

地下储油与地上储油对油脂品质的影响

秦绍昆¹, 张学娣¹, 陆峰¹, 王彬¹, 刘玉兰²

(1. 中央储备粮镇江直属库, 江苏镇江 212006; 2. 河南工业大学粮油食品学院, 郑州 450001)

摘要:油脂在储存过程中,其品质指标易受温度等因素的影响。将大豆原油和菜籽原油储存于室外地上和埋于室外地下的钢制储罐,定期取样测定油脂的水分及挥发物、酸值、过氧化值、色泽、挥发性成分、脂肪酸组成、反式脂肪酸含量、氧化稳定性及甾醇和维生素 E 含量,考察不同储油方式对大豆原油和菜籽原油品质的影响。结果表明:地下储油温度变化较小,基本在 11~27℃之间,地上储油温度变化较大,最高接近 45℃,最低接近 0℃;地上、地下储油中均未检出反式脂肪酸,储油方式对油脂水分及挥发物、色泽、脂肪酸组成影响较小;储存 12 个月时,地上、地下储存大豆原油酸值升幅分别为 83.3%、12.5%,地上、地下储存菜籽原油酸值升幅分别为 86.4%、19.0%,地上、地下储存大豆原油过氧化值升幅分别为 243%、218%,地上、地下储存菜籽原油过氧化值升幅分别为 219%、167%;地下储油的氧化稳定性优于地上储油,地下储油对部分重要挥发性成分和甾醇、维生素 E 等油脂营养成分的保留效果优于地上储油。总的来说,地下储油是良好的油脂品质保鲜技术,不但能控制氧化速率,对营养价值及风味的保持效果也较好。

关键词:地下储油;低温储油;大豆原油;菜籽原油;油脂品质

中图分类号:TS225;TS227

文献标识码:A

文章编号:1003-7969(2022)02-0143-05

Effect of underground storage and above-ground storage on oil quality

QIN Shaokun¹, ZHANG Xuedi¹, LU Feng¹, WANG Bin¹, LIU Yulan²

(1. Sinograin Zhenjiang Reserves Depot, Zhenjiang 212006, Jiangsu, China; 2. College of Food Science and Technology, Henan University of Technology, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: In the storage process of oil, its quality index is susceptible to temperature and other factors. The crude soybean oil and crude rapeseed oil were stored in steel storage tanks which were placed on the outdoor above-ground and buried outdoors, and regular samples were taken to determine the moisture and volatile matter, acid value, peroxide value, color, volatile components, fatty acid composition and *trans* fatty acid content, oxidation stability and contents of sterol and vitamin E. The effects of different storage methods on the quality of crude soybean oil and crude rapeseed oil were investigated. The results showed that the temperature of oil stored underground varied little, basically between 11℃ and 27℃, while the temperature of oil stored above-ground varied greatly with the highest temperature close to 45℃, and the lowest close to 0℃. No *trans* fatty acid was detected in oils stored above-ground and underground. The effects of oil storage method on moisture and volatile matter, color and fatty acid composition were little. When the oil was stored for 12 months, the acid value of crude soybean oil stored above-ground and underground increased by 83.3% and 12.5%, and for crude rapeseed oil, they increased by 86.4% and 19.0%, respectively; the peroxide value of crude soybean oil stored above-ground and underground increased by 243% and 218%, and for crude rapeseed oil, they increased by 219% and 167%, respectively. The oxidation stability of oil stored underground was better than that of oil stored above-ground, and the retention effects of underground storage on some important volatile

收稿日期:2021-09-22;修回日期:2021-11-24

作者简介:秦绍昆(1993),男,主要从事粮油保管工作
(E-mail)290767765@qq.com。

components and oil nutrients such as sterol and vitamin E were better than those of above-ground storage. In general, underground storage was a good oil quality preservation technology, and it

could not only control the oxidation rate, but also maintain the nutritional value and flavor.

Key words: underground storage; low temperature storage; crude soybean oil; crude rapeseed oil; oil quality

油脂在储存过程中,其品质易受温度等因素的影响。在目前常规的地上储油模式下,夏季气温达到30℃以上时,受阳光照射影响,正午油罐顶部的温度甚至超过70℃,油脂的氧化程度加剧,其品质和风味受到严重影响,不仅造成精炼成本增加,也使得油脂的营养价值降低。低温储油是良好的油脂品质保鲜技术,不但能控制油脂氧化速率^[1],对油脂营养价值及风味的保持效果也较好。但是,在室外对油罐特别是大型油罐进行控温储存的成本昂贵,如果能够利用地下相对恒定的低温储存油脂将是一个创新性的研究。中央储备粮镇江直属库通过建设地下与地上储罐,分别对大豆原油和菜籽原油进行储油实验,研究地上、地下两种储油方式对油脂品质的影响,以期对储油工作提供参考。

1 材料与方法

1.1 实验材料

大豆原油和菜籽原油,2019年进口,中央储备粮镇江直属库储存。 α - β - γ - δ -生育酚标准品, α - β - γ - δ -生育三烯酚标准品(纯度 $\geq 95.0\%$),美国Sigma-Aldrich公司; β -谷甾醇(纯度99.5%)、豆甾醇(纯度95.0%)、菜油甾醇(纯度99.5%)、胆固醇(纯度99.0%)、 5α -胆甾烷醇(纯度 $\geq 95.0\%$),美国Sigma公司;N,O-双三甲基硅基三氟乙酰胺+1%三甲基氯硅烷,瑞士Fluka公司;正己烷(色谱纯),美国VBS公司;无水乙醚、异丙醇、酚酞指示剂、三氯甲烷、冰乙酸、淀粉指示剂、碘化钾、硫代硫酸钠标准溶液、饱和氯化钠溶液等,均为分析纯,国药集团化学试剂有限公司。

YX204R温度记录仪,上海亚度电子科技有限公司;Agilent GC-7890B气相色谱仪,美国安捷伦科技有限公司;Waters e2695型高效液相色谱仪,美国Waters公司;油脂氧化稳定性测试仪,瑞士Metrohm公司;DHG-9101-2SA电热恒温鼓风干燥箱,上海三发科学仪器有限公司;CPA423S电子天平,赛多利斯公司;Model F罗维朋比色计,英国Tintometer公司;Titrette 25 mL数显滴定仪,普兰德(上海)贸易有限公司。

4个200 kg储罐(2个地上储罐,2个地下储罐),2个地上储罐置于室外空旷处,2个地下储罐

埋于室外地下2 m处。储罐采用钢板焊接制作,内设油温检测装置,能够检测并记录油温;设置取样的口,能够对罐内油脂进行取样;设置便于操作的油脂进出油接口及配套设备,方便油脂进出储罐。

1.2 实验方法

1.2.1 不同条件下油脂的储存与取样

分别在地上、地下储罐中储存大豆原油和菜籽原油。实验时间为2020年6月—2021年6月,期间经历夏季高温,冬季低温,春秋升温、降温过渡阶段。每周定期测定气温、油温等数据并记录。每月于月中取地上大豆原油、地上菜籽原油、地下大豆原油、地下菜籽原油4瓶样品,对所取样品进行质量指标(酸值、过氧化值、水分及挥发物、色泽)检测,并于储存6个月时进行油脂挥发性成分测定,于储存6个月和12个月时分别对功能营养成分(甾醇、维生素E)、氧化稳定性、脂肪酸组成及反式脂肪酸含量进行测定。

1.2.2 油脂品质指标的测定

水分及挥发物参照GB 5009.236—2016测定;酸值参照GB 5009.229—2016测定;过氧化值参照GB 5009.227—2016测定;色泽参照GB/T 22460—2008测定;油脂挥发性成分参照文献[2]测定;脂肪酸组成及反式脂肪酸含量参照GB 5009.168—2016测定;氧化诱导时间采用Rancimat法测定^[3];维生素E组分参照GB/T 26635—2011和温运启等^[4]的方法测定;甾醇组分参照GB/T 25223—2010及魏佳丽等^[5]的方法测定。

2 结果与分析

2.1 储油方式对油温的影响

对地上、地下储油的温度进行测定,以地上储存的大豆原油和菜籽原油的平均温度与地下储存的大豆原油和菜籽原油的平均温度进行对比,结果如图1所示。

由图1可知,随着气温的变化,地上储油的温度变化跨度较大,在冬季最低接近0℃,在夏季最高接近45℃。而地下2 m处的地下储油温度变化幅度相对较小,基本在11~27℃之间。植物油一般以不饱和脂肪酸为主,高温下易发生氧化酸败,导致品质下降,并且不饱和脂肪酸含量越高的植

物油在周围环境温度较高时氧化酸败的程度越大^[6]。温度是影响油脂氧化酸败和品质劣变的主

要因素^[7],地下相对恒定低温对于油脂的长期储存更加有利。

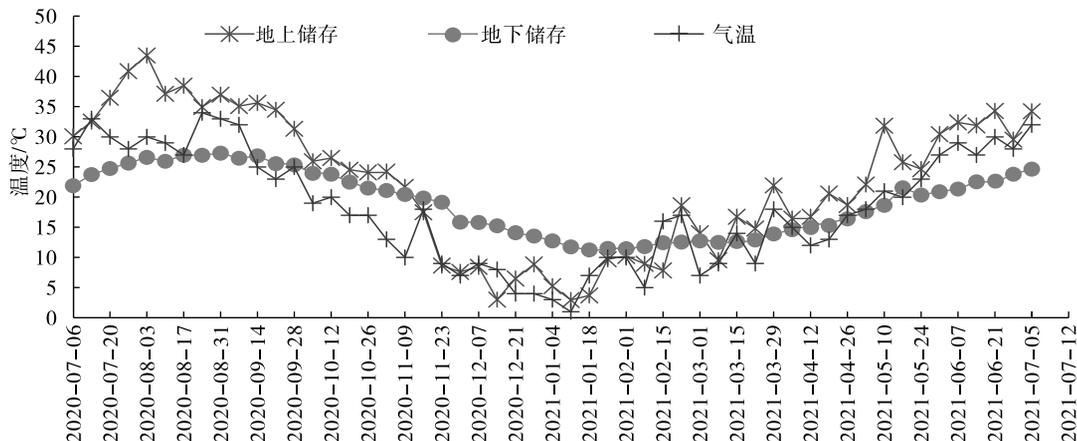


图1 储油方式对油温的影响

2.2 储油方式对油脂水分及挥发物含量的影响

水分及挥发物是影响油脂氧化酸败的重要指标,水分及挥发物含量高会加速油脂水解产生游离脂肪酸。对地上、地下储存油脂的水分及挥发物含量进行测定,结果如图2所示。

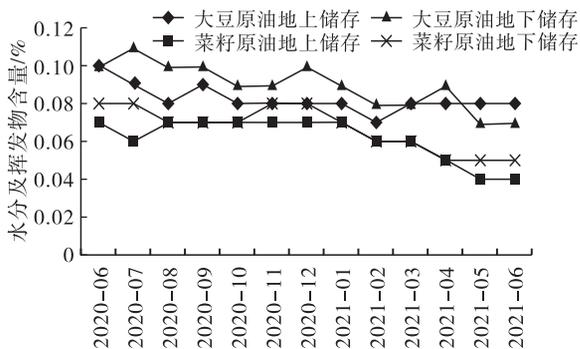


图2 储油方式对油脂水分及挥发物含量的影响

由图2可知,地上、地下储存12个月的大豆原油和菜籽原油水分及挥发物含量均有少量下降,下降趋势较为稳定平缓,属于不敏感指标,说明储油方式对油脂水分及挥发物含量影响较小。

2.3 储油方式对油脂酸值的影响

对地上、地下储存油脂的酸值进行测定,结果如图3所示。

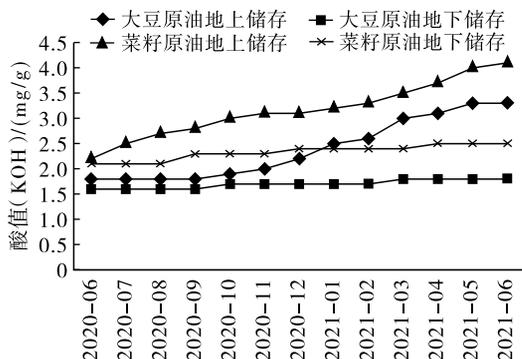


图3 储油方式对油脂酸值的影响

由图3可知,随着储存时间的延长,地上、地下储存的大豆原油和菜籽原油酸值均呈上升趋势,这是由于随储存时间延长,油脂逐渐酸败,游离脂肪酸增加导致。其中地上储存菜籽原油酸值随储存时间延长上升的情况较为明显,地上储存大豆原油储存5个月时酸值上升速度明显加快,地下储存大豆原油和菜籽原油酸值上升缓慢,储存12个月时,地上储存大豆原油的酸值(KOH)由1.8 mg/g升至3.3 mg/g,地下储存大豆原油的酸值(KOH)由1.6 mg/g升至1.8 mg/g,升幅分别为83.3%、12.5%;地上储存菜籽原油的酸值(KOH)由2.2 mg/g升至4.1 mg/g,地下储存菜籽原油酸值(KOH)由2.1 mg/g升至2.5 mg/g,升幅分别为86.4%、19.0%。上述实验结果显示,地下储油方式对油脂酸值的上升有明显的抑制效果。

2.4 储油方式对油脂过氧化值的影响

对地上、地下储存油脂的过氧化值进行测定,结果如图4所示。

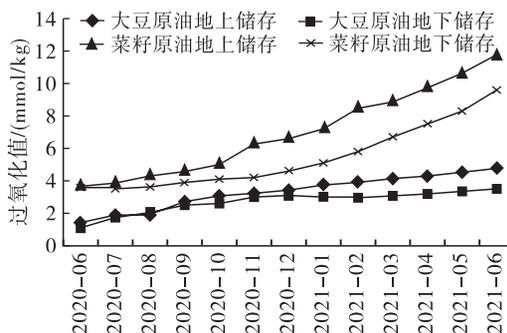


图4 储油方式对油脂过氧化值的影响

由图4可知,地上、地下储存大豆原油和菜籽原油的过氧化值随着储存时间的延长而增大,这与吕艳春等^[8]的研究结果相近。前5个月油脂过氧化值均处于稳定上升阶段,地上储存菜籽原油过氧化值

上升速度始终快于地下储存菜籽原油,当储存7个月时,地下储存大豆原油过氧化值上升速度较地上储存明显降低,储存12个月时,地上和地下储存大豆原油过氧化值升幅分别为243%、218%,地上和地下储存菜籽原油过氧化值升幅分别为219%、167%。上述结果表明,地下相对恒定低温的储油方

式对油脂长期储存过程中过氧化值的上升有抑制效果。

2.5 储油方式对油脂色泽的影响

每月取样对油脂色泽进行测定,结果显示实验期内色泽未发生变化(见表1)。

表1 储油方式对油脂色泽的影响

油脂	初始		储存12个月	
	地上储存	地下储存	地上储存	地下储存
大豆原油	Y35 R4.0 N0.6	Y35 R4.0 N0.6	Y35 R4.0 N0.6	Y35 R4.0 N0.6
菜籽原油	Y35 R4.0 B0.1	Y35 R4.1 B0.0	Y35 R4.0 B0.1	Y35 R4.1 B0.0

2.6 储油方式对油脂挥发性成分的影响

储存6个月时对地上储存菜籽原油与地下储存菜籽原油的挥发性成分进行测定,结果共检出97种挥发性成分,其中芳香族化合物3种、吡嗪类2种、醇类6种、酚类5种、酸类3种、硫苷降解产物10种、醛类20种、炔类1种、酮类8种、烷烃类15种、烯烃类14种、酯类10种。地下储存菜籽原油硫苷降解产物含量最高。地上、地下储存菜籽原油硫苷降解产物含量分别为1 631.84、11 948.93 $\mu\text{g}/\text{kg}$,地下储存菜籽原油的硫苷降解产物含量远高于地上储存菜籽原油,这表明地下储存对于菜籽油硫苷类降解产物的保留效果较好。硫苷降解产物往往会对菜籽油的辛辣味具有重要贡献^[9],是菜籽油中的一类重要挥发性成分。此外,地上储存菜籽原油中芳香族化合物、醛类物质含量均高于地下储存菜籽原油的,这些物质往往随着氧化程度增加而增加。

储存6个月时对地上储存大豆原油与地下储存大豆原油的挥发性成分进行测定,结果共检出129种挥发性成分,其中苯类6种、杂环类6种、醇类9种、醛类21种、炔类2种、酸类5种、酮类19种、烷烃类31种、烯烃类19种、酯类11种。地上、地下储存大豆原油醛类物质含量最高,分别为6 777.17、2 544.39 $\mu\text{g}/\text{kg}$,醛类通常为油脂氧化产物,会随着油脂氧化不断增多。此外,地上储存大豆原油的吡嗪类物质含量低于地下储存大豆原油的,吡嗪类物质呈现一种坚果香味或者炒香味,通常对油脂的感官风味具有重要影响,已有研究表明吡嗪类物质含量往往会随着储存时间的延长逐渐损失。此外,其余物质的含量同样具有差异,如地上储存大豆原油的酮类、苯类含量高于地下储存大豆原油的,这些物质同样会随着油脂氧化而不断增加。

2.7 储油方式对油脂脂肪酸组成及反式脂肪酸含量的影响

在储存6个月和12个月时分别对地上、地下储存菜籽原油和大豆原油的脂肪酸组成及反式脂肪酸含量进行测定,结果如表2、表3所示。

表2 储油方式对菜籽原油脂肪酸组成及反式脂肪酸含量的影响

脂肪酸	储存6个月		储存12个月	
	地上储存	地下储存	地上储存	地下储存
棕榈酸	4.21	4.15	4.39	3.11
硬脂酸	ND	1.82	1.86	1.87
油酸	64.52	63.40	63.51	62.40
亚油酸	20.48	20.09	19.95	21.10
亚麻酸	10.76	10.52	10.30	11.63
反式脂肪酸	未检出	未检出	未检出	未检出

表3 储油方式对大豆原油脂肪酸组成及反式脂肪酸含量的影响

脂肪酸	储存6个月		储存12个月	
	地上储存	地下储存	地上储存	地下储存
棕榈酸	10.71	10.70	11.62	11.32
硬脂酸	4.57	4.56	4.51	4.39
油酸	25.33	25.33	25.19	25.14
亚油酸	52.10	52.11	51.57	52.02
亚麻酸	7.26	7.27	7.12	7.13
反式脂肪酸	未检出	未检出	未检出	未检出

由表2可知,地上储存菜籽原油与地下储存菜籽原油的脂肪酸组成并无太大变化和差异,且均未检出反式脂肪酸。

由表3可知,地上储存大豆原油与地下储存大豆原油的脂肪酸组成并无太大变化和差异,且均未检出反式脂肪酸。

2.8 储油方式对油脂氧化稳定性的影响

储存6个月和储存12个月时对地上、地下储存大豆原油和菜籽原油的氧化诱导时间进行测定,结

果如表4所示。

表4 储油方式对油脂氧化诱导时间的影响 h

油脂	储存6个月		储存12个月	
	地上储存	地下储存	地上储存	地下储存
大豆原油	7.05	7.21	6.89	7.12
菜籽原油	7.35	7.59	7.21	7.42

由表4可知,地下储存的大豆原油和菜籽原油氧化诱导时间均长于地上储存的大豆原油和菜籽原油,表明地下储油的氧化稳定性优于地上储油。

2.9 储油方式对油脂甾醇及维生素E含量的影响

储存6个月和12个月时对地上、地下储存菜籽原油甾醇含量进行测定,结果如表5所示。

表5 储油方式对菜籽原油甾醇含量的影响 mg/100 g

甾醇	储存6个月		储存12个月	
	地上储存	地下储存	地上储存	地下储存
菜籽甾醇	57.12	63.80	44.67	59.34
菜油甾醇	50.20	58.50	38.36	48.15
β -谷甾醇	136.52	156.92	137.43	153.21
总量	243.84	279.22	220.46	260.70

由表5可知,菜籽原油中共检出3种甾醇,分别为菜籽甾醇、菜油甾醇以及 β -谷甾醇,与储存6个月时相比,储存12个月时,地上储存菜籽原油甾醇总量降低9.59%,地下储存菜籽原油甾醇总量降低6.63%,表明地下储存菜籽原油对甾醇的保留效果优于地上储存。

储存6个月和储存12个月时对地上、地下储存大豆原油维生素E含量进行测定,结果如表6所示。

表6 储油方式对大豆原油维生素E含量的影响 mg/100 g

维生素E	储存6个月		储存12个月	
	地上储存	地下储存	地上储存	地下储存
α -生育酚	122.25	134.54	111.54	137.06
γ -生育酚	511.99	644.55	421.12	536.18
δ -生育酚	178.93	215.05	189.25	229.91
总量	813.17	994.15	721.91	903.15

由表6可知,大豆原油中检出3种生育酚,分别

为 α -生育酚、 γ -生育酚、 δ -生育酚,与储存6个月时相比,储存12个月时,地上储存大豆原油和地下储存大豆原油的维生素E总量损失率分别为11.22%和9.15%,表明地下储存大豆原油对维生素E的保留效果优于地上储存。

3 结论

将大豆原油和菜籽原油储存于室外地上和埋于室外地下的钢制储罐,进行12个月的储存实验。结果表明:地下储油温度变化较小,地上储油温度变化较大;地上、地下储油中均未检出反式脂肪酸,储油方式对油脂水分及挥发物、色泽、脂肪酸组成影响较小;地下储油对油脂酸值和过氧化值的上升有一定的抑制效果,地下储油的氧化稳定性优于地上储油,地下储油对重要挥发性成分和甾醇、维生素E等油脂营养成分的保留效果优于地上储油。总的来说,地下低温储油是良好的油脂品质保鲜技术,不但能控制氧化速率,对营养价值及风味的保持效果也较好。

参考文献:

- [1] 谢月昆. 浅述国内储油新技术[J]. 中国油脂, 1999, 24(2): 62-64.
- [2] 刘玉兰, 舒垚, 孙国昊, 等. 花生品种对花生酱风味及综合品质的影响[J]. 食品科学, 2021, 42(9): 15-21.
- [3] 陆洋, 杨波涛, 陈凤香. 五种天然抗氧化剂 Rancimat 法对食用油的抗氧化效果评估[J]. 食品工业, 2009(3): 3-6.
- [4] 温运启, 刘玉兰, 王璐阳, 等. 不同食用植物油中维生素E组分及含量研究[J]. 中国油脂, 2017, 42(3): 35-39.
- [5] 魏佳丽, 马传国, 柴小超, 等. 米糠毛油中去甲基甾醇检测方法的对比研究[J]. 中国油脂, 2014, 39(1): 61-64.
- [6] 陶诚. 油脂与油料储藏研究进展[J]. 中国油脂, 2004, 29(10): 11-15.
- [7] 万忠民. 不同储藏温度下植物油的品质劣变[J]. 粮食与食品工业, 2005(2): 32-35.
- [8] 吕艳春, 程慧蓉. 食用植物油储存品质变化趋势分析[J]. 粮食与油脂, 2009(11): 36-38.
- [9] 张谦益, 包李林, 熊巍林, 等. 不同产地浓香菜籽油中特征风味物质的研究[J]. 中国油脂, 2018, 43(8): 23-28.