

文章编号: 1005-0906(2007)03-0080-04

储存玉米膜脂过氧化指标的研究

周显青, 张 勇, 张玉荣

(河南工业大学粮油食品学院, 河南 郑州 450052)

摘 要: 对同一区域不同储存年限的玉米样品脂肪酸值和过氧化氢酶活力(CAT)、过氧化物酶活力(POD)、电导率、水溶性酸值 4 个膜脂过氧化指标进行了测定,并用 SPSS 对所测定指标做敏感因子分析。结果表明:电导率、过氧化物酶活力可以作为玉米储存品质指标。以 GB/T20570-2006 中规定的脂肪酸值为依据,推知当电导率小于 $15 \mu\text{S}/(\text{g}\cdot\text{cm})$ 时,玉米宜存;当电导率介于 $15 \sim 18.5 \mu\text{S}/(\text{g}\cdot\text{cm})$ 之间时,玉米轻度不宜存;当电导率大于 $18.5 \mu\text{S}/(\text{g}\cdot\text{cm})$ 时,玉米不宜存。当过氧化物酶活力大于 400 U 时,玉米宜存;当过氧化物酶活力介于 $250 \sim 400 \text{ U}$ 之间时,玉米轻度不宜存;当过氧化物酶活力低于 250 U,玉米不宜存。

关键词: 玉米;脂肪酸值;电导率;过氧化物酶(POD)

中图分类号: S513

文献标识码: A

Studies on Membrane Lipid Peroxidatic Indexes of Stored-maize

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

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

Abstract: The 4 membrane lipid peroxidatic indexes—catalase (CAT), peroxidase (POD), electrical conductivity, water-solubility acid value and the fatty acid value of the maize stored for different years in the same zone were measured. The indexes were analyzed for choosing sensitive factors by SPSS. The results showed that the electrical conductivity and POD could be used as maize storing quality indexes. Taking it as basis, the fatty acid value in the GB/T20570-2006, when the electrical conductivity was less than $15 \mu\text{S}/(\text{g}\cdot\text{cm})$, maize was suitable for storing, when it was between 15 and $18.5 \mu\text{S}/(\text{g}\cdot\text{cm})$, maize was not suitable for storing, and when it was greater than $18.5 \mu\text{S}/(\text{g}\cdot\text{cm})$, maize was aging. When POD vigor was greater than 400 unit, maize was suitable for storing, when it was between 250 and 400 unit, maize was not suitable for storing when it was lower than 250 unit, maize was aging.

Key words: Maize; Fatty acid value; Electrical conductivity; Peroxidase(POD)

玉米子粒在储存过程中,同外界条件构成密不可分的统一体。随着储存时间的延长,其内源酶活性减弱,呼吸强度降低,原生质胶体结构松弛,生物化学和物理化学性质改变,生活力减弱,储存品质劣变。由于玉米胚部大,脂肪含量高,在相同条件下,较之其它粮食具有较强的生命活力和较高的呼吸强度,易氧化酸败。因此,玉米比其它谷物的储存稳定性差。

玉米储存品质,前人做了大量的研究。戴晓武就玉米子粒含水量对储存品质进行了系统的研究,

表明了水分对其储存品质影响很大;胡伟民、吕金海等研究了超干储存对玉米品质的影响,得出了超干有利于玉米储存的结论;何学超、张玉荣等对玉米的脂肪酸值、品尝评分值、色泽、气味、粗淀粉、盐溶性物质浊度、降落值、粘度、生活力、发芽率等指标进行了研究,指出脂肪酸值、品尝评分值、色泽、气味能较好反映玉米储存品质。目前,对玉米储存品质判定指标的研究仅局限于营养、感官等指标的变化。本文通过对细胞膜脂过氧化指标的研究,探明其在储存期间的变化规律,寻找能反映玉米储存品质变化的新指标,为粮食仓储企业及时掌握玉米储存品质变化,确保适时推陈储新,客观界定陈化玉米提供科学的依据。

1 材料与方法

收稿日期: 2007-01-19; 修回日期: 2007-03-19

作者简介: 周显青(1964-),男,江西吉水县人,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

1.1 材料

重庆上桥国家粮食储备库提供的 38 个储存 0~3 年的黄玉米样品,其中储存新粮、1 年的各 9 个样品,储存 2 年、3 年的各 10 个样品。

1.2 试剂和仪器

愈创木酚、过氧化氢、乙醇、氢氧化钾、磷酸二氢钠、磷酸氢二钠;电子天平、粉碎机、振荡器、干燥箱、电导仪、722 分光光度计。

1.3 研究指标及测定方法

1.3.1 脂肪酸值测定

采用 GB/T20570-2006 方法。

1.3.2 过氧化氢酶活力测定

采用 GB/T5522-85 法,试样量改为 0.5 ± 0.01 g,浸提酶磷酸盐缓冲液 pH 7.0,酶液与过氧化氢反应时间确定为 10 min,其余条件参照国标。

1.3.3 过氧化物酶活力测定

酶液提取:称取 1 ± 0.01 g 玉米粉试样,放入研钵中,先倒入研钵 2 mL pH 6.0 的磷酸盐缓冲液,研磨成匀浆,将匀浆液全部转入离心管中,用少量缓冲液清洗研钵,清洗液一并倒入离心管中,以 4 000 r/min 离心 10 min,上清液转入 50 mL 的容量瓶中,沉淀每次用 10 mL 磷酸缓冲液清洗,再离心 2 次,上清液并入容量瓶中,定容至刻度,低温保存,及时测定其活力。

酶活测定:酶活性测定的反应体系包括:0.5 mL 0.05 mol/L pH 6.0 的磷酸盐缓冲液,1.0 mL 质量分数 2%的过氧化氢,1.0 mL 0.05 mol/L 愈创木酚溶液和 0.5 mL 酶液,反应温度为室温 25℃。先把磷酸盐缓冲液、愈创木酚溶液和过氧化氢加入到反应试管中,再加入 0.5 mL 酶液,立刻计时,混合均匀立刻倒入比色皿中,测定吸光度值变化,每 0.5 min 记录一次吸光度值,共记录 2 min。以每分钟内 A_{470} 变化 0.01

为一个过氧化物酶活力单位 U。

酶活力(U)=($\Delta A_{470} \cdot V_T$)/(0.01W· $V_S \cdot t$)

式中: ΔA_{470} —反应时间内吸光度值的变化,W—玉米粉重(g);t—反应时间(min); V_T —提取酶液总体积(mL); V_S —测定时取用酶液体积(mL)

1.3.4 电导率测定

将玉米子粒经过分样筛选,从中选出完好无损,无畸形的子粒,取出 60 粒,分成 3 组,每组 20 粒,分别称重,样品用蒸馏水清洗 3 遍,并用滤纸把子粒上的蒸馏水吸干,放在 100 mL 干净具塞的三角瓶中,加入 50 mL 蒸馏水,放在 30℃的培养箱中 10 h,用 DDS-11A 型电导仪测定电导率,同时测蒸馏水电导率,减去空白值。

1.3.5 水溶性酸值测定

采用 GB5517-85 方法。

1.4 指标筛选方法

采用统计分析软件 SPSS 10.0 中多元线性逐步回归分析法。

2 结果与讨论

2.1 敏感指标的筛选与分析

对 38 个储存 3 年内的玉米,其脂肪酸值、过氧化氢酶活力、过氧化物酶活力、电导率、水溶性酸值五项指标的最大值、最小值、算术平均值、标准偏差(表 1)可以看出,脂肪酸值的最大值、最小值、均值都随储存时间增加,数值间标准偏差值较小;过氧化氢酶活力和过氧化物酶活力的 3 个值都随储存时间基本呈下降趋势,储存 1 年内的活力相当,储存 2~3 年的活力相当,但比储存 0~1 年的有大幅度降低,数值间相对偏差较大;电导率的 3 个值随储存时间呈增加趋势,数值间相对偏差较小;水溶性酸值与储存时间无明显变化规律。

表 1 测定结果及数据分析表
Table 1 Results and data basic analysis

储存时间 (年) Storing time	脂肪酸值				过氧化氢酶活力				过氧化物酶活力				电导率				水溶性酸值(mL/10g)			
	(mg KOH/100 g 干基)				(mg/g)				(U)				[μ S/(g.cm)]				Water-solubility			
	Fatty acid value				CAT activity				POD activity				Electrical conductivity				acid value			
	Max.	Min.	Avg.	S.D	Max.	Min.	Avg.	S.D	Max.	Min.	Avg.	S.D	Max.	Min.	Avg.	S.D	Max.	Min.	Avg.	S.D
0	51.7	34.1	44.1	5.25	160.9	78.0	121.3	27.08	936	310	530	181.53	17.9	10.2	13.7	2.45	3.84	2.59	3.08	0.37
1	61.1	43.7	52.9	6.84	237.2	46.0	138.6	75.39	1093	387	535	218.31	16.8	11.6	13.4	1.72	3.93	2.30	2.84	0.61
2	82.8	51.0	62.8	9.83	116.9	23.8	68.1	27.57	391	256	300	45.92	19.6	13.8	16.2	2.27	3.74	3.07	3.29	0.19
3	97.0	69.5	83.3	9.12	138.3	12.1	76.2	38.37	379	152	234	62.09	24.1	16.4	20.2	2.39	4.56	2.97	3.44	0.53

注:Max.为最大值,Min. 为最小值,Avg. 为算术平均值,S.D 为标准偏差。
Note: Max means maximum, Min means minimum, Avg means average, SD means standard deviation.

采用统计分析软件 SPSS 中多元线性逐步回归分析法,以储存时间(Y)为因变量,脂肪酸值(X_1)、过氧化氢酶活力(X_2)、过氧化物酶活力(X_3)、电导率(X_4)、水溶性酸值(X_5)为自变量对五个指标进行筛选。

$$Y = -2.492 + 0.048 3X_1 + 0.067 5X_4 \quad (1)$$

复相关系数 $R=0.758$ 。

$$Y = -1.038 + 0.046 8X_1 - 0.001 45X_3 + 0.018 0X_4 \quad (2)$$

复相关系数 $R=0.787$ 。

$$Y = -1.199 + 0.049 0X_1 + 0.000 190X_2 - 0.001 69X_3 + 0.013 4X_4 \quad (3)$$

复相关系数 $R=0.786$ 。

$$Y = -0.889 + 0.050 4X_1 + 0.016 6X_2 - 0.017 0X_3 + 0.010 3X_4 - 0.098 5X_5 \quad (4)$$

复相关系数 $R=0.781$ 。

利用 SPSS 逐步引入因子线性回归原理,建立了 4 个方程式。根据逐步回归自变量显著性分析的方法,首先建立了(1),表明脂肪酸值和电导率是玉米储存品质的敏感指标,脂肪酸值的首先引入,验证了前人一直把脂肪酸值作为储存玉米品质评判指标的正确性。从方程式(2)(3)(4)逐步建立看出,当引入过氧化物酶时,复相关系数 R 增加显著,这说明过氧化物酶活力对因变量 Y 的作用也显著;当继续引入过氧化氢酶和水溶性酸值时, R 值却变小,由此说明它们是对因变量 Y 作用不显著的变量。

通过逐步回归分析,筛选出脂肪酸值、电导率、过氧化物酶 3 个显著的储存品质指标。

2.2 筛选指标与储存时间的关系

2.2.1 脂肪酸值与储存时间的关系

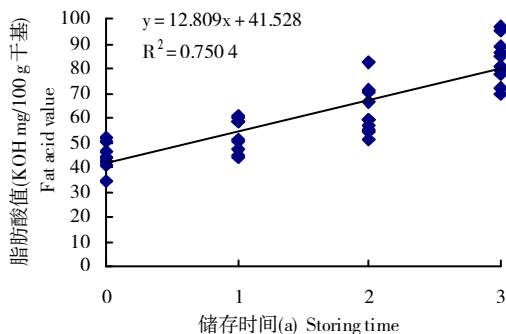


图 1 脂肪酸值与储存时间的关系

Fig.1 Relation between fatty acid value and storing time

由图 1 可以看出,脂肪酸值与储存时间呈很好的正相关,相关系数为 0.866。GB/T20570-2006 规定脂肪酸值小于 50 mg KOH/100 g 干基的玉米宜存;在 50~78 之间时,轻度不宜存;大于 78 时,不宜存。从图中看出,储存 1 年的样品,有部分的脂肪酸值高

出了 50 而不宜存,储存 2 年的样品,几乎全部不宜存,而储存 3 年的样品大部分都已重度不宜存。由此可见玉米为极不耐储粮种,正常储粮情况下,在粮库储存的玉米 2 年就应该出仓。

2.2.2 电导率与储存时间的关系

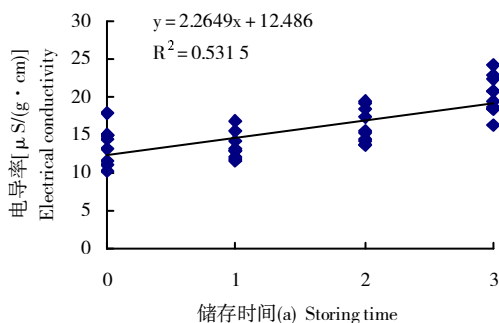


图 2 电导率与储存时间的关系

Fig.2 Relation between electrical conductivity and storing time

由图 2 可知,电导率与储存时间呈很好的正相关,相关系数为 0.729,储存新粮、1 年的玉米电导率低于 15 $\mu\text{S}/(\text{g}\cdot\text{cm})$;储存 3 年的电导率高于 18 $\mu\text{S}/(\text{g}\cdot\text{cm})$ 。由数据可知,电导率可以反应玉米储存时间和劣变程度。

2.2.3 过氧化物酶活力与储存时间的关系

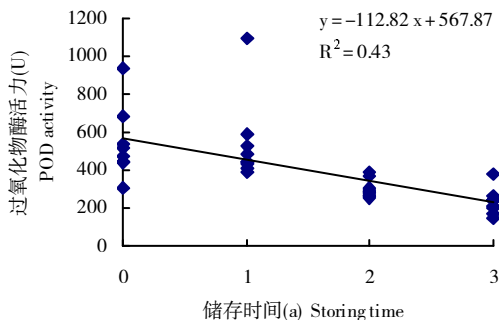


图 3 过氧化物酶活力与储存时间的关系

Fig.3 Relation between POD and storing time

由图 3 可知,过氧化物酶活力与储存时间呈负相关,相关系数为 0.659。储存 1 年内的玉米过氧化物酶活力大于 400 活力单位,储存 2 年以上的过氧化物酶活力低于 400 活力单位。可见,用过氧化物酶的活力可以反映玉米储存期的劣变程度。

2.3 筛选指标与脂肪酸值的关系

由图 4 可知,电导率与脂肪酸值呈明显的正相关,相关系数为 0.728。当脂肪酸值为 50 mg KOH/100 g 干基时,电导率均值约为 15 $\mu\text{S}/(\text{g}\cdot\text{cm})$ 。若以 15 $\mu\text{S}/(\text{g}\cdot\text{cm})$ 作为评判玉米是否宜存的临界点,当电导率小于 15 时,玉米宜存;当电导率在 15 ~

18.5 之间时,玉米轻度不宜存;当电导率大于 18.5 时,玉米不宜存。

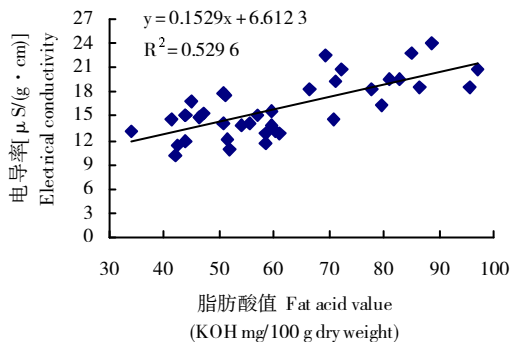


图4 电导率与脂肪酸值的关系

Fig.4 Relation between electrical conductivity and fatty acid value

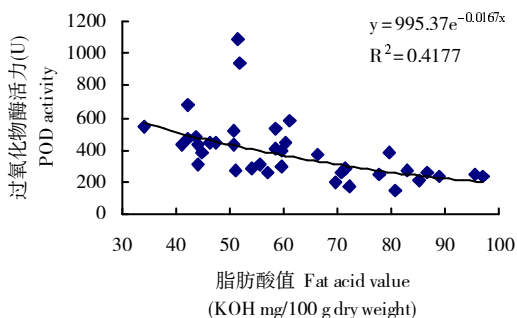


图5 过氧化物酶活力与脂肪酸值的关系

Fig.5 Relation between POD and fatty acid value

由图5可知,玉米过氧化物酶活力与脂肪酸值呈较好的指数关系,相关系数为0.646。当脂肪酸值为50 mg KOH/100 g干基时,过氧化物酶活力均值约400 U;当脂肪酸值为78 mg KOH/100 g干基时,过氧化物酶活力均值约250 U。由此可知,当过氧化物酶活力大于400U时,玉米宜存;当过氧化物酶活力在250~400 U时,玉米轻度不宜存;当过氧化物酶活力低于250 U,玉米不宜存。

3 结 论

(1)通过逐步线性回归分析,从脂肪酸值、过氧化物酶活力、过氧化物酶活力、电导率、水溶性酸值5项指标中筛选出脂肪酸值、电导率、过氧化物酶活力为敏感指标。脂肪酸值、电导率、过氧化物酶活力与储存时间之间及电导率与脂肪酸值之间都呈很好的线性关系,电导率与过氧化物酶活力呈负指数关系。

(2)电导率、过氧化物酶活力可以反映玉米在储存时发生的劣变程度,可以作为玉米储存品质的评判指标。当电导率小于15 $\mu\text{S}/(\text{g}\cdot\text{cm})$ 时,玉米宜存;当电导率介于15~18.5 $\mu\text{S}/(\text{g}\cdot\text{cm})$ 之间时,玉米轻度不宜存;当电导率大于18.5 $\mu\text{S}/(\text{g}\cdot\text{cm})$ 时,玉米不宜存。当过氧化物酶活力大于400 U时,玉米宜存;当过氧化物酶活力介于250~400 U之间时,玉米轻度不宜存;当过氧化物酶活力低于250 U,玉米不宜存。

由于玉米品种、种植地、收获方式等的差异,会使同年样品的脂肪酸值、电导率、过氧化物酶活力有所差别,而且在某一脂肪酸值时,电导率、过氧化物酶活力上下有一定波动,上述所得结论为统计规律,所界定的电导率、过氧化物酶活力值为初步研究结论。

参考文献:

- [1] 路茜玉. 粮油储藏学[M]. 中国财经经济出版社, 1999.
- [2] 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.
- [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(3): 46-50.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [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] 孙红梅, 辛 霞, 林 坚. 温度对玉米种子贮藏最适含水量的影响[J]. 中国农业科学, 2004, 37(5): 656-662.
- [9] 郝再彬, 苍 晶, 徐 仲. 植物生理实验[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2004.
- [10] 刘明久. 人工老化对6个玉米杂交种活力的影响[J]. 河南职业技术学院学报, 2000(9): 48-52.
- [11] 郝黎仁, 樊 元, 郝哲欧, 等. SPSS实用统计分析[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2003.
- [12] Micheal T. Antioxidative defence and photo protection in pine needles under field conditions [J]. Physiol Plant, 1998, 104: 760-764.
- [13] Buchanan-Wollaston V. The molecular biology of leaf senescence [J]. Exp. Bot., 1997, 48: 181-199.
- [14] 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.

(责任编辑: 李万良)