

文章编号: 1005-0906(2007)04-0096-04

储存玉米生理指标的研究

周显青, 张玉荣, 张 勇

(河南工业大学粮油食品学院, 郑州 450052)

摘 要: 对同一区域不同储存年限玉米样品的生活力、发芽率、呼吸强度 3 个生理指标及脂肪酸值进行了测定, 并使用 SPSS 统计软件对数据作了差异显著性分析、相关性分析。结果表明: 储存 0~3 年的玉米发芽率、呼吸强度、脂肪酸值各自间都呈显著性差异, 除储存 2、3 年玉米的生活力无显著差异外, 其它储存年限的生活力间呈显著性差异。储存时间和生活力、发芽率、呼吸强度、脂肪酸值分别呈极显著相关性; 发芽率分别与生活力、呼吸强度、脂肪酸值呈极显著相关性; 生活力、呼吸强度、脂肪酸值两两间呈显著相关性。

关键词: 玉米; 生理指标; 储存品质

中图分类号: S513.01

文献标识码: A

Studies on the Physiological Indexes of Stored-maize

ZHOU Xian-qing, ZHANG Yu-rong, ZHANG Yong

(School of Food Science and Technology, Henan University of Technology, Zhengzhou 450052, China)

Abstract: The three physiological indexes—viability, germination rate, respiratory intensity and the fatty acid value of the maize stored for different years in the same zone were measured. Data were analyzed with significant difference, correlation by SPSS. The results showed that the germination rate, respiratory intensity, fatty acid value of maize stored for 0–3 years has significant difference respectively, vigor of maize stored for 2 years has not significant difference with it stored for 3 years, while that stored for other times has significant difference with each other. Storing time has greatly significant correlation with viability, germination rate, respiratory intensity, fatty acid value respectively; germination rate has greatly significant correlation with viability, respiratory intensity, fatty acid value respectively, each other of the viability, respiratory intensity, and fatty acid value has significant correlation.

Key words: Maize; Physiological index; Storage quality

近年来,随着农业科技的进步,玉米产量逐年增加,国家收储玉米的总量也随之增加。玉米在储存期间会发生陈化劣变,玉米劣变后其种用、食用和加工品质都会降低。所以,如何对玉米进行安全储存以及如何对其储存品质进行准确快速的判定有重要意义。

前人对玉米储存品质中生理指标已做了大量研究^[1~7]。吴存荣等对生活力、发芽率等指标进行了研究,生活力和发芽率随储藏时间而降低,生活力可以较好说明玉米品质的变化;何学超等用人工陈化的

方法对玉米的发芽率进一步研究,得出发芽率与储藏时间呈负相关,相关系数达 $-0.980\ 9$,但其对评判玉米新陈的量化还没有界定;戴晓武研究了水分对玉米呼吸强度的影响,在低温和低水分时,呼吸强度基本稳定,在玉米水分高于 14% 时,呼吸强度明显增强,出现了一个明显的转折点,但对于玉米呼吸强度与储存时间关系的研究还未见报道;王州飞研究了玉米种子储藏期间的生理变化,指出随着种子贮藏时间的延长,其发芽率、活力指数呈下降趋势,但其变化幅度受品种、储藏温度、水分条件的影响;胡伟民、吕金海等研究了超干储存对玉米品质的影响,超干储藏有利于种子活力的保持,玉米种子在室温条件下储藏 7 年后生活力才明显下降,得出了超干处理有利于玉米长期储藏的结论。

玉米作为一个生命体,在储存时发生劣变的直接表现就是其生理生化特性的变化^[8~11],但最外在和

收稿日期: 2006-02-20; 修回日期: 2007-04-01

作者简介: 周显青(1964-),男,江西吉水人,副教授,硕士生导师,在读博士,主要从事谷物科学及产后加工与利用研究。

Tel: 0371-67789270 E-mail: xianqingzh@163.com

最明显的变化就是生活力、发芽率、呼吸强度的降低,这方面作为玉米储存品质评判指标的研究还不系统深入,尤其对呼吸强度的研究报道较少。本文通过对储存 0~3 年的生理指标的研究,探讨玉米生理特性变化规律及其与脂肪酸值的内在关系。

1 材料与方法

1.1 实验材料

重庆上桥国家粮食储备库提供的 36 个储存 0~3 年的黄玉米样品,其中储存 0 年、1 年的各 8 个样品,储存 2 年、3 年的各 10 个样品。

1.2 试剂和仪器

红四氮唑、氯化汞、乙醇、氢氧化钾,微量呼吸减压仪、培养箱、水浴锅、振荡器、培养皿、电子天平、秒表。

1.3 指标及测定方法

1.3.1 生活力测定

玉米样品在蒸馏水中浸泡 2 h,取出 20 粒,用刀片沿其胚部中部纵向切开,放入试管中,加 0.5%红四氮唑到试管内,使玉米全部浸到液面下,在 45℃水浴锅中反应 10 min(反应时试管避光),观察胚部显色情况,做双实验^[2]。

1.3.2 发芽率测定

参照 GB5520-85 方法。

1.3.3 呼吸强度测定

采用微量呼吸减压仪法。

样品处理:称取完好玉米子粒约 3 g,作为玉米发芽率的实验,并使玉米萌动 10 h。

操作参数:反应瓶温度 25℃,20% KOH 用量为 0.5 mL,反应瓶底部蒸馏水用量为 1 mL,反应时间为 1 h。

仪器操作方法与结果计算参照[12]。

1.3.4 脂肪酸值测定

采用 GB/T20570-2006 方法。

1.4 数据处理

采用 SPSS 10.0 进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 储存玉米 4 个指标的差异显著性分析

对 36 个储存 0~3 年的玉米样品,测定了其生活力、发芽率、呼吸强度 3 个生理指标。脂肪酸值是目前评价玉米储存品质的重要指标,本研究把它和生理指标一起作对比性研究。用 SPSS 进行描述统计分析和显著性差异分析。表 1 列出了 4 个指标在同一储存年限的最大值、最小值、平均值、标准偏差和显著性差异。

表 1 玉米不同储存年限的生理指标测定结果及数据分析

Table 1 Results and data basic analysis on physiological index of maize in different storage periods

指 标	储存时间(a)	最大值	最小值	平均值±标准差	指 标	储存时间(a)	最大值	最小值	平均值±标准差
Index	Storage time	Max.	Min.	Mean ± SD	Index	Storage time	Max.	Min.	Mean ± SD
生活力(%)	0	100.0	92.5	97.5 ± 3.3 a	呼吸强度	0	66.9	40.9	45.9 ± 4.0 a
	1	90.0	22.5	51.9 ± 25.5 b	[mm/(g·h)]	1	49.9	30.7	36.4 ± 6.8 b
	2	32.5	2.5	15.5 ± 8.8 c		2	41.1	20.3	29.7 ± 6.1 c
	3	15.0	0.0	6.5 ± 4.1 c		3	27.4	15.0	19.5 ± 4.5 d
发芽率(%)	0	94.0	64.5	86.8 ± 9.9 a	脂肪酸值	0	51.7	34.1	44.1 ± 5.3 d
	1	67.5	36.0	54.1 ± 10.6 b	(KOH mg/100 干基)	1	61.1	43.7	52.9 ± 6.8 c
	2	28.5	16.0	23.0 ± 3.8 c		2	82.8	51.0	62.8 ± 9.8 b
	3	7.5	0.0	2.4 ± 2.6 d		3	97.0	69.5	83.3 ± 9.1 a

注:字母相同表示差异不显著(P<0.05)。
Notes: The same letters indicate no significant difference.

表 1 可以看出,生活力、发芽率、呼吸强度的最大值、最小值、均值都随储存时间呈降低趋势,脂肪酸值的最大值、最小值、均值随储存时间呈增加趋势。可见,它们的变化趋势都能反映玉米的储存时间。从差异显著性分析可知,玉米的发芽率、呼吸强度、脂肪酸值在不同储存年限的数值各自间存在显著性差异;储存 2 年和储存 3 年的生活力无显著性差异,但其余各年限的数值间存在显著性差异。从数

据上看,储存 2 年和 3 年的生活力都已降到很低,所以差异不显著,因此发芽率、呼吸强度、脂肪酸值可以显著反映玉米储存时间,生活力可以反映劣变初期和劣变程度不重时的储存时间。从标准偏差数据上看,储存 1 年的生活力标准偏差较大,高达 25.5,说明储存 1 年的 8 个样品间生活力差异很大,也说明了 8 个样品生活力有较大差异。发芽率、呼吸强度的标准偏差也是储存 1 年的最大,这与生活力的结

论一致，但标准偏差的幅度无生活力显著。储存 2 年和 3 年的脂肪酸的标准偏差较大，这与生活力、发芽率、呼吸强度有明显差别。可见,生活力、发芽率、呼吸强度和脂肪酸值相比,在描述玉米储存时间和劣变程度还是有不同程度差别的。但它们都能在一定程度上反映玉米的储存时间和劣变程度。

表 2 各指标与储存时间及指标间相关性分析
Table 2 Correlation among storing time and indexes

指 标 Index	储存时间 Storage time	生活力 Seed viability	发芽率 Germination rate	呼吸强度 Respiration intensity	脂肪酸值 Fatty acid value
储存时间	1.000				
生 活 力	-0.908**	1.000			
发 芽 率	-0.973**	0.913**	1.000		
呼吸强度	-0.863**	0.772*	0.817**	1.000	
脂肪酸值	0.861**	-0.732*	-0.808**	-0.758*	1.000

注:** 为 P<0.01 显著水平,* 为 P<0.05 显著水平。
Notes: ** indicate the significance level ant P < 0.01, * indicate the significance level ant P < 0.05.

从表 2 看出,储存时间分别和生活力、发芽率、呼吸强度呈极显著负相关，与脂肪酸值呈极显著正相关。储存时间与发芽率的相关系数最高,达 -0.973;脂肪酸值与储存时间的相关系数最低,达 0.861。脂肪酸值是GB/T20570- 2006中一项评判玉米储存品质的重要指标,3 个生理指标和脂肪酸值与储存时间的相关性有同样显著水平。3 个生理指标同样能反映玉米储存品质。从表 2 的指标间相关性分析可以看出，生活力与发芽率呈极显著正相关，与呼吸强调、脂肪酸值分别呈显著正相关和显著负相关;发芽率分别与呼吸强度和脂肪酸值呈极显著正相关和极显著负相关;呼吸强度与脂肪酸值呈显著负相关。4 个指标间高度的相关性表明了它们间有很强的规律性。

3 结论与讨论

玉米子粒作为有机生命体，当储存时间超过一定限度,其活力会逐渐减弱以至完全丧失。其最外在和最明显的表现就是生活力、发芽率、呼吸强度的降低或丧失^[13,14]。通过对 36 个储存 0~3 年的玉米样品的研究,证实了玉米的生活力、发芽率、呼吸强度 3 个生理指标与储存时间呈很好的规律性，并且与脂肪酸值呈很好的规律性，说明 3 个生理指标是玉米储存劣变的显著指标。呼吸强度变化的报道还不多见,这是由于呼吸强度受影响的因素很多,子粒含水量、储存温度、环境二氧化碳浓度等都会影响其呼吸强度,但这些都是外部因素,玉米本身活力大小是影

2.2 储存玉米 4 个指标的相关性分析

以 38 个储存 0~3 年玉米的储存时间和生活力、发芽率、呼吸强度、脂肪酸值 4 个指标的测定结果为分析对象,用 SPSS 软件进行线性相关性分析，并列出了显著性水平(表 2)。

响其呼吸强度的内在因素,也是决定因素。外界条件固定时，呼吸强度大小可以反映玉米活力大小和劣变程度。目前我国北方地区的玉米基本都采用机械烘干处理的办法降水，由于机械烘干时温度相对较高,使玉米的发芽力等生理指标大大降低。但发芽率是玉米储存品质的非常显著指标，尤其在粮库和非烘干玉米中仍然作为重要评判指标。生活力可以用红四氮唑染色法快速测定，呼吸强度可以用微量呼吸仪快速准确测定，所以它们应该作为玉米储存品质重要指标。

脂肪酸值与玉米的生理有很密切联系。玉米的生理特征是直接反映其活力和利用品质的指标,脂肪酸值是能较准确反映玉米劣变程度和储存品质的指标。前人对种子陈化和活力丧失提出了很多假说^[15~17],其中有毒物质累积假说能很好地解释生理和脂肪酸值的关系。该假说指出：种子在储藏过程中，胚部细胞受代谢作用所累积的中间产物的毒害作用,有毒物质(如丙二醛和氢过氧化物)累积越多，损害越严重,最终导致活力的完全丧失,外在表现为生活力、发芽率和呼吸强度的降低。玉米胚部很大，呼吸作用较强,生理代谢严重,受有毒物质累积损害很大。而有毒物质主要是由脂肪氧化和过氧化产生的^[18],脂肪的氧化酸败将导致脂肪酸值增高,可见，玉米脂肪酸值的升高与生理指标的降低之间存在内在的联系。

参考文献:

- [1] 吴存荣,张玉荣,刘 婷,等. 玉米储藏过程中品质指标变化研究[J]. 郑州工程学院学报,2004(6):50-52.
- [2] 张玉荣. 不同储藏温度下玉米品质变化研究[J]. 粮食储藏,2003,32(3):7-9.
- [3] 何学超,肖学彬,杨 军,等. 玉米储存品质控制指标的研究[J]. 粮食储藏,2004,33(3):46-50.
- [4] 戴晓武. 玉米子粒含水量对储藏品质的影响[D]. 东北农业大学硕士论文,2002.
- [5] 王州飞. sh_2 甜玉米 F_1 种子活力形成、贮藏期间劣变及 F_2 子粒品质研究[D]. 浙江大学硕士论文,2004.
- [6] 胡伟民,段宪明,阮松林. 超干水分长期储藏对玉米种子生活力和活力的影响[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版),2002,28(1):37-41.
- [7] 吕金海. 超干贮藏对玉米种子活力的影响[J]. 中国农学通报,2004,20(1):60-62.
- [8] 张艳红,文才艺. 玉米种子成熟过程中细胞膜脂过氧化及体内抗氧化酶活力变化的研究[J]. 襄樊学院学报,2000(9):43-46.
- [9] 张 旭,赵 明,李连禄,等. 温度对玉米生理生化特性的影响[J]. 玉米科学,2002,10(2):60-62.
- [10] McDonough C D, Floyd C D. Effect of accelerated aging on maize, sorghum and sorghum meal[J]. Journal of Cereal Science, 2004(39):351-361.
- [11] Zia-Ur-Rehman, Farzana abib. Nutritional changes in maize (*Zea mays*) during storage at three temperatures[J]. Food Chemistry. 2002(77): 197-201.
- [12] 郑州工程学院粮油储藏教研室. 粮油储藏学实验指导[M]. 郑州:郑州工程学院,2000:13-18.
- [13] Abba E J, Lovato A. Effect of seed storage temperature and relative humidity on maize(*Zea mays* L.) seed viability and vigour[J]. Seed Science and Technology, 1999, 27(1): 101-114.
- [14] Ahmad B. Influence of environmental factors and husk protection on the quality of corn(*Zea mays* L.) seeds[J]. Dissertation Abstracts International B Sciences and Engineering, 1989, 50(4): 1159-1160.
- [15] McDonald M B. Seed deterioration: physiology, repair and assessment [J]. Seed Science and Technology, 1999, 27: 177-237.
- [16] Roberts E H, Black M. Seed quality[J]. Seed Science and Technology, 1989, 17: 175-185.
- [17] Copeland, McDonald. Seed longevity and deterioration. Print. of Seed Sci. and Tech[J]. Burgess Publishing Company, Minneapolis, Minnesota, 1985: 145-169.
- [18] Sung J M, Jeng T L. Lipid peroxidation and peroxide-scavenging enzymes associated with accelerated aging of peanut seed[J]. Physiologia Plantarum, 1994, 91: 51-55.

(责任编辑:李万良)