

油炸薯条防软抗菌包装材料与技术研究

doi:10.3969/j.issn.1674-7100.2018.06.008

杨福馨 汪志强
李 灿 陈晨伟
徐 韬 程 龙
隋 越 姜 悦

上海海洋大学
食品学院
上海 201306

摘 要: 针对油炸薯条在贮藏过程中易吸收包装内外部环境的水分导致变软、变质的现象,利用山梨酸钾(PS)、脱氢乙酸钠(SD)对聚乙烯醇(PVA)进行改性,再将改性聚乙烯醇涂布到无纺布表面得到内包装材料,并以KPET/PA/NTPE复合膜、PVDC/PE复合膜为外包装材料,对薯条进行密封包装;其后,对贮藏过程中油炸薯条的硬度、菌落总数、失重及感官评定等进行测定,从而得到最佳的包装参数。结果表明:以KPET/PA/NTPE复合膜为外包装,SD添加质量分数为3%的改性无纺布为内包装,薯条的保鲜效果最好。

关键词: 油炸薯条; 抗菌剂; 无纺布; 聚乙烯醇; 菌落总数

中图分类号: TS206.4

文献标志码: A

文章编号: 1674-7100(2018)06-0055-08

0 引言

马铃薯,又名土豆、洋芋,是世界上仅次于小麦、水稻和玉米的第四大粮食作物。目前我国马铃薯的种植面积和总产量居于世界首位^[1]。马铃薯在食品加工方面应用广泛,可用于生产粉条、薯条、膨化薯片、薯丸等400多种主副食品。在欧洲,马铃薯一直作为主粮消费,素有第二面包的美称^[2]。

薯条是以马铃薯为原料,将其切成条块状后经油炸而成的食品。油炸薯条口感酥脆、风味独特、食用方便,因而其风靡全球,深受消费者喜爱。马铃薯中淀粉含量高,在油炸过程中内部会形成许多孔洞,这些孔洞易吸收空气中的水分,致使薯条变软,酥脆感下降;此外,空气中的微生物和O₂也会使薯条变质。目前市场上用于薯条包装的材料多为复合材料,如纸塑复合材料,但其在食品的防软抗菌方面仍没有

突破性进展。因此,研制出一种新型包装材料以防止薯条在贮藏期间发生变软、变质,成为研究者亟待解决的难题。

目前,常用的食品包装材料有聚乙烯醇(polyvinyl alcohol, PVA)、尼龙(polyamide, PA)、聚乙烯(polyethylene, PE)、聚偏二氯乙烯(polyvinylidene chloride, PVDC)。PVA是一种无腐蚀性、无毒害、环境友好的亲水性高分子材料,其化学性质稳定,易成膜,且具有一定的机械强度^[3-4]。PA是世界上第一种人工合成纤维,具有良好的机械性能,易于成型加工,但其缺点是易吸湿^[5]。PE具有较好的防潮性,无毒无臭且化学性质稳定,但其耐老化性能差^[6]。PVDC具有优越的阻隔性能,但其热稳定性差,加工成型困难^[7]。油炸薯条的特殊性要求其包装材料应具有防软抗菌的性能,上述单一的材料已不能满足其要求,需要研制出一种新型的改性复合膜。

收稿日期: 2018-08-19

基金项目: 国家863计划基金资助项目(2012AA0992301),上海市科学技术委员会工程中心建设基金资助项目

(11DZ2280300),上海市高校成果转化专项基金资助项目(2013CL1312HY),上海市产学研基金资助项目(15cxy69),上海高校一流学科基金资助项目(A2-2019-14-0003)

作者简介: 杨福馨(1958-),男(侗族),贵州天柱人,上海海洋大学教授,主要从事包装工程理论与技术方面的研究,
E-mail: fxyang@shou.edu.cn

本研究以聚乙烯醇母液为基础,添加山梨酸钾(potassium sorbate, PS)和脱氢乙酸钠(sodium dehydroacetate, SD),制得聚乙烯醇抗菌母液,并将其涂覆于无纺布表面,干燥后成膜,即得到内包装材料;将高阻隔涤纶(记为 KPET)与自制的改性聚乙烯(记为 NTPE)、PA 复合的 KPET/PA/NTPE 膜, PVDC 与 PE 复合的 PVDC/PE 膜作为两种不同的外包装材料;将内外包装结合,对油炸薯条进行密封包装。对贮藏过程中油炸薯条的硬度、菌落总数、失重和感官评定进行测定与分析,从而确定聚乙烯醇抗菌母液的最佳配比,以及较合适的外包装材料,以期对油炸薯条防软抗菌包装材料的研究提供一定的理论参考。

1 实验

1.1 原料与试剂

1) 主要原料

油炸薯条,购于上海海洋大学附近的肯德基店;无纺布(non-woven fabric, NWF),定量为 60 g/m^2 ,中国东莞市佳联达无纺布有限公司;KPET/PA/NTPE 膜、PVDC/PE 膜,实验室自制。

2) 主要试剂

聚乙烯醇,聚合度为 1799,上海精细化工科技有限公司;山梨酸钾,食品级,宁波玉龙科技股份有限公司;脱氢乙酸钠,食品级,上海崇明生化制品厂有限公司;甘油,分析纯,国药集团化学试剂有限公司;无水乙醇,分析纯,质量分数不低于 99.7%,上海凌峰化学试剂有限公司;氯化钠(NaCl),分析纯,质量分数不低于 99.5%,国药集团化学试剂有限公司;平板计数琼脂(plate counting agar, PCA),规格为 250 g/瓶 ,国药集团化学试剂有限公司;去离子水,实验室自制。

1.2 仪器与设备

涂膜器,AZY-SERIES 型,深圳市安卓源科技电子有限公司;电子天平,UTP-313 型,上海花潮电器有限公司;水果硬度计,GY-J 型,浙江托普仪器有限公司;塑料薄膜封口机,PFS 型,浙江江南实业有限公司;高压灭菌锅,ZDX-30KBS 型,上海申安医疗器械厂;洁净操作台,VS-1300L 型,江苏苏净集团苏州安泰空气技术有限公司;拍击式无菌均质器,JX-05 型,上海净信实业发展有限公司;集热式恒温加热磁力搅拌器,DF-101S 型,河南省予

华仪器有限公司;隔水式恒温培养箱,GHP 型,上海一恒科学仪器有限公司;电热恒温培养箱,HPX-9052MBE 型,上海博讯实业有限公司医疗设备厂;电热恒温鼓风干燥箱,DHG-9023A 型,上海一恒科学仪器有限公司;循环水式真空泵,SHB-III A 型,郑州长城科工贸有限公司。

1.3 实验方法

1.3.1 聚乙烯醇抗菌胶质的制备

将一定质量的 PVA 颗粒用去离子水清洗后,在 60°C 鼓风干燥箱中干燥 12 h;再向烘干后的 PVA 颗粒中加入一定量的去离子水,于 65°C 恒温溶胀 2 h;然后加入质量分数为 1% 的甘油作为增塑剂,在 95°C 下恒温搅拌 4 h,直至 PVA 颗粒完全熔融;在 -0.1 MPa 下脱气 1 h,即制得质量分数为 12% 的 PVA 母液。

另取 7 个洁净的烧杯(800 mL),依次编号为 A, B, C, D, E, F, G。称取适量抗菌剂山梨酸钾(PS)或脱氢乙酸钠(SD)与 PVA 母液混合装入烧杯,具体配比如表 1 所示。将各烧杯置于集热式恒温加热磁力搅拌器中,在 60°C 下搅拌 4 h,至 PVA 胶质混合均匀且呈胶状时,冷却 30 min,取出烧杯,待用。

表 1 PVA 抗菌胶质的配方

Table 1 Formulation of PVA antibacterial gel

编号	PVA 母液 质量/g	PS 质量 分数/%	SD 质量 分数/%	去离子水 体积/mL
A	50	0	0	500
B	50	1	0	500
C	50	3	0	500
D	50	5	0	500
E	50	0	1	500
F	50	0	3	500
G	50	0	5	500

1.3.2 改性无纺布的制备

将所购无纺布裁剪成若干份 $16 \text{ cm} \times 12 \text{ cm}$ 的长方形;实验前将其放入无水乙醇溶液中浸泡 180 min,再转至振荡器中振荡 60 min,以除去无纺布表面残余杂质;然后用去离子水反复冲洗,去除残留的乙醇;最后在 60°C 的鼓风干燥箱中烘干,待用。

参照文献[8]中聚乙烯醇改性无纺布的制备方法稍作调整,采用涂布工艺制备改性无纺布。具体步骤如下:固定无纺布在涂膜器的玻璃板上,依次均匀倒入各配比的 PVA 抗菌胶质于无纺布上,用涂膜器以横向(与无纺布长端方向一致)涂布 2 次,单次涂布后需干燥 8 min 再进行第二次涂布;最后在 70°C 下

烘干, 制得 PVA/NWF 复合膜和不同配比的 PS-PVA/NWF 和 SD-PVA/NWF 抗菌复合膜。

1.3.3 薯条的包装方法

将上述制备的 3 种抗菌复合膜及无纺布各取 8 份, 采用三边封口的方式, 用封口机热封制成包装袋, 作为油炸薯条的内包装, 待用; 将 KPET/PA/NTPE 复合膜和 PVDC/PE 复合膜各裁剪成 32 份规格为 24 cm × 14 cm 的长方形, 制成包装袋, 作为油炸薯条的外包装, 待用。

油炸薯条具体的包装方式如表 2 所示。分别称取同一批次制作的新鲜油炸薯条各 10 g, 装入表 2 的内包装袋中, 再以 KPET/PA/NTPE 复合膜、PVDC/PE 复合膜为外包装袋, 共组成 16 种包装方式, 每组做 4 个平行样品, 采用三边封口方式密封。

表 2 油炸薯条的包装设计
Table 2 Packaging design of fries

组别	外包装	内包装
A		NWF
B		PVA/NWF
C		1%PS-PVA/NWF
D		3%PS-PVA/NWF
E	KPET/PA/NTPE	5%PS-PVA/NWF
F		1%SD-PVA/NWF
G		3%SD-PVA/NWF
H		5%SD-PVA/NWF
a		NWF
b		PVA/NWF
c		1%PS-PVA/NWF
d		3%PS-PVA/NWF
e	PVDC/PE	5%PS-PVA/NWF
f		1%SD-PVA/NWF
g		3%SD-PVA/NWF
h		5%SD-PVA/NWF

1.4 检测方法

在实验过程中要求各薯条包装的贮藏环境保持一致, 每隔 2 d 检测一次薯条的硬度及菌落总数, 8 d 后测定其失重和感官评定情况。通过分析油炸薯条 0~8 d 内各项指标的变化情况, 判断不同包装材料对油炸薯条的防软、抗菌及保鲜效果。

1.4.1 硬度测定

油炸薯条的硬度是衡量其新鲜度的重要指标之一。本课题组采用水果硬度计对油炸薯条的硬度进行测定。

1) 原理

油炸薯条的硬度是指其单位面积所能承受测力

弹簧的压力, 可按式 (1) 进行计算。

$$P = \frac{N}{S}, \quad (1)$$

式中: P 为被测油炸薯条硬度值, 10^5 Pa;

N 为测力弹簧压在油炸薯条上的力, N;

S 为油炸薯条的受力面积, m^2 。

2) 操作步骤

硬度计调零, 转动表盘指针, 使指针与刻线 2 重合; 手握硬度计手柄, 使其垂直于被测薯条表面; 施力使压头均匀压入薯条样品中, 指针转起, 当压至规定的刻线时, 停止施力, 指针所指的刻度值即为所测薯条的硬度值。

1.4.2 菌落总数测定

以菌落总数为微生物指标, 参照 GB/T 4789.2—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定》^[9], 采用平板记数法, 计算每克油炸薯条样品中的菌落总数。

1.4.3 失重测定

密封包装后, 外包装复合膜的阻隔性能及改性无纺布内包装的吸水性能会间接反映在包装前后薯条质量的变化上。本课题组通过式 (2) 计算包装前后油炸薯条的质量变化。

$$\Delta m = m_0 - m_1, \quad (2)$$

式中: Δm 为包装前后的质量变化, g;

m_0 为包装内薯条的原始质量, g;

m_1 为贮藏 8 d 后包装内薯条的质量, g。

1.4.4 感官评定

从色泽、香味和酥脆感 3 个评价项目, 按照 3 个不同等级对油炸薯条进行感官评定, 具体的评定标准见表 3。

表 3 薯条的感官评定标准

Table 3 Sensory evaluation criteria for French fries

评价项目	评价标准		
	8~10 分	5~7 分	0~4 分
色泽	颜色呈亮黄色, 有光泽	颜色金黄, 无光泽	颜色暗黄, 有霉斑
香味	浓郁油炸薯条香味, 无异味	香味一般, 有一点异味	基本无香味, 有异味
酥脆感	非常酥脆, 口感好	酥脆感一般	不酥脆, 有柔软感

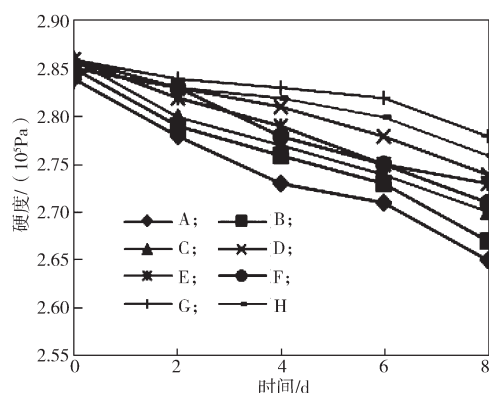
依据文献 [10] 中所述感官评定方法对薯条样品进行感官评定, 选择 10 名具有食品相关专业背景的感官评定人员, 每位评定人员均对同一样品进行评分, 取平均值作为每一项指标的最终分数, 并计算 3

个评价项目的总分,再取平均值作为油炸薯条感官评价的最终分数。

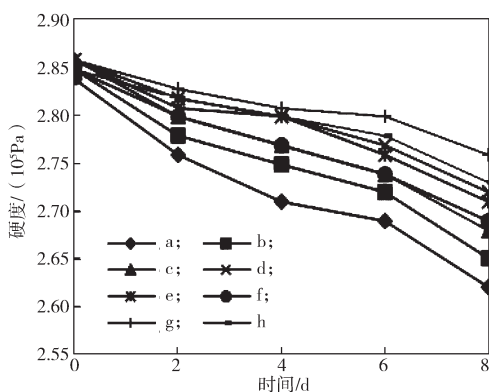
2 结果与分析

2.1 硬度

图1为两种不同外包装(KPET/PA/NTPE复合膜和PVDC/PE复合膜)中,8种改性无纺布抗菌复合膜对薯条硬度的影响曲线。



a) 以 KPET/PA/NTPE 复合膜为外包装



b) 以 PVDC/PE 复合膜为外包装

图1 不同的改性无纺布抗菌复合膜对薯条硬度的影响
Fig. 1 The influence of different modified non-woven antibacterial composite films on the hardness of French fries

由图1可知,随着贮藏时间的增加,16种组合包装中薯条的硬度大体呈现逐渐下降的趋势。添加PS或SD制成的抗菌复合膜对薯条硬度的影响均优于单一的无纺布和聚乙烯醇膜。随着PS或SD添加量的增大,抗菌复合膜对薯条硬度的影响呈先增大后减小的趋势。

以KPET/PA/NTPE复合膜为外包装(见图1a),薯条硬度变化由小到大依次为G<H<D<E<F<C<B<A;

添加PS抗菌复合膜中D组(3%PS-PVA/NWF)薯条硬度变化最小,添加SD抗菌复合膜中G组(3%SD-PVA/NWF)薯条硬度变化最小,且G组硬度变化小于D组。这是因为SD分子中含有亲水的羟基,能够吸收薯条中部分的水,从而延缓了薯条硬度的下降。

以PVDC/PE复合膜为外包装(见图1b),随着抗菌剂(PS或SD)含量的增加,薯条的硬度变化与KPET/PA/NTPE复合膜为外包装的一致,其中g组薯条硬度变化最小。

图2是选取上述薯条硬度变化较小的G组(以KPET/PA/NTPE复合膜为外包装)和g组(以PVDC/PE复合膜为外包装),在相同的内包装(3%SD-PVA/NWF)中,考察不同外包装对薯条硬度的影响。由图2可知,G组包装对薯条有更好的保硬效果,这是因为KPET/PA/NTPE复合膜的阻隔性能更强,阻隔了外界水分子的进入,从而使薯条保持更好的硬度。

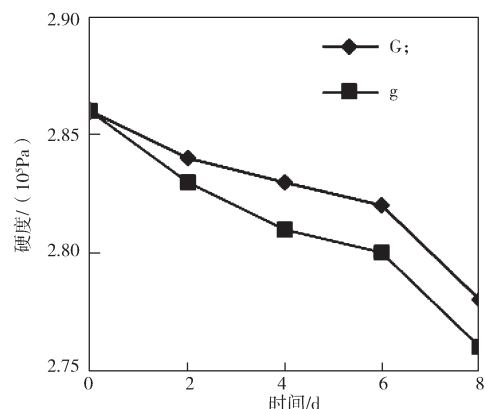


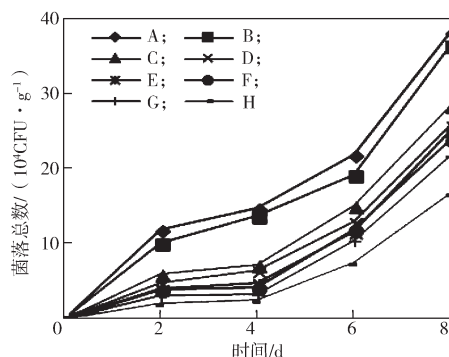
图2 G组和g组薯条硬度变化对比图

Fig. 2 Comparison of the hardness changes of French fries in group G and g

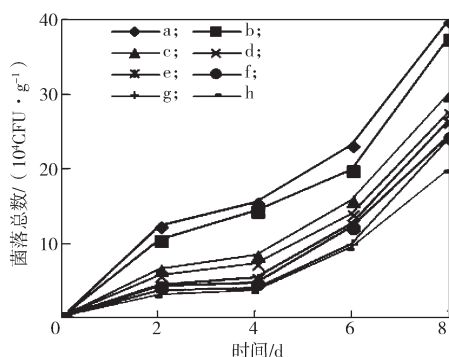
2.2 菌落总数

薯条在储藏过程中,适宜的温度、湿度以及自身的营养物质使微生物不断生长繁殖,从而影响薯条的质量,因此菌落总数可作为评价薯条质量的重要微生物指标。图3为16种包装组合中,在贮藏期间薯条菌落总数的变化曲线。

从图3可知,随着贮藏时间的增加,薯条菌落总数呈现逐渐上升的趋势,且随着抗菌剂(PS或SD)质量分数的增大,菌落总数不断减小,由此说明添加抗菌剂(PS或SD)有效提高了复合膜的抗菌性能。



a) 以 KPET/PA/NTPE 复合膜为外包装



b) 以 PVDC/PE 复合膜为外包装

图3 不同的改性无纺布抗菌复合膜对薯条菌落总数的影响

Fig. 3 The influence of different modified non-woven antibacterial composite films on total number of colonies of fries

以 KPET/PA/NTPE 复合膜为外包装 (见图 3a), 添加 PS 抗菌复合膜中 E 组 (5%PS-PVA/NWF) 薯条菌落总数变化最小, 添加 SD 抗菌复合膜中 H 组 (5%SD-PVA/NWF) 薯条菌落总数变化最小, 且 H 组菌落总数变化小于 E 组, 这是因为 SD 的抗菌性能优于 PS。

以 PVDC/PE 复合膜为外包装 (见图 3b), 随着抗菌剂 (PS 或 SD) 含量的增加, 薯条的菌落总数变化与 KPET/PA/NTPE 复合膜为外包装的一致, 其中 h 组薯条菌落总数变化最小。

图 4 为选取上述薯条菌落总数变化较小的 H 组 (以 KPET/PA/NTPE 复合膜为外包装) 和 h 组 (以 PVDC/PE 复合膜为外包装), 在相同的内包装 (5%SD-PVA/NWF) 中, 考察不同外包装对薯条菌落总数的影响。由图 4 可知, H 组包装中薯条菌落总数变化较小, 其抗菌效果较好。这是因为 KPET/PA/NTPE 复合膜能更好地阻隔外界水分子和氧气分子的进入, 不利于微生物的生长。

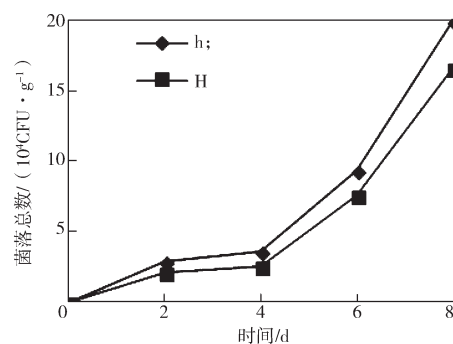


图4 H组和h组薯条菌落总数变化曲线

Fig. 4 The variation curve of the total number of colonies of French fries in group H and h

2.3 失重

薯条的多孔结构使其极易吸收环境中的水。因此, 通过检测包装前后薯条的质量变化, 可以间接反映内包装材料的吸水性能和外包装复合膜的阻隔性能。本课题组选取 A 组 (以 NWF 为内包装, 以 KPET/PA/NTPE 复合膜为外包装) 和 a 组 (以 NWF 为内包装, 以 PVDC/PE 复合膜为外包装), B 组 (以 PVA/NWF 为内包装, 以 KPET/PA/NTPE 复合膜为外包装) 和 b 组 (以 PVA/NWF 为内包装, 以 PVDC/PE 复合膜为外包装) 作为对比, 考察包装前后薯条的失重情况, 结果如表 4 所示。

表4 不同包装组合中薯条的失重情况

Table 4 Weight loss of French fries in different packaging combinations

组别	失重 /g
A	0.048
a	0.027
B	0.432
b	0.398

从表 4 可以看出, 贮藏 8 d 后, 薯条的质量会下降, 这是由于内包装选用无纺布材料, 其具有较高的吸水性能, 以防止薯条受潮软化。内包装相同的组合 (A 与 a、B 与 b) 中, 薯条失重越大, 则外包装的阻隔性能越好, 这是因为外包装阻隔性能越好越能有效阻止包装外部环境中的水分渗透至包装内部, 不被薯条吸收; 在内包装吸水性能相同的条件下, 无纺布只能吸收薯条自身的水分, 从而使薯条失重越大。因此, 相较于 PVDC/PE 复合膜, KPET/PA/NTPE 复合膜具有更好的阻隔性能。外包装相同的组合 (A 与 B、a 与 b) 中, 薯条失重越大, 则内包装的吸水

性能越好。PVA 具有很好的吸水性能,能够吸收包装内部及外部渗入的水分,从而避免水分子进入薯条。因此,相较于 NWF, PVA/NWF 具有更好的吸水性能。

为了研究抗菌剂(PS 或 SD)的添加对改性无纺布吸水性能的影响,本课题组以 KPET/PA/NTPE 复合膜为外包装,以添加不同含量抗菌剂的改性无纺布为内包装,密封贮藏 8 d 后,包装内薯条的失重曲线如图 5 所示。

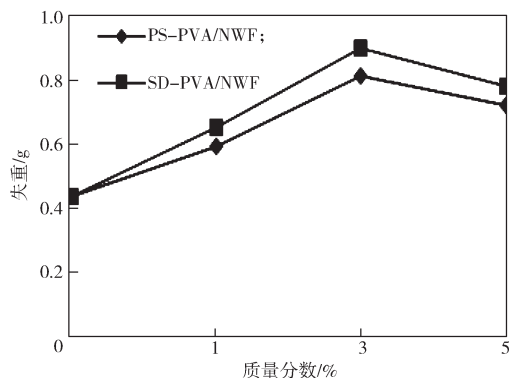


图 5 抗菌剂含量对薯条失重的影响曲线

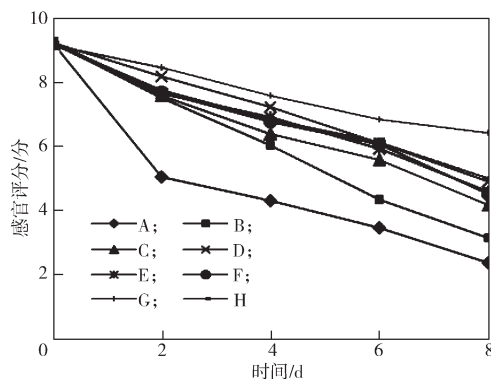
Fig. 5 The influence curve of antibacterial content on weight loss of French fries

从图 5 可以看出,随着抗菌剂(PS 或 SD)质量分数的增加,薯条的失重呈现先增大后减小的趋势;抗菌剂添加量相同的情况下,SD-PVA/NWF 复合膜中的薯条失重更大。当 PS (或 SD) 的质量分数为 3% 时,改性抗菌无纺布吸水性能较好,这是因为添加过量的抗菌剂,会阻塞 PVA 和无纺布的孔洞,降低了 PVA 的吸水性能。抗菌剂添加量相同时,因 SD 分子中含有亲水的羟基,能够吸收薯条中部分的水,从而使 SD-PVA/NWF 复合膜的吸水性能更好。

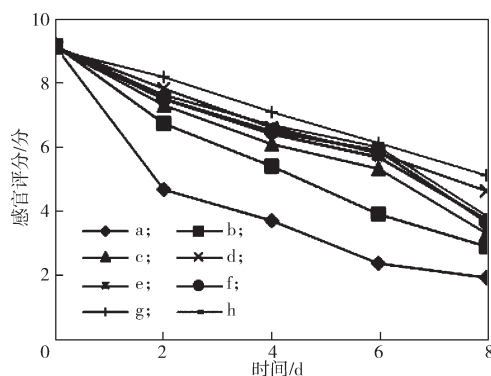
2.4 感官评定

图 6 为 16 种包装组合中,在储藏期间薯条感官品质的变化曲线。

从图 6 可以看出,随着贮藏时间的增加,16 种组合包装中薯条的感官品质均呈现逐渐下降的趋势;添加 PS 或 SD 制成的抗菌复合膜对薯条感官品质的影响均优于单一的无纺布和聚乙烯醇膜,尤其是无纺布(A 组),随着贮藏时间的增加,其薯条品质下降最为明显,这是因为 A 组包装中无纺布没有涂布改性聚乙烯醇,吸水性不高。



a) 以 KPET/PA/NTPE 复合膜为外包装



b) 以 PVDC/PE 复合膜为外包装

图 6 不同的改性无纺布抗菌复合膜对薯条感官品质的影响

Fig. 6 Effects of modified non-woven fabric with different content of antimicrobial agent on sensory quality of fries

以 KPET/PA/NTPE 复合膜为外包装(见图 6a),添加 PS 抗菌复合膜中 D 组(3%PS-PVA/NWF)薯条的感官品质变化最小,添加 SD 抗菌复合膜中 G 组(3%SD-PVA/NWF)薯条的感官品质变化最小,且 G 组品质变化小于 D 组。这是因为添加 SD 质量分数为 3% 的内包装(G 组)能有效吸收包装内及薯条自身的水,同时抑制了微生物的生长,抗菌保鲜效果明显。

以 PVDC/PE 复合膜为外包装(见图 6b),随着抗菌剂(PS 或 SD)含量的增加,薯条的感官品质变化与 KPET/PA/NTPE 复合膜为外包装的一致,其中 g 组薯条感官品质变化最小。

图 7 是选取上述薯条感官品质较好的 G 组(以 KPET/PA/NTPE 复合膜为外包装)和 g 组(以 PVDC/PE 复合膜为外包装),在相同的内包装(3%SD-PVA/NWF)中,考察不同外包装对薯条感

官品质的影响。由图 7 可知, G 组包装能有效保持薯条品质, 延长产品的货架期。这是因为 KPET/PA/NTPE 复合膜具有更好的阻隔性能, 能够阻隔外界水分子和氧气分子渗入袋内, 对薯条的抗菌和保硬效果显著。

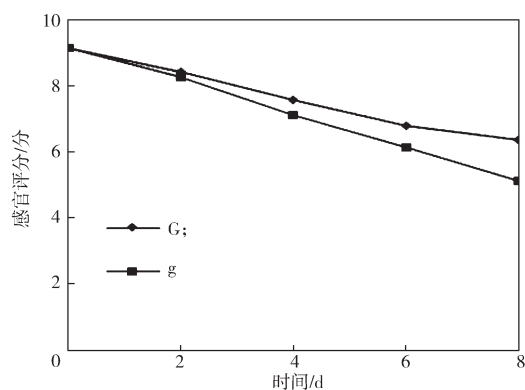


图 7 G 组和 g 组包装对薯条感官品质的影响

Fig. 7 Comparison of the effect of group G and g packaging on the sensory quality of French fries

3 结论

1) 通过在无纺布上涂布改性聚乙烯醇, 有效提高无纺布的吸水性能, 以其作为油炸薯条的内包装, 避免薯条吸水变软, 维持酥脆口感。以 KPET/PA/NTPE 复合膜为外包装、添加脱氢乙酸钠 (SD) 质量分数为 3% 的 G 组对薯条的保硬效果较好。

2) 在包装材料中添加抗菌剂 (PS 或 SD) 能有效提高包装材料的抗菌性能, 且 SD 的抗菌效果优于 PS, 其中以 KPET/PA/NTPE 复合膜为外包装、添加 SD 质量分数为 5% 的 h 组抗菌性能较好。

3) 综合各影响因素, 以 KPET/PA/NTPE 复合膜为外包装, 以添加 SD 质量分数为 3% 的改性无纺布复合膜为内包装, 油炸薯条的保鲜效果最好。

参考文献:

- [1] 马 莺. 马铃薯加工业的现状与发展前景 [J]. 中国马铃薯, 2001(2): 123-125.
MA Ying. Current Situation and Development Prospect of Potato Processing Industry[J]. Chinese Potato Journal, 2001(2): 123-125.
- [2] 刘亚珍. 常压油炸条件下降低油炸薯条含油量的工艺研究 [D]. 南京: 南京农业大学, 2007.
LIU Yazhen. Study on the Processing of Decreasing the

- Oiliness of Fried Potato Strips Under Normal Pressure [D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2007.
- [3] 仇春华, 杨凤林, 王文君, 等. 聚乙烯醇改性无纺布制备及性能研究 [J]. 大连理工大学学报, 2009, 49(6): 817-821.
ZHANG Chunhua, YANG Fenglin, WANG Wenjun, et al. Preparation and Performance of Surface Modification of Non-Woven Fabric by PVA (Polyvinyl Alcohol)[J]. Journal of Dalian University of Technology, 2009, 49(6): 817-821.
- [4] 陈晨伟, 符凯嘉, 马亚蕊, 等. 绿茶提取物对聚乙烯醇/微晶纤维素薄膜性能的影响 [J]. 包装学报, 2017, 9(5): 1-6.
CHEN Chenwei, FU Kaijia, MA Yarui, et al. Effect of Green Tea Extract on the Properties of Poly (Vinyl Alcohol)/Microcrystalline Cellulose Film[J]. Packaging Journal, 2017, 9(5): 1-6.
- [5] 李志嘉, 陈 曦, 林新土, 等. 国内食品领域聚酰胺薄膜的发展现状 [J]. 食品安全质量检测学报, 2018, 9(12): 3034-3039.
LI Zhijia, CHEN Xi, LIN Xintu, et al. Development of Polyamide Film in Domestic Food Industry[J]. Journal of Food Safety and Quality, 2018, 9(12): 3034-3039.
- [6] 马春平, 谢高艺, 张敏敏, 等. 可降解聚乙烯材料的研究进展 [J]. 塑料科技, 2017, 45(3): 95-98.
MA Chunping, Xie Gaoyi, Zhang Minmin, et al. Research Progress of Degradable Polyethylene Materials[J]. Plastics Science and Technology, 2017, 45(3): 95-98.
- [7] 李 娜. 涂层技术制备高阻隔性 PET 瓶的应用研究 [J]. 包装学报, 2017, 9(3): 58-64.
LI Na. Application of Coating Technology in Preparation High-Barrier PET Bottles[J]. Packaging Journal, 2017, 9(3): 58-64.
- [8] 陈基玉. 聚乙烯醇改性无纺布抗菌复合膜的制备及其对干鱼片抗菌保脆效果的研究 [D]. 上海: 上海海洋大学, 2017.
CHEN Jiyu. Research on Preparation of Polyvinyl Alcohol Modified Non-Woven Fabric Antibacterial Composite Membrane and Its Anti-Bacterial and Fragility-Maintaining Properties on Dried Fish[D]. Shanghai : Shanghai Ocean University, 2017.
- [9] 中华人民共和国卫生部. 食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定: GB/T 4789.2—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016: 2-13.
The Ministry of Health of People's Republic of China. National Food Safety Standard Microbiological

Examination: GB/T 4789.2—2016[S]. Beijing: Standard Press of China, 2016: 2-13.

- [10] 刘爽, 潘洪冬, 赵思明. 酥脆薯条的加工工艺与风味特征研究[J]. 食品工业科技, 2017, 38(14): 196-202.

LIU Shuang, PAN Hongdong, ZHAO Siming. Study on the Processing Technology and Flavor Characteristics of Crispy Fries[J]. Science and Technology of Food Industry, 2017, 38(14): 196-202.

Study on Anti-Soft and Antibacterial Packaging Materials for French Fries

YANG Fuxin, WANG Zhiqiang, LI Can, CHEN Chenwei, XU Tao, CHENG Long, SUI Yue, JIANG Yue
(College of Food Science and Technology, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract: In view of the phenomenon of softening and deterioration of French fries caused by the likely absorbance of water inside and outside the package during the storage process, the polyvinyl alcohol(PVA) was modified with potassium sorbate(PS) and sodium dehydroacetate(SD). The modified PVA was applied to the surface of the non-woven fabric to obtain the inner packaging material. The KPET/PA/NTPE composite film and the PVDC/PE composite film were used as the outer packaging materials, and French fries were sealed and packaged. The performance indexes of French fries in the storage process, such as hardness, total number of colonies, weightlessness and sensory evaluation were tested and analyzed to obtain the optimal packaging parameters. The results showed that the best fresh-keeping effect of French fries was using (3%) sodium dehydroacetate-polyvinyl alcohol modified non-woven fabric (3%SD-PVA/NWF) as the inner packaging and PVDC/PE composite film as the outer packaging.

Keywords: French fries; antibacterial agent; non-woven fabric; polyvinyl alcohol; total number of colonies