

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2020.01.010

温度对大豆压榨油稳定性的影响

刘志明, 孙清瑞, 唐彦君, 马萍, 李洪亮

(黑龙江八一农垦大学食品学院, 黑龙江 大庆 163319)

摘要: 实验探讨用 4 种表征参数, 单表征参数 (CP): 电导率、过氧化值、等容燃烧热和酸值, 综合描述温度 (T) 对大豆压榨油 (SSO) 稳定性的影响, 比较各 CP 表征结果的异同性。在相对湿度 40%、氧分压 21 kPa、光照度 800 lx、初始顶空率 50% 的固定条件下, 调控 T 分别为 30、40、50、60 和 70 °C, 长时间连续密闭氧化 SSO 试样, 多次同时测定不同氧化时间 (t) 的 4 种 CP, 绘制 CP~t 关系曲线, 回归其动力学方程并求算速率常数 (k) 和表观活化能, 建立变质时间预测模型并验证其符合率。结果表明, CP 随 T 升高和 t 延长变化显著; SSO 的氧化酸败具有简单级数反应特征, 其变质时间预测模型符合度较高; CP 不同, k 差异较大。SSO 之大豆压榨油稳定性宜用多元 CP 综合描述。

关键词: 温度; 大豆压榨油; 稳定性; 表征参数

中图分类号: TS225.1 文献标识码: A 文章编号: 1007-7561(2020)01-0052-06

The effect of temperature on stability of squeezed soybean oil

LIU Zhi-ming, SUN Qing-ru, TANG Yan-jun, MA Ping, LI Hong-liang

(Foodstuff College, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing Heilongjiang 163319)

Abstract: The effect of temperature (T) on stability of squeezed soybean oil (SSO) were studied by four characterization parameters (CPs, conductivity, peroxide value, isovolumetric combustion heat and acid value) similarities and differences of CPs characterization results were further compared. Under the fixed conditions of relative humidity was 40%, partial pressure of oxygen was 21 kPa, illumination was 800 lx and initial headspace rate was 50%, regulated and controled T to 30 , 40 , 50 , 60 and 70 respectively, SSO test samples were oxidized continuously in airtight container for a long time, four CPs at different oxidation time (t) were multiple measured in the same time, curve of CP~t was plotted, kinetic equation was regressed, rate constant (k) and apparent activation energy were calculated, the prediction model of metamorphic time was established and coincidence rate was verified. The results show that CP changed significantly with the increase of T and the extension of t, the oxidative rancidity of SSO has characteristic of simple series reaction, the prediction model of metamorphic time has a good coincidence, CP was different, and there was a big difference in k. The stability of squeezed soybean oil of SSO should be described by multiple CPs.

Key words: temperature; squeezed soybean oil; stability; characterization parameters

大豆油 (soybean oil, SO) 易发生氧化酸败 (oxidative rancidity, OR) 而导致其稳定性变差, SO 稳定性的影响因素很多^[1-3], 给其保质贮存及

食用带来不便和危害^[4-5], 是其生产、贮存和食品加工的研究热点之一。对于 SO 生产、经销及用其进行食品加工的企业和普通消费者, 研究和了解环境因素对其贮存、食品加工及制作的影响并对其 OR 采取预防措施十分必要。目前食用植物油稳定性研究已有报道, 在其贮存环境因素的研究中, 温度^[6-7]、水分^[8]、金属离子^[8]、光照^[7]、

收稿日期: 2019-08-06

基金项目: 黑龙江省自然科学基金 (面上) 项目 (C2015045)
一大豆油氧化劣变的热力学表征与动力学预测

作者简介: 刘志明, 1961 年出生, 男, 副教授, 研究方向为植物蛋白与油脂。

氧气^[1]等影响不乏定性或定量结论,且以单表征参数(characterization parameters, CP)的实验研究和综述性报道为主,各 CP 少有必要的联系与对比,罕见 3 个及以上 CP 同时综合表征 SO 稳定性的实验研究报告,贮存温度对植物油稳定性影响的研究不够深入和系统。实验以大豆压榨油(squeezed soybean oil, SSO)为研究对象,探讨温度(T)因素对 SSO 稳定性的影响,同时用电导率(κ)、过氧化值(peroxide value, POV)等容燃烧热(Q_v)和酸值(acid value, AV)作 CP,分别从 SSO OR 过程的电化学、过氧化物形成、热力学和游离脂肪酸产生角度对其进行综合描述(POV 和 AV 是传统 CP; κ 是近年研究较多,也是很有应用前景的 CP; Q_v 是新引入的探索性 CP),建立 T 因素化学动力学模型,用 CP 值和化学动力学参数预测 SSO 试样临界变质时间(t_c),判断其与感官评定结果的符合性,为 SSO 的保质贮存、食用提供技术参考,具有研究和应用价值。

1 材料与方 法

1.1 材料与仪器

SSO:市售热榨油,符合 GB 1535^[9]要求的三级油。分析纯试剂(液):冰乙酸、异辛烷、石油醚(沸程 60~90):天津市富宇精细化工有限公司;碘化钾:天津市科密欧化学试剂有限公司;硫代硫酸钠:天津市美华泰克科技有限公司;可溶性淀粉、水杨酸:天津市致远化学试剂有限公司;氢氧化钾:沈阳试剂五厂;乙醇:辽宁泉瑞试剂有限公司;酚酞:天津市恒兴化学试剂制造有限公司;0.1 mol/L 盐酸标准溶液(500 mL/支):成都联禾化工医药有限责任公司;苯甲酸:天津市光复科技发展有限公司;蒸馏水:符合 GB/T 6682^[10]二级水要求;一次性注射器及有机型针式过滤膜(0.45 μm):常州东谱科学仪器有限公司;小器鬼牌 LED 灯(系列);试样氧化容器,自加工 PC 容器(透明, L320 mm \times Φ 90 mm):海安石油科研仪器有限公司。

FE30 型电导率仪:梅特勒-托利多仪器有限公司;SHR-15B 型数显氧弹式热量计:南京桑力电子设备厂;FA1204B 型分析天平:上海赛德利思精密仪器仪表有限公司;AR847+型温湿度计:广州宇

测电子科技有限公司;TES-1336A 型 TES 数位式照度计:泰仕电子工业股份有限公司;DGG-9070A 型电热恒温鼓风干燥箱:上海森信实验仪器有限公司;HJ-3 型恒温磁力搅拌器:常州国华电器有限公司。

1.2 实验方法

(1) 试样氧化。按文献^[11]法设定和控制顶空率、氧分压、光照度、相对湿度,其条件依次为 50%、40%、21 kPa 和 800 lx,调控 T 分别为 30、40、50、60 和 70,在恒温箱中连续密闭氧化 SSO 试样,期间多次取样测定 CP(κ 、POV、 Q_v 、AV)。各 T 条件下做 3 个平行试样。每个试样取 3 次测定数据的平均值。

(2) 试样 CP 测定。按文献法同时测定 κ ^[11]、POV^[12]、 Q_v ^[13]和 AV^[14]。测 Q_v 时引燃物增加棉线,严格控制量热计内桶水温与室温温差不超过 1,试样量 1 g(称准至 0.000 1g)。 Q_v 算式中放热物质增加棉线项。棉线热值为 21.668 kJ/g,量热计比热容为 14.450 kJ/。

(3) 感官评定。按文献^[15]方法,在试样氧化过程中,通过目测、鼻嗅等,综合判断其 OR 情况,得到其出现异味的临界时间,即为其 t_c 。

2 结果与分析

2.1 试样 OR 的化学动力学规律

各 T 条件下 SSO 氧化试样 4 种 CP(以 X 概称)的试验测定数据如图 1~4 所示,依此绘制的 k -T 曲线如图 5 所示。图 1 至图 4 数据表明:(1) 试样 OR 过程中各 CP 随 t 有规律地变化。X-t 曲线均为直线,符合化学动力学特征,曲线回归方程斜率即为相应条件下 OR 反应的速率常数(k)。其中,图 1 的 $\ln\kappa$ -t 曲线符合一级化学反应规律,图 2、图 3 和图 4 曲线符合零级化学反应规律,与以往研究得出的食品发生的化学反应属于一级或零级反应的结论^[16-18]一致。4 个图曲线回归方程的相关性均较强(R 在 0.959 0~0.997 8 之间),说明 SSO 的 OR 过程可用化学动力学方程进行定量描述;(2) κ 、POV、AV 随 t 的延长而升高; Q_v 随 t 的延长而降低。t 的延长加重了试样 OR 程度,产生的水溶性极性物质(由 κ 反映)过氧化物(由 POV 反映)和水溶性游离脂肪酸(由 AV

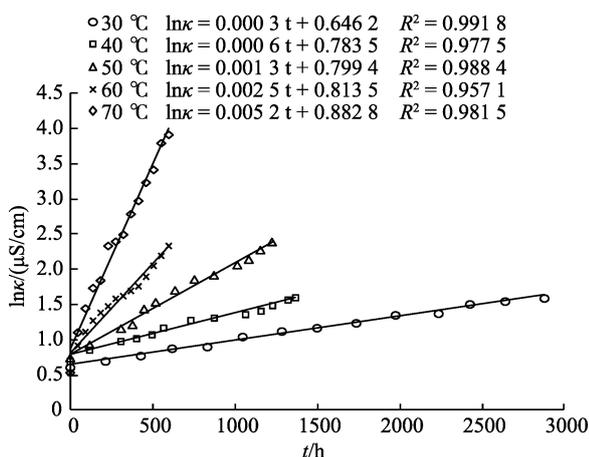


图 1 SSO 氧化试样 $\ln\kappa$ 与 t 关系曲线

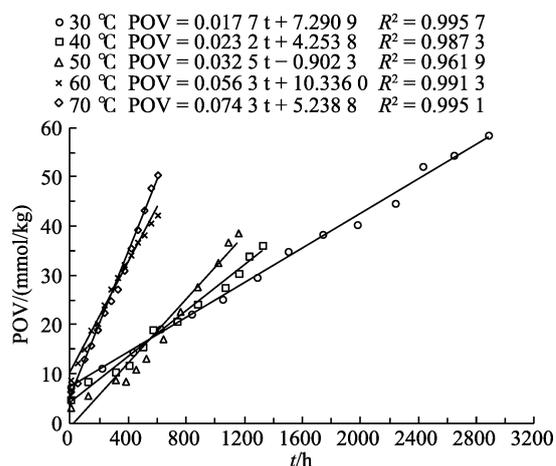


图 2 SSO 氧化试样 POV 与 t 关系曲线

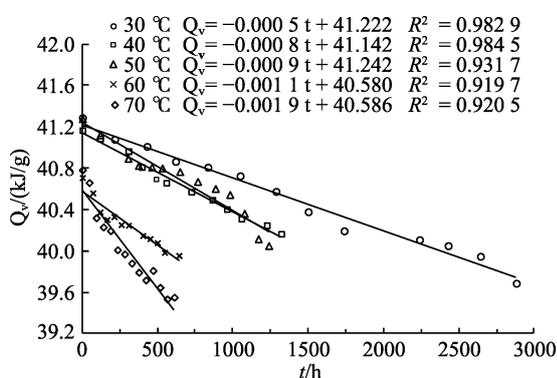


图 3 SSO 氧化试样 Q_v 与 t 关系曲线

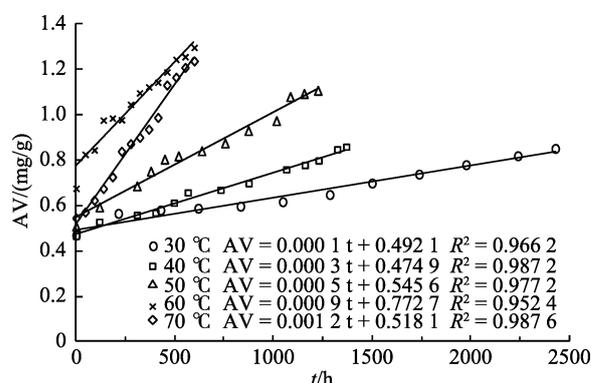


图 4 SSO 氧化试样 AV 与 t 关系曲线

反映)含量随之增多,故 κ 、POV 和 AV 值均增大。随着试样 OR 程度的加重,过氧化物(初级产物)增多,试样中氧的质量分数增大;氧化试样中也会生成小分子的醇、醛、酮、酸、酯及某些聚合物^[19],从化学结构和键能数据^[20]分析,含这些产物的试样的总键能及其完全燃烧产生的 CO_2 和 H_2O (两者摩尔质量很小,相同质量下物质的量较多)的总键能都比原始试样大。OR 过程中总键能增大,使 OR 过程中任何状态试样完全燃烧的 Q_v 均低于其前一测定状态的 Q_v 。自动氧化初期,油脂吸收氧气形成过氧化物,伴随质量增加,已被热重分析法证实^[21];SO 氧化动力学研究亦证明其氧化变质耗氧^[18,21]。以上均为油脂 OR 过程中 Q_v 趋于降低提供了佐证,故 Q_v 随 t 延长而下降。

4 种 CP 所揭示的试样 OR 本质不同。 κ 是试样 OR 过程产生的水溶性极性物质(包括水溶性游离脂肪酸)含量的间接体现,只有水溶性好、电导性高的才对其增幅起决定作用。POV 反映试样中存在的或其 OR 产生的过氧化物的含量,过氧化物虽为次级产物的“始作俑者”,但在自动氧

化过程中其量累积性比转化性突出。AV 是油脂 OR 过程产生的水溶性游离脂肪酸含量的衡量参数。 Q_v 与试样的物质结构及键能、试样含氧及溶氧量密切相关。

图 5 揭示,用 4 种 CP 同时描述 SSO 的 OR 时 k 均随 T 的升高而有规律地增大;相同实验条件下,用不同 CP 描述同一试样的 OR,其 k 值不同。 T 升高,使试样被活化、OR 反应更易和更快发生,产生的水溶性极性物质、过氧化物、水溶性游离脂肪酸更多, k 值更大。各 CP 中试样 OR 之 k 以 POV 最大(增速最快), κ 次之(增速较缓),再次是 AV 和 Q_v (两者十分接近,增速很小)。

图 6 是用 4 种 CP 描述时 SSO 氧化试样 T 倒数与 $\ln k$ 关系曲线。数据表明,各 CP 下的 $\ln k \sim (1/T)$ 曲线具有较好的相关性(R 在 0.968 8~0.999 3 之间),符合 Arrhenius 方程 [$k = k_0 \cdot \exp(-E_a/RT)$] 所揭示的温度对油脂 OR 影响的数学特征^[22],方程的表观活化能 $E_a = -\text{斜率} \times \text{理想气体常数}$ 。以 κ 、POV、

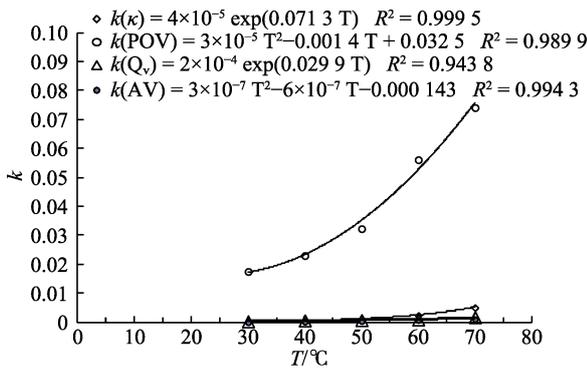


图 5 SSO 氧化试样 k 与 T 关系曲线

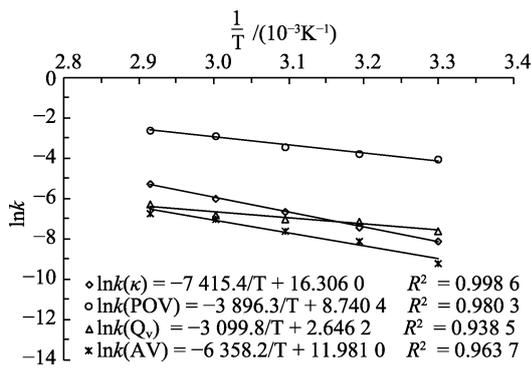


图 6 SSO 氧化试样 lnk 与 1/T 关系曲线

Q_v 和 AV 为 CP 所对应的 Ea 依次为 61.652 kJ/mol、32.394 kJ/mol、25.772 kJ/mol 和 52.862 kJ/mol。

这些 Ea 数值差别较大,说明发生各 CP 所代表的相应化学反应的难易程度不同。Ea 数值不大,SSO 虽易发生 OR 反应,但室温(20~30)贮存时,OR 的 k 并不大。所以,较佳贮存条件下 SO 仍有较长的货架期。T 升高可降低 SSO 的 OR 反应 Ea,使 k 增大,油品劣化程度加重。SSO 氧化试样在各 T 条件下,4 种 CP 测定数据的方差分析(SPSS Statistics 17.0)结果表明,各 CP 与 T 的调整相关系数(R_{adj})在 0.955 0~0.997 5 之间,测定数据显著性水平很高(P < 0.01),相关性和显著性俱佳。

2.2 临界变质时间的预测

参照文献^[23]方法建立试样 t_c 预测模型,通过感官评定实测试样 t_c 并与之比较,考查模型相关性和预测准确性。图 7 是感官评定的试样 t_{c,g} 与 T 关系曲线。表 1 是试样 OR 的 t_c 预测情况。用 T 因素试验建立的 SSO 氧化试样变质期预测模型为 t_c = (X - X₀) / exp(-Ea/RT + lnk₀), X₀、X、X_c 分别为试验起始时刻、t 时刻和 t_c 时刻因变量数值; lnk₀ 为 lnk~(1/T) 曲线回归方程的截距; t_{c,y} 为预测临界变质时间, h; t_{c,g} 为感官评定(实测)临界变质

表 1 SSO 氧化试样各 CP 在五种 T 条件下之 OR 的 t_c 预测情况

T/	CP	X/X ₀	lnk ₀	Ea	预测模型 t _c = (X - X ₀) / e ^(-Ea/RT + lnk₀)	t _{c,y} /t _{c,g} h	X _c	FHL%	X _c -X ₀
303.15	κ	lnκ/0.646 2	a	e	t _c = lnκ - 0.646 2 / e ^[-61 652 / (8.314 × 303.15) + 16.306 0]	1 041/996	0.945 0	95.48 ^P	0.298 8
313.15		lnκ/0.783 5			t _c = lnκ - 0.783 5 / e ^[-61 652 / (8.314 × 313.15) + 16.306 0]	553/578	1.130 3	95.67 ^N	0.346 8
323.15		lnκ/0.799 4			t _c = lnκ - 0.799 4 / e ^[-61 652 / (8.314 × 323.15) + 16.306 0]	431/432	1.361 0	99.77 ^N	0.561 6
333.15		lnκ/0.813 5			t _c = lnκ - 0.813 5 / e ^[-61 652 / (8.314 × 333.15) + 16.306 0]	235/244	1.423 5	96.31 ^N	0.610 0
343.15		lnκ/0.882 8			t _c = lnκ - 0.882 8 / e ^[-61 652 / (8.314 × 343.15) + 16.306 0]	170/162	1.725 2	95.06 ^P	0.842 4
303.15	POV	POV/7.290 9	b	f	t _c = POV - 7.290 9 / e ^[-32 394 / (8.314 × 303.15) + 8.740 4]	1 077/996	24.920 1	91.87 ^P	17.629 2
313.15		POV/4.253 8			t _c = POV - 4.253 8 / e ^[-32 394 / (8.314 × 313.15) + 8.740 4]	544/578	17.663 4	94.12 ^N	13.409 6
323.15		POV/-0.902 3			t _c = POV + 0.902 3 / e ^[-32 394 / (8.314 × 323.15) + 8.740 4]	388/432	14.942 3	89.81 ^N	14.040 0
333.15		POV/10.336 0			t _c = POV - 10.336 0 / e ^[-32 394 / (8.314 × 333.15) + 8.740 4]	264/244	24.072 3	91.80 ^P	13.737 2
343.15		POV/5.238 8			t _c = POV - 5.238 8 / e ^[-32 394 / (8.314 × 343.15) + 8.740 4]	165/162	17.285 4	98.15 ^P	12.036 6
303.15	Q _v	Q _v /41.222	c	g	t _c = Q _v - 41 222 / e ^[-25 772 / (8.314 × 303.15) + 2.646 2]	975/996	40.724 0	97.89 ^N	-0.498 0
313.15		Q _v /41.142			t _c = Q _v - 41 142 / e ^[-25 772 / (8.314 × 313.15) + 2.646 2]	653/578	40.679 6	87.02 ^N	-0.462 4
323.15		Q _v /41.242			t _c = Q _v - 41 242 / e ^[-25 772 / (8.314 × 323.15) + 2.646 2]	405/432	40.853 2	93.75 ^N	-0.388 8
333.15		Q _v /40.580			t _c = Q _v - 40 580 / e ^[-25 772 / (8.314 × 333.15) + 2.646 2]	205/244	40.317 6	84.02 ^N	-0.262 4
343.15		Q _v /40.586			t _c = Q _v - 40 586 / e ^[-25 772 / (8.314 × 343.15) + 2.646 2]	183/162	40.278 2	87.04 ^P	-0.307 8
303.15	AV	AV/0.492 1	d	h	t _c = AV - 0.492 1 / e ^[-52 862 / (8.314 × 303.15) + 11.981 0]	802/996	0.591 7	80.52 ^N	0.099 6
313.15		AV/0.474 9			t _c = AV - 0.474 9 / e ^[-52 862 / (8.314 × 313.15) + 11.981 0]	714/578	0.648 3	76.47 ^P	0.173 4
323.15		AV/0.545 6			t _c = AV - 0.545 6 / e ^[-52 862 / (8.314 × 323.15) + 11.981 0]	475/432	0.761 6	90.05 ^P	0.216 0
333.15		AV/0.772 7			t _c = AV - 0.772 7 / e ^[-52 862 / (8.314 × 333.15) + 11.981 0]	268/244	0.992 3	90.16 ^P	0.219 6
343.15		AV/0.518 1			t _c = AV - 0.518 1 / e ^[-52 862 / (8.314 × 343.15) + 11.981 0]	136/162	0.712 5	96.30 ^N	0.194 4

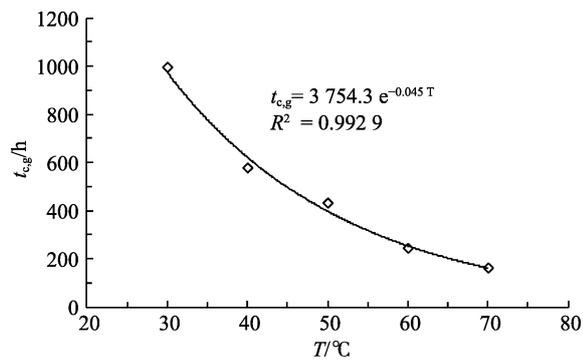


图 7 SSO 氧化试样 $t_{c,g}$ 与 T 关系曲线

时间, h; FHL 为符合率, $1 - (|t_{c,y} - t_{c,g}| / t_{c,g})$; κ 、POV、 Q_v 、AV 的量纲分别为 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 、 mmol/kg 、 kJ/g 和 mg/g ; 表 1 中 a 为 16.306 0; b 为 8.740 4; c 为 2.646 2; d 为 11.981 0; e 为 61 652 J/mol; f 为 32 394 J/mol; g 为 25 772 J/mol; h 为 52 862 J/mol; P 意为正误差; N 意为负误差。

数据表明:(1) 预测结果符合率较好。总符合率范围为 76.47%~99.77%, 符合率 80.52%~99.77% 的占 95%, 正负误差基本对称;(2) 4 种 CP 均有 t_c 对应的 X_c (κ 作 CP 时, T 从低到高对应的 $\ln\kappa$ 分别是 0.945 0、1.130 3、1.361 0、1.423 5、1.725 2, 对应的 κ 分别是 2.572 8、3.096 6、3.900 1、4.151 6、5.613 6 $\mu\text{S}/\text{cm}$), 且 $X_c - X_0$ 值有一定规律。 $\ln\kappa_c - \ln\kappa_0$ 值随 T 升高而渐大, $\text{POV}_c - \text{POV}_0$ 值、 $Q_{v,c} - Q_{v,0}$ 值均随 T 升高而渐小, $\text{AV}_c - \text{AV}_0$ 值随 T 升高呈渐大趋势。这些情况对预测 SO 的货架期具有参考价值。SSO 在实验条件下, t_c 与其在相同贮存条件下的货架期等效。SSO 的货架期同样受多种环境因素(温度、顶空率、氧分压、光照度、相对湿度等)影响, T 随贮存情况不同可能有较大差异, 在其他条件较固定时, 可由上述方法预测货架期。

2.3 讨论

实验旨在揭示 T 对 SSO 稳定性的影响(通过用多种表征方法体现 T 对 SSO 的 OR 影响及 T 对 SSO 的 t_c 影响), 除 T 外, 顶空率、氧分压、光照度、相对湿度也是 SSO 稳定性的重要影响因素。尽管 T 对 SSO 稳定性影响的单因素实验可反映客观规律, 但多因素交互实验得出的 CP 和 t_c 预测模型对于科学预测 SO 货架期更有实用价值, 值

得深入研究。实验是在部分加速与部分模拟的条件下进行, SO 贮、运时可能遇到较高(如 40~70)或较低(<20)温度, 使 k 大幅度升高或较低。试样容器规格、氧化条件及控制准确性、CP 测定方法等均会影响测定数据和结果, 许多问题尚待探讨。反映油脂稳定性所用的 CP 种类虽然较多, 但至今未见以 Q_v 作 CP 的研究报道, 实验用 Q_v 作 SSO 稳定性的 CP 是一种尝试, 有关研究尚属初步, 其能否成为一种公认的 CP, 需要进一步实践验证。

3 结论

实验证明贮存温度对 SSO 的稳定性有重要影响, 在油脂贮存时应对其严格控制。油脂 OR 速率随其贮存温度的升高而增大, 两者之间有较强的动力学规律。4 种 CP 的数值随氧化时间的变化规律可用一级或零级反应动力学定量描述。实验条件下 4 种 CP 描述的试样 t_c 预测模型符合实际, 其预测结果有较好的符合度, 预测方法有实际应用价值。

用 κ 、POV、 Q_v 和 AV 作油脂 OR 的 CP, 在相同实验条件下描述同一 SSO 试样 OR 所得出的速率常数和 CP 变化幅度差异悬殊, 甚至 OR 反应的化学动力学规律也有区别。各 CP 对 SSO 贮存的环境条件敏感度不同, 可能影响贮存条件的选择。该结果揭示, 油脂 OR 的 k 值大小要与 CP 结合起来衡量才有意义, CP 要根据表征的目的而选择, 无目的性要求时, 要尽量选择测定简便、准确度高、变化幅度明显的 CP。实验所用的 4 种 CP 反映的 OR 本质各异, 如何统一衡量和描述油脂 OR, 或者综合表征油脂的稳定性, 仍须深入研究。

参考文献:

- [1] CHOE E, MIN D B. Mechanisms and factors for edible oil oxidation[J]. Comprehensive Reviews in Food Science & Food Safety, 2006, 5(4): 169-186.
- [2] 李晨阳, 张振山, 刘玉兰. 储存条件对大豆品质变化的影响[J]. 粮油食品科技, 2014, 22(1): 71-75.
- [3] 郭咪咪, 薛雅琳, 张东, 等. 油茶籽油氧化稳定性分析研究综述[J]. 粮油食品科技, 2017, 25(4): 30-34.
- [4] KUBO S. Routes of formation and toxic consequences of lipid oxidation products in foods[J]. Free Radical Biology and

- Medicine, 1992, 12(1): 63-81.
- [5] LI J, SUN X, LIU Y. Analysis and detection of edible oil oxidation[J]. Lipid Technology, 2016, 28(8): 145-148.
- [6] 王雪洁, 陆佳平. 温度对大豆油氧化特性的影响及其保质期预测[J]. 中国油脂, 2010, 35(10): 42-44.
- [7] MANZOCCO L, PANOZZO A, CALLIGARIS S. Accelerated shelf life testing (ASLT) of oils by light and temperature exploitation[J]. Journal of the American Oil Chemists Society, 2012, 89(4): 577-583.
- [8] 蒋丽丽, 张敏. 水和金属离子对大豆压榨油氧化酸败的影响[J]. 农产品加工·学刊, 2011, (7): 26-28+35.
- [9] 大豆油: GB/T 1535—2017 [S].
- [10] 分析实验室用水规格和试验方法: GB/T 6682—2008 [S].
- [11] 刘志明, 孙清瑞, 唐彦君, 等. 贮存容器顶空率对氧化大豆油电导率的影响[J]. 中国粮油学报, 2019, 34(5): 50-54.
- [12] 食品安全国家标准 食品中过氧化值的测定: GB 5009. 227—2016 [S].
- [13] 刘志明, 祖若琪, 耿婵娟, 等. 热值法测定白酒中乙醇含量的实验教学研究[J]. 实验室科学, 2012, 15(4): 98-101.
- [14] 食品安全国家标准 食品中酸价的测定: GB 5009. 229—2016 [S].
- [15] 食品安全国家标准 植物油: GB 2716—2018 [S].
- [16] LABUZA T P, SHAPERO M. Prediction of nutrient losses[J]. Food Proc and Pres, 1978, 2(2): 91-99.
- [17] 曹君. 不同脂肪酸结构食用油的氧化规律及其动力学研究[D]. 南昌: 南昌大学, 2015.
- [18] ABDULLAH S C. Oxidation kinetics of soybean oil in the presence of monoolein, stearic acid and iron[J]. Food Chemistry, 2007, 101: 724-728.
- [19] CHO E, MIN D B. Mechanisms of antioxidants in the oxidation of foods[J]. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 2009, 8(4): 345-358.
- [20] 罗渝然. 化学键能数据手册[M]. 北京: 科学出版社, 2005: 22-211.
- [21] 王新芳. 油脂氧化及氧化稳定性的测定方法[J]. 德州学院学报(自然科学版), 2004, 20(6): 46-50.
- [22] 张建, 赵武奇, 方媛, 等. 樱桃仁油的氧化稳定性及货架期预测[J]. 中国油脂, 2016, 41(4): 78-82.
- [23] 刘志明, 赵婉舒, 冯玉超, 等. 化学动力学法预测炒制花生仁货架期[J]. 食品研究与开发, 2016, 37(19): 212-215. ㊟

2019 国际粮食营养改善经验交流研讨会在山东滨州召开

2019 年 12 月 16 日至 18 日, 由国家粮食和物资储备局科学研究院主办, 山东省粮食和物资储备局和滨州市人民政府协办的“2019 国际粮食营养改善经验交流研讨会”在山东滨州成功召开。会议由国家粮食和物资储备局科学研究院粮食品质营养研究所孙辉所长主持, 滨州市人民政府贾善银副市长、山东省粮食和物资储备局张可谭总工程师、国家粮食和物资储备局科学研究院张永奕副院长分别致辞。

会议共吸引来自粮食营养界的 200 余名嘉宾参会, 其中粮食行业行政主管部门 20 余人, 科研院校 70 余人, 企业负责人及技术研发骨干 100 余人, 涵盖粮食营养产学研用各个领域。来自中国、美国、加拿大、澳大利亚、日本、新西兰、瑞士、越南、泰国等 9 个国家的 19 位行业专家从国民粮食营养健康政策的制定与实施、全球营养与健康现状、粮油营养成分及产品开发、营养机理与人群健康研究等方面进行了交流研讨。

本次会议极大拓展了“粮食营养改善”这一

主题的内涵和外延。从研究人群来看, 既关注老年人、贫困地区儿童等亟需营养改善的人群, 也对城市、农村不同地区人群的营养需求及糖尿病、心脑血管疾病等特定人群的膳食营养提出建议; 从营养素类别来看, 既聚焦淀粉、蛋白质、脂肪、维生素、矿物质、膳食纤维等粮食中含有的常规营养素, 又对多酚、黄酮、活性多肽等粮食营养领域的研究热点进行探讨; 从粮食作物和产品来看, 既探讨以米饭、面粉为代表的大宗粮谷类食物摄入与人群健康的关系, 也探讨了全谷物、薯类以及以荞麦、燕麦为代表的杂粮与健康的关系, 进而探讨功能性主食产品的开发及其在人类健康改善、慢性病防控等方面的应用前景。

本次会议的召开, 为国内外粮食营养界的同仁们搭建了一个务实高效、协作创新的交流平台, 为推进粮食食品产业高质量发展, 促进国民粮食营养健康提供更多智慧方案。

(转自: 国家粮食和物资储备局科学研究院官网, http://www.chinagrains.org/zhzx/tpxw/201912/t20191220_5973.html, 2019-12-20)