较低水平,但2000s品种略有上升趋势。

进一步对不同年代玉米品种各品质性状的相关分析表明,蛋白质和淀粉含量之间呈极显著负相关,说明蛋白质和淀粉作为光合作用的共同产物,一类物质的增加将导致另一类物质的减少,因此,在实践中要根据不同的育种目标和用途分别进行选择。本研究还发现,各年代玉米品种蛋白质和脂肪含量间以及淀粉和脂肪含量间的相关性较小,说明同步提高蛋白质和脂肪含量、同步提高淀粉和脂肪含量是可以实现的。

参考文献:

[1] 郑宏为,李 玉,曲 嘉,等. 1997~2006年吉林省普通玉米品种品质现状与分析[J]. 农业科技通讯,2009(8):121-124.

Zheng H W, Li Y, Qu J, et al. Analysis and present situation of qualities of common maize varieties from 1997 to 2006 of Jilin province [J]. Agricultural Science and Technology Communication, 2009(8): 121-124. (in Chinese)

[2] 石德权,郭庆法,等. 我国玉米品质现状、问题及发展优质食用玉米对策[J]. 玉米科学, 2001,9(2):3-7.

Shi D Q, Guo Q F, et al. The situation of maize quality and development priority of high quality food maize in China[J]. Journal of Maize Sciences, 2001, 9(2): 3-7. (in Chinese)

[3] 戴景瑞. 我国玉米生产发展的前景及对策[J]. 作物杂志,1998(5):6-11.

Dai J R. Countermeasures and prospect of development of maize production in china[J]. Crops, 1998(5): 6-11. (in Chinese)

[4] 严国光,王福钧. 农业仪器分析法[M]. 北京:农业出版社,1982.

[5] Rumbaugh M D. Test weight indicates corn grain quality[J]. Crops and soils, 1958, 11: 31.

[6] Rumbaugh M D. Test weight and maturity of corn[J]. Agron. J., 1959, 51: 307.

[7] 霍志军,王振华,潘晓琳,等. 黑龙江省玉米品种品质现状分析[J]. 玉米科学,2006,14(6):159-161,166.

Huo Z J, Wang Z H, Pan X L, et al. The situation analysis of quality of the normal corn varieties in Heilongjiang province[J]. Journal of Maize Sciences, 2006, 14(6): 159-161, 166. (in Chinese)

[8] 付 俊,王德新,刁云娇,等. 辽宁省玉米品种品质现状分析[J]. 种子世界, 2008(10):25-27.

Fu J, Wang D X, Diao Y J, et al. Status analysis of maize variety quality of Liaoning province[J]. Seed World, 2008(10): 25-27. (in Chinese)

[9] 张泽民,于正坦,苗亚琦. 不同年代玉米杂交种子粒营养成分分析[J]. 作物杂志,1997(4):32-33.

Zhang Z M, Yu Z T, Miao Y Q. Analysis of grain nutritional ingredient of different eras maize hybrids[J]. Crops, 1997(4): 32-33. (in Chinese)

(责任编辑:朴红梅)

(上接第9页)

参考文献:

[1] 薛 林,张 丹,徐 亮,等. 玉米抗粗缩病自交系种质的发掘和遗传多样性及其在育种中的应用[J]. 作物学报,2011,37(12):2123-2129.

Xue L, Zhang D, Xu L, et al. Mining and analyzing genetic diversity for maize rough dwarf disease resistant gerplasms and its application in maize breeding[J]. Acta Agronomica Sinica, 2011, 37(12): 2123-2129. (in Chinese)

[2] 陈国清,胡加如,陆虎华,等. 高产优质玉米新品种"苏玉 30"的选育研究[J]. 上海农业学报,2013,28(4):30-32.

Chen G Q, Hu J R, Lu H H, et, al. Breeding of a high-yield and good-quality feeding corn 'Suyu 30'[J]. Acta Agriculture Shanghai, 2013, 28(4): 30-32. (in Chinese)

[3] 崔 超,高聚林,于晓芳,等. 18个玉米自交系氮效率相关性状的配合力分析[J]. 作物学报,2014,40(5):838-849.

Cui C, Gao J L, Yu X F, et al. Combining ability of traits related to nitrogen efficiency in eighteen maize inbred lines[J]. Acta Agronomica Sinica, 2014, 40(5): 838-849. (in Chinese)

[4] Troyer A F, Rosenbrook R W. Utility of higher plant densities for corn performance testing[J]. Crop science, 1983, 23(5): 863-867.

[5] Yan W, Wallace D H. Breeding for negatively associated traits[J]. Plant Breeding Reviews, 1995, 13: 141-178.

[6] 梁雨娟,刘振库,李继竹,等. 不同密度条件下玉米杂种优势及配合力研究[J]. 玉米科学,2012,20(6):25-29.

Liang Y J, Liu Z K, Li J Z, et al. Heterosis and combining ability of maize under different densities[J]. Journal of Maize Sciences, 2012, 20(6): 25-29. (in Chinese)

[7] 王安贵,陈泽辉,祝云芳,等. 密度对10个玉米自交系配合力的影响[J]. 西南农业学报,2013,26(6):2199-2203.

Wang A G, Chen Z H, Zhu Y F, et al. Effect of planting density on combining ability in 10 maize inbred lines[J]. Southwest China Journal of Agriculture Sciences, 2013, 26(6): 2199-2203. (in Chinese)

[8] 高瑞景,李泾孝,张仁和,等. 两种密度系谱法选择玉米自交系的一般配合力分析[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版,2008,36(6):56-60.

Gao R J, Li J X, Zhang R H, et al. Selection of maize inbred lines with pedigree under two densities-based on the general combination ability analysis[J]. Journal of Northwest A&F University(Nat. Sci. Ed.), 2008, 36(6): 56-60. (in Chinese)

[9] 杨 巍,李 玲,姜 龙,等. 不同密度下玉米DH系单株产量的杂种优势及配合力分析[J]. 吉林农业大学学报,2014(1):23-29.

Yang W, Li L, Jiang L, et al. Analysis of heterosis and combining ability of per plant yield of maize DH lines in different densities[J]. Journal of Jilin Agriculture University, 2014(1): 23-29. (in Chinese)

(责任编辑:李万良)