



改性蒙脱土/PVA/淀粉复合膜的 制备及其抗菌性能

余明, 龙涛, 张仁波, 董增*, 曹稳根, 陈红玲, 张磊
(宿州学院生物与食品工程学院, 安徽宿州 234000)

摘要: 采用高温灼烧法制备纳米氧化铜蒙脱土(MMT-CuO), 然后用十四烷基二甲基苄基氯化铵(1427)进行蒙脱土的阳离子改性。以聚乙烯醇(PVA)、红薯淀粉为基材, 甘油为塑化剂, 蒙脱土为抑菌剂和强化剂, 制备改性蒙脱土/PVA/淀粉复合膜。结果表明, 随着未改性蒙脱土的含量增加, 复合膜的抗拉强度也逐渐增加, 添加量为8%时, 膜的抗拉强度为 (7.132 ± 0.201) MPa, 断裂伸长率为 $(145.747 \pm 5.039)\%$; 季铵盐改性MMT-CuO的添加量的增大, 膜的拉伸强度变化不显著, 但是断裂伸长率、水溶性和水蒸气透过性均降低, 改善了膜的水溶性和水蒸气透过性; 改性蒙脱土可以提高膜的抗菌性, 尤其对金黄色葡萄球菌, 这种复合改性蒙脱土在抗菌包装上具有潜在应用价值。

关键词: 蒙脱土; 红薯淀粉; 聚乙烯醇; 复合膜; 抗菌性

中图分类号: TS 205.9 文献标志码: A 文章编号: 1005-9989(2020)01-0078-06

DOI:10.13684/j.cnki.spkj.2020.01.013

Preparation and Antibacterial Property of Modified Montmorillonite/ PVA/Starch Composite Film

YU Ming, LONG Tao, ZHANG Renbo, DONG Zeng*, CAO Wengen, CHEN Hongling, ZHANG Lei

(School of Biotechnology and Food Engineering, Suzhou University, Suzhou 234000, China)

Abstract: Montmorillonite-copper oxide (MMT-CuO) nanocomposites were obtained by high-temperature calcinations, and then MMT-CuO was modified by tetradecyldimethylbenzylammonium chloride (1427). The modified montmorillonite/PVA/starch composite film was prepared by casting method using polyvinyl alcohol (PVA) and sweet potato starch as substrate, glycerol as plasticizer and modified montmorillonite as reinforcing and antibacterial agent. The results showed that the tensile strength increased with more addition of non-modified montmorillonite. When the addition content was 8%, the tensile strength of the film was (7.132 ± 0.201) MPa, and the elongation at break was $(145.747 \pm 5.039)\%$. But there was no significant difference on the tensile strength after the addition of the 1427 modified MMT-CuO, the elongation at break of the composite film, the water solubility and water vapor permeability of the composite film were reduced. The film added with modified montmorillonite shown a good antibacterial

收稿日期: 2019-10-26

*通信作者

基金项目: 宿州学院校级教学研究重点项目(szyx2018jyxm17); 宿州学院国家级大学生创新创业项目(201910379049); 宿州学院省级大学生创新训练计划项目(201810379004)。

作者简介: 余明(1995—), 男, 研究方向为食品包装材料。





property, significant in *S. aureus*. It could be concluded that the composite modified MMT had a potential application in antibacterial package.

Key words: montmorillonite; sweet potato starch; polyvinyl alcohol; composite film; antibacterial

近年来,用可降解的天然高分子基包装材料替代塑料包装成为目前研究热点^[1]。淀粉是一种来源丰富、价格低廉、可再生的生物多聚体,其颗粒主要由2种类型的 α -葡聚糖组成,即直链淀粉与支链淀粉^[2]。糊化后的淀粉易成膜,但存在易溶于水、机械强度差和易老化等不足,经改性或者添加其他有机或无机填料能改善其性能^[3]。我国红薯种植面积和红薯产量均居世界前列,红薯淀粉含量高,是很好的淀粉原料^[4]。聚乙烯醇(PVA)是一种无毒无味的白色絮状或片状固体,生物可降解高分子材料,由于其无毒、无害、生物相容性好、成本较低、成膜性好和可降解性等特点,在生物材料制备中受到广泛研究^[5]。

天然蒙脱土(MMT)资源丰富、价格低廉,呈片层状结构,容易对其进行改性,较低添加量下就能显著改善聚合物复合材料的性能^[6-7]。MMT具有可交换的水合阳离子和很强的吸附性能,能够吸附细菌,所以适合作为离子抗菌剂的载体。但是,由于天然蒙脱土颗粒层间距小,不利于单体插入层间,从而表现出较差的相容性,因此对MMT进行适当改性能改善其物化性能及应用范围^[8]。铜离子具有较好的杀菌效果,但离子形式植入MMT不易控制释放量,通过碱性离子交换即高温熔融状态下实现铜离子与MMT中碱离子进行交换,生成稳定的CuO,安全性高。季铵盐也可以通过离子交换将季铵盐插入到MMT的层间,谭绍早等^[9]用锌离子和十四烷基二甲基苄基季铵阳离子制备出了复合抗菌剂,结果显示复合抗菌剂具有良好的抗菌性能。本研究拟将氧化铜和季铵阳离子依次插入蒙脱土片层间,得到一种抑菌谱较广、稳定性良好的新型复合抗菌材料。再将改性MMT与PVA、淀粉复合,以期制备出具有良好机械性能和环境友好型的抗菌生物包装膜。

1 实验部分

1.1 试剂与材料

红薯淀粉:食品级,北京厨大妈食品集团有限公司;甘油:分析纯,上海展云化工有限公司;

司;十四烷基二甲基苄基氯化铵(1427)(分析纯)、蒙脱土KSF(MMT)(比表面积20~40 m²/g):阿拉丁试剂有限公司;聚乙烯醇(PVA):优级纯,国药集团化学试剂有限公司。

1.2 实验仪器

NH300手持精密色差计:邦亿精密量仪(上海)有限公司;BPH-9272精密恒温培养箱:上海一恒科学仪器有限公司;TMS-PRO质构仪:美国FTC公司;U-3900H紫外-可见分光光度计:日立高新技术科学那珂事务所;Nicolet iS50傅立叶变换红外光谱仪:森诺高科(北京)国际试验技术有限公司。

1.3 改性蒙脱土复合膜的制备

1.3.1 纳米氧化铜蒙脱土(MMT-CuO)的制备 参考Nouri等^[10]采用高温煅烧制备MMT-CuO方法。将MMT和CuSO₄·5H₂O以质量比为1:1的比例置于马弗炉中550℃熔融煅烧90 min,然后待混合物冷却至室温,用0.1 mol/L盐水和去离子水反复洗涤。最后用滤纸过滤,并在室温下干燥24 h。

1.3.2 季铵盐改性MMT-CuO的制备 将10 g MMT-CuO配制成质量分数为5%悬浮液,加热搅拌到60℃后加入5.52 g十四烷基二甲基苄基氯化铵。继续搅拌6 h后将反应物抽滤得黄色沉淀物,再用质量分数为50%热的乙醇去离子水溶液洗涤,过滤、洗涤至无Cl⁻检出(用0.1 mol/L的AgNO₃检验),将得到的产品在65℃干燥箱中干燥48 h,研磨并过300目筛(孔径为54 μm)^[9]。

1.3.3 复合膜的制备 分别称取一定质量的红薯淀粉和PVA(质量比1:1),然后分别配制成质量分数为5%溶液,在90℃条件下水浴加热90 min使其完全溶解。然后等体积混合并加入一定质量的改性蒙脱土和35%的甘油,使其充分搅拌混合;均质脱气30 min后取40 mL膜液倒入塑料板中流延成膜,再放入40℃的恒温培养箱干燥12 h后揭膜。并将膜置于室温25℃、相对湿度为50%条件下的干燥器中平衡备用。

1.4 复合膜的性能测定和表面特征分析

1.4.1 薄膜的透光性 将薄膜裁剪成10 mm×30

mm的长条置于比色皿槽内,使薄膜完全覆盖住透光处,并用空气做空白对照。设定扫描波长为200~800 nm,缝隙宽度为4 nm,扫描速度120 nm/min。

1.4.2 抗拉强度(TS)与断裂伸长率(E) 将待测膜裁剪成70 mm×20 mm的长条型,初始夹距设置为50 mm,拉伸速度60 mm/min,起始拉力为0.075 N,每个样品测量5次,取平均值^[11]。

$$TS=F/S$$

$$E(\%)=(L'-L)/L \times 100$$

式中: F为试样断裂时承受的最大拉伸张力, N;
S为试样横截面积, m²;
L' 为拉断时膜长, m;
L为膜初始长, m。

1.4.3 水溶性测定 将裁成20 mm×40 mm的薄膜在60 ℃干燥至恒重,然后置于蒸馏水中室温下浸泡24 h,再将膜置于60 ℃的烘箱中干燥至恒重,根据下列公式计算膜在水中的溶解率。

$$W(\%)=(M_0-M_1) \times 100/M_0$$

式中: W为膜的水溶率, %;
M₀为干膜的质量, g;
M₁为吸水膨胀膜干燥后的质量, g。

1.4.4 水蒸气透过率的测定 在60 mm×30 mm称量瓶中放入5 g无水氯化钙,然后用被测膜封口,放入装有蒸馏水的干燥器内密封,置于25 ℃恒温培养箱中。由于薄膜内外保持一定蒸汽压差ΔP,水蒸气透过系数可以表示为通过薄膜的蒸汽量。每组设置3个平行样,水蒸气透过系数WVP按下列式计算。

$$WVP=\Delta m \cdot X/(A \cdot \Delta t \cdot \Delta P)$$

式中: Δm为称量瓶减少量, g;
X为膜的厚度, m;
Δt为测定时间间隔, h;
A为膜的面积, m²;
ΔP为试样两侧蒸汽压差, 3168 Pa。

1.4.5 FT-IR分析 将试样研磨成粉末烘干,再取微量与溴化钾粉末混合压片后放在载物台,扫描波长范围为400~4000 cm⁻¹,得到相应的红外光谱图。

1.4.6 膜的色差分析 手持色差计校准后,按测试键读出标准样与样品的L*、a*、b*值,并计算出样品与标准样的色差值: ΔL、Δa、Δb,由ΔL、

Δa、Δb判断两者的色差大小和偏色方向。L*表示颜色的明度从暗到亮, a*表示颜色由红(+)到绿(-), b*表示颜色由黄(+)到蓝(-)。

$$\Delta L=\sqrt{((\Delta L)^2+(\Delta a)^2+(\Delta b)^2)}$$

$$\text{式中: } \Delta L=L^*-L_0^*, \Delta a=a^*-a_0^*, \Delta b=b^*-b_0^*,$$

其中, L₀^{*}、a₀^{*}和b₀^{*}为标准样(未添加MMT的复合膜)的颜色值。

1.5 抗菌性能测定

采用振荡瓶法测定复合膜的抗菌性能^[12]。首先将膜剪成细小的碎片,用75%消毒酒精浸泡杀菌30 min后烘干备用。在50 mL的三角瓶中加入30 mL的LB培养基,再加入1 mL稀释后的菌液(菌液浓度约为1×10⁵ cfu/mL),然后各添加0.5 g复合膜的碎片,37 ℃摇床培养18 h。最后以稀释平板计数法测定小三角瓶中的活菌数,未加MMT的膜为空白对照。

1.6 数据的统计分析

计算平均值(M)和标准偏差(SD),结果以M±SD形式表示,采用Excel和SPSS 22.0软件对数据进行统计分析,Origin 9.0进行数据绘图处理。

2 结果与讨论

2.1 FT-IR分析

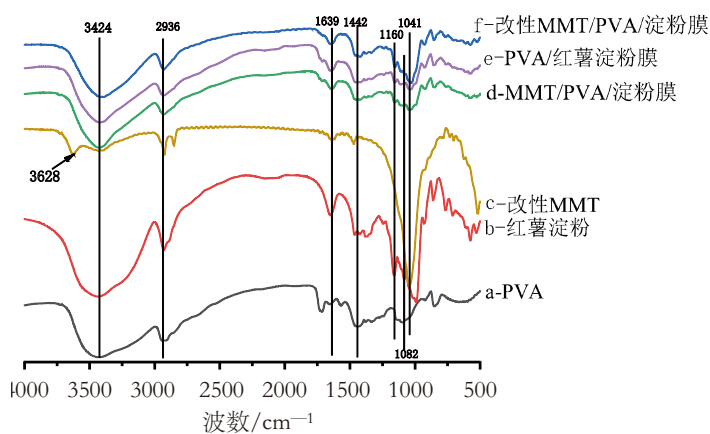


图1 复合膜的红外光谱图

如图1所示,峰3628 cm⁻¹为改性MMT的Al—OH振动吸收峰。3424 cm⁻¹为—OH的振动吸收峰,加入MMT(d)和改性MMT(f)与未添加MMT的PVA/红薯淀粉膜(e)在峰的大小和位置无显著差异,说明MMT的加入并未生成新的氢键。改性MMT在2854 cm⁻¹和2936 cm⁻¹出现的—CH—非对称和对称伸缩振动峰,表明改性的成功^[14]。1639



cm^{-1} 处为—OH伸缩振动, 加入蒙脱土(d)和改性蒙脱土(f)在 $950\sim 1100\text{ cm}^{-1}$ 处为Si—O振动吸收峰^[17], 加入改性蒙脱土(f)使峰从 1041 cm^{-1} 移动到 1031 cm^{-1} , 说明改性MMT的—OH和Si—O与淀粉和PVA的—OH产生氢键^[18]。 1160 cm^{-1} 处为C—

O伸缩振动吸收峰, 1082 cm^{-1} 处为C—O—C的伸缩振动吸收峰。d、e和f的振动吸收峰基本相似, 蒙脱土和改性蒙脱土的加入导致峰有一定的位移, 但不显著, 这与其分散性较差有关。

2.2 MMT添加量对复合膜性能影响

表1 MMT添加量对复合膜性能的影响

原MMT/%	拉伸强度/MPa	断裂伸长率/%	水溶性/%	水蒸气透过率/ ($\times 10^{-6}\text{ g/m}\cdot\text{h}\cdot\text{Pa}$)
0	5.268 ± 0.132^c	119.283 ± 9.698^a	27.089 ± 0.815^a	0.848 ± 0.076^a
2	5.548 ± 0.068^c	97.044 ± 7.967^{ab}	25.801 ± 0.083^a	0.909 ± 0.058^a
4	6.108 ± 0.316^b	154.941 ± 6.105^b	26.609 ± 0.294^a	0.836 ± 0.025^a
6	6.289 ± 0.36^b	144.779 ± 6.975^{ab}	26.517 ± 0.207^a	0.889 ± 0.001^a
8	7.132 ± 0.201^a	145.747 ± 5.039^{ab}	25.498 ± 0.643^b	0.896 ± 0.031^a

注: *同列不同小写字母表示在0.05水平差异显著。下表同。

表1为不同MMT添加量对PVA/淀粉复合膜性能的影响, 随着MMT添加量的增大, 复合膜的拉伸强度增大, 膜的断裂伸长率在添加量大于2%后也有明显的提升。这是由于蒙脱土中的纳米片层可以作为联结点分散和传递应力, 从而能够改善复合膜的力学性能。MMT的添加可以降低膜的水

溶性, 但是对复合膜的水蒸气透过系数的影响不显著, 可能是添加的MMT量不足。陈爱兵等^[13]研究表明当添加10%的MMT时可以明显降低羧甲基纤维素钠/蒙脱土复合膜的水蒸气透过性。

2.3 季铵盐改性MMT-CuO对膜性能的影响

如表2所示, 随着季铵盐改性MMT-CuO的添

表2 改性MMT添加量对膜机械特性、水蒸气透过性和水溶性的影响

复合改性 MMT/%	拉伸强度/MPa	断裂伸长率/%	水溶性/%	水蒸气透过系数/ ($\times 10^{-6}\text{ g/m}\cdot\text{h}\cdot\text{Pa}$)
0	5.268 ± 0.132^a	119.283 ± 9.698^a	27.981 ± 0.815^a	0.869 ± 0.010^a
2	5.066 ± 0.167^a	96.154 ± 7.394^{ab}	27.312 ± 0.487^{ab}	0.544 ± 0.056^b
4	5.482 ± 0.082^a	87.138 ± 6.977^b	24.348 ± 1.379^{abc}	0.635 ± 0.046^b
6	5.152 ± 0.134^a	68.98 ± 7.60^{bc}	24.714 ± 1.425^{bc}	0.637 ± 0.055^b
8	5.069 ± 0.050^a	58.278 ± 4.513^c	23.605 ± 0.114^c	0.639 ± 0.070^b

加量的增多膜的断裂伸长率在不断地降低, 膜的抗拉强度在2%~8%无显著变化, 可能是季铵盐改性的蒙脱土由亲水性变成了亲油性, 与基材的界面结合能力减弱, 使得大分子间重排和取向困难, 从而导致膜的拉伸性降低^[14]。亲油性也导致膜的水溶性降低, 提高了复合膜的耐水性能。膜对气体、水蒸气等的阻隔性能是食品包装材料的重要参数之一。防止或减少在外部环境变化时, 水分以水蒸气的形式在食品和环境之间进行转移及氧气从外部环境渗入, 就能有效延长食品的货架期, 通常添加纳米粒子改善复合膜的阻隔性能^[15]。本研究结果也表明: 季铵盐改性MMT-CuO添加到复合膜中, 蒙脱土的填充作用及其改性后的疏水性共同作用减少了复合膜的水蒸

气透过性。也可能是由于聚合物基体中有序分散的纳米颗粒层的存在, 迫使水蒸气穿过薄膜, 沿弯曲的路径穿过粒子周围的聚合物基体, 从而增加了扩散的有效路径长度, 使得水蒸气透过性降低^[10]。谢东等^[16]的研究也表明添加有机改性的MMT可以提高复合膜对水蒸气的阻隔性。

2.4 季铵盐改性MMT-CuO对膜光透过性和色差的影响

如图2所示季铵盐改性MMT-CuO添加量对膜的光透过率的影响, 膜的光透过率受到膜厚度和添加物尺寸的影响。由图2可以看出, 随着季铵盐改性MMT-CuO的添加复合膜的光透过率明显降低, 光透过率与添加量呈现负相关。同时复合膜在紫外区对紫外线也具有一定阻隔能力, 且随着

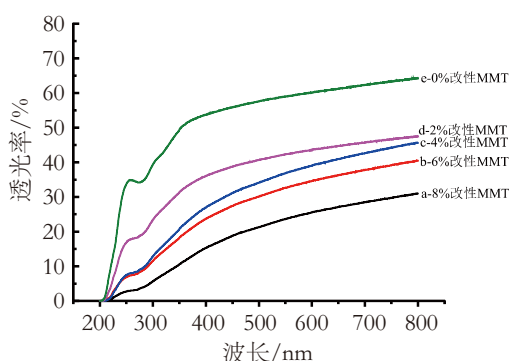


图2 改性MMT对膜的紫外可见光透过性影响

表3 改性蒙脱土添加对膜的色泽影响

改性MMT 添加量/%	L*	a*	b*	Δ E
0	93.6±1.11	-0.24±0.06	-0.14±0.04	0
2	90.13±1.21	-0.01±0.01	3.67±0.11	5.16
4	88±0.36b	0.55±0.08	6.31±0.41	8.57
6	86.53±1.03	0.94±0.07	8.92±0.20	11.55
8	82.63±2.11	2.15±0.17	14.79±0.31	18.67

添加量的增大,阻隔性能不断增强。一方面是由于改性蒙脱土颗粒对光的阻挡作用导致透光性变差,另一方面是存在改性MMT-CuO降低了紫外的透过性^[10]。添加季铵盐改性MMT-CuO的复合膜对可见光和紫外的阻隔作用,可以降低光催化引起的食品变质。

表3反映了季铵盐改性MMT-CuO添加对复合膜色差的影响, L*的值随着添加量增加略有降低,表明膜的颜色都比较明亮; a*值较小,但随季铵盐改性MMT-CuO的添加略有升高; b*随着季铵盐改性MMT-CuO添加量的增大也逐渐增大。通过对复合膜L*、a*和b*分析,表明季铵盐改性MMT-CuO的添加使膜的颜色从白色向黄色偏移,这与改性后的蒙脱土呈黄色有关。Δ E变化为5.16~18.67,改性MMT添加量越大,对膜的颜色影响越显著,但是从L*值的变化中可以看出,制备的复合膜还是具有较高的亮度。

2.5 复合膜的抗菌性

表4 膜的抗菌性

菌种	空白对照	改性MMT 复合膜	MMT复合膜
<i>E. coli</i> /(cfu/mL)	2.5×10^8	2.0×10^8	2.6×10^8
<i>S. aureus</i> /(cfu/mL)	1×10^8	9×10^6	1.2×10^8

食品的腐败大多数都是由于表面被微生物污

染引起的,本研究对添加MMT和改性MMT对*E. coli*和*S. aureus*抑制效果进行探讨,结果如表4所示。添加MMT复合膜对*E. coli*和*S. aureus*无抑菌效果,季铵盐改性MMT-CuO复合膜对*E. coli*和*S. aureus*都有一定的抑制效果,尤其对*S. aureus*的相对抑制率达到了91%。MMT与淀粉和PVA之间的界面结合,减少了MMT与细菌的接触面积,而且复合膜的耐水性质较好,MMT很难快速分散出来,只能依靠直接接触的方式抑制细菌,且其本身抑菌作用较弱,所以MMT复合膜抑菌效果不显著。季铵盐改性MMT-CuO明显提高了复合膜的抑菌性,但是膜的抗菌作用有限,作为包装材料细菌不在材料表面滋生生长,就可以阻止细菌的侵入,因此,这种包装材料在抗菌包装中应用潜力巨大。

3 结论

在复合膜中添加未改性的MMT能够增强膜的机械性能,随着添加量的增大,膜的拉伸强度不断增大,当添加量为8%时,拉伸强度为7.132 MPa,提升了35%;添加2%~8%的季铵盐改性MMT-CuO不会改善复合膜的拉伸强度,但会造成断裂伸长率的减小。季铵盐改性MMT-CuO的添加能够提高复合膜的耐水能力和降低水蒸气透过性,在添加量大于2%时,膜的水蒸气透过系数减少了26%到37%。添加未改性MMT的复合膜对*E. coli*和*S. aureus*并无明显抑菌效果,添加季铵盐改性MMT-CuO的复合膜对*S. aureus*的抗菌效果明显,细菌相对减少了91%,且能够降低紫外线的透过性。因此,添加季铵盐改性MMT-CuO能够作为抗菌和抗紫外线的生物可降解包装材料。

参考文献:

- [1] 相丽英,李凤红,袁心苑,等.天然高分子基抗菌复合膜包装材料的研究进展[J].化工新型材料,2016,44(8):26-28.
- [2] 李海普,李彬,欧阳明,等.直链淀粉和支链淀粉的表征[J].食品科学,2010,31(11):273-277.
- [3] 陈启杰,周丽玲,董徐芳,等.淀粉基膜的制备及应用研究进展[J].食品与机械,2017,33(3):211-215.
- [4] 刘程玲,胡煜莹,王力翾,等.普鲁兰酶处理红薯淀粉及其性质研究[J].中国粮油学报,2018,33(2):6-11.
- [5] MITTAL A, GARG S, KOHLI D, et al. Effect of cross linking of PVA/starch and reinforcement of modified barley husk on the properties of composite films[J]. Carbohydrate Polymers,2016,151:926-938.
- [6] SINHA RAY S, OKAMOTO M. Polymer/layered



- silicate nanocomposites: a review from preparation to processing[J]. Progress In Polymer Science, 2003, 28 (11): 1539-1641.
- [7] PAIVA L B D, MORALES A R, FRANCISCO R, et al. Organoclays: Properties, preparation and applications[J]. Applied Clay Science, 2008, 42(1-2): 0-24.
- [8] 赵保林, 那平, 刘剑锋. 改性蒙脱土的研究进展[J]. 化学工业与工程, 2006, 23(5): 453-457.
- [9] 谭绍早, 马文石, 刘应亮. 新型改性蒙脱土复合抗菌剂的制备及抗菌性能[J]. 华南理工大学学报(自然科学版), 2006, (08): 94-99.
- [10] Nouri A, Yarak M T, Ghorbanpour M, et al. Enhanced Antibacterial effect of chitosan film using Montmorillonite/CuO nanocomposite[J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2018, 109: 1219-1231.
- [11] 卞紫秀, 董增, 张旭, 等. 海藻酸钠与卡拉胶复合膜的制备及性能[J]. 塑料工业, 2018, 46(9): 39-43.
- [12] 姜文侠. 抗菌防臭纤维制品抗菌效力评价的新方法[J]. 合成纤维, 1999, (4): 23-25.
- [13] 陈爱兵, 郭雅雯, 刘梦, 等. 高强度高气体阻隔性羧甲基纤维素钠/蒙脱土复合材料制备及性能研究[J]. 化工新型材料, 2017, 47(5): 64-69.
- [14] 赵春霞, 孙哲, 刘白玲. 1631-MMT对P(BA-VAc)乳液及共聚胶膜性能的影响[J]. 材料导报 B, 2012, 26(8): 47-50: 55.
- [15] DÍEZ-PASCUAL A M, DÍEZ-VICENTE A I, et al. ZnO-Reinforced Poly (3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyvalerate) Bionanocomposites with Antimicrobial Function for Food Packaging[J]. ACS Applied Materials & Interfaces, 2014, (6): 9822-9834.
- [16] 谢东, 张玉欣, 崔跃飞, 等. PBAT/纳米蒙脱土复合薄膜的制备及水蒸气阻隔性能研究[J]. 塑料科技, 2018, 46(10): 40-44.
- [17] ORSUWAN A, SOTHORNVIT R. Development and characterization of banana flour film incorporated with montmorillonite and banana starch nanoparticles[J]. Carbohydrate Polymers, 2017, 174: 235-242.
- [18] KARIMI A, DAUD W M A W. Comparison the properties of PVA/Na⁺-MMT nanocomposite hydrogels prepared by physical and physicochemical crosslinking[J]. Polymers & Polymer Composites, 2014, 37(3): 897-906.

《食品科技》开辟富硒食品产业专栏启事

硒是一种与人体生命活动息息相关的健康元素, 因其对多种病症有较好的预防和辅助治疗作用, 在食品健康领域具有重要的研究和开发价值。在这个重要契机下, 我国的富硒农产品食品产业得到了快速发展。

2020年我社与国家富硒农产品加工技术研发专业中心开展合作, 自2020年1月起, 《食品科技》开辟“富硒食品产业”专栏。广泛传播富硒农产品食品产业的最新技术成果和主要研究进展, 欢迎广大读者向本刊提供学术水平高、有理论深度和应用价值的优秀论文。

1. 题材要求: 全面深入、客观务实地反映当前富硒农产品食品产业发展中的主要成就、技术创新、发展趋势、重大课题等不同方向的内容。
2. 内容要求: 主题明确, 方法科学, 数据可靠, 论据充分, 逻辑严谨。
3. 欢迎投稿: 请登录《食品科技》网络投稿系统<http://www.e-foodtech.cn>。

感谢新老读者一如既往的支持!

《食品科技》杂志社
二〇一九年十二月