

冷藏调理猪排加工用天然着色剂的筛选研究

赵莉君, 崔文明, 柳艳霞, 李苗云, 赵改名*, 李晓婷
(河南农业大学 食品科学技术学院, 河南 郑州 450002)

摘要:以猪后肘肉为主要原料,采用常规生产工艺制作冷藏调理猪排,对冷藏调理猪排加工中所用着色剂进行选择,旨在为冷藏调理猪排颜色稳定性的提高提供依据。结果表明:着色剂种类(高粱红、甜菜红、辣椒红、红曲红)对冷藏调理猪排的感官评分、 a^* 值均存在显著性影响($P<0.05$);辣椒红、红曲红着色剂对冷藏调理猪排的外观颜色及其稳定性优于高粱红、甜菜红以及空白组(不添加任何着色剂)。冷藏调理猪排加工用辣椒红、红曲红的最适添加量均为0.05 g/kg。

关键词:调理猪排;颜色;辣椒红;红曲红;着色剂

Screening Natural Colorants for Cold Prepared Pork Chop Processing

ZHAO Li-jun, CUI Wen-ming, LIU Yan-xia, LI Miao-yun, ZHAO Gai-ming*, LI Xiao-ting

(College of Food Science and Technology, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, Henan, China)

Abstract: The utilization of four natural colorants (sorghum red, beet red, capsanthin, monascus red) was studied to increase the color stability of conditioning pork chop during cold storage. Mainly by means of sensory evaluation and a^* value, monascus red or capsanthin performed the better in the four natural colorants, and its sensory stability was significantly higher than others ($P<0.05$). The optimum adding dosage of monascus red or capsanthin was determined to 0.05 g/kg, respectively.

Key words: pork chop; color; capsanthin; monascus red; colorant

引文格式:

赵莉君, 崔文明, 柳艳霞, 等. 冷藏调理猪排加工用天然着色剂的筛选研究[J]. 食品研究与开发, 2020, 41(18): 48-52

ZHAO Lijun, CUI Wenming, LIU Yanxia, et al. Screening Natural Colorants for Cold Prepared Pork Chop Processing[J]. Food Research and Development, 2020, 41(18): 48-52

调理肉制品又称为预制肉制品,它是指以畜禽肉为主原料,添加适量的辅料或调味料,经过适当的加工,以散装或包装的形式在常温或冷藏(7℃以下)或冷冻(-18℃)条件下贮存、运输、销售,可直接食用或者经过简单加工与处理即可食用的肉制品^[1]。随着人们对食品营养性、方便性和安全性的日益重视,调理肉制品亦愈发受到消费者的青睐,市场前景广阔。然而,调理肉制品还存在着货架期短、汁液损失高、风味和颜色劣变明显等问题^[2],尤其是颜色劣变很大程度地制约着调理

肉制品的贮藏、销售^[3]。消费者常将颜色作为评判肉制品新鲜或卫生与否的标准。市场调查也表明,肉制品在未腐败时,颜色就发生变褐、变暗等导致销售的困难^[3]。因此,在调理肉制品中添加适宜的着色剂以提高肉制品的颜色稳定性、减少经济损失,具有重要意义^[4]。

目前,肉制品中常用的着色剂有红曲红、辣椒红、甜菜红和高粱红等^[5]。其中,红曲红、辣椒红耐热性较好,甜菜红在较广的pH值范围内红色稳定、具有一定的抗氧化性,高粱红耐光性较好、着色力强^[6]。近年来,也有一些关于肉制品中着色剂的筛选研究报道^[7-10],但涉及调理肉制品尤其是调理猪排的报道较少。并且,在实际调研中发现,企业在生产相关产品时或不用着色剂,或对所用着色剂的选择缺乏比较分析。调理猪排是调理肉制品的主要代表之一。本文以猪后肘肉为主要原料,采用常规的生产工艺制作调理猪排,对调

基金项目:河南省重大科技专项(161100110800);河南省自然科学基金研究项目(152300410068);河南农业大学博士科研启动基金项目(30600779)

作者简介:赵莉君(1985—),女(汉),讲师,博士,研究方向:肉品品质控制与营养调控。

* 通信作者

理猪排所用的着色剂种类进行筛选研究,旨在为提高调理猪排类产品的颜色稳定性提供依据。

1 材料与方法

1.1 主要原辅料

猪后肘肉:郑州市丰产路双汇冷鲜猪肉连锁店;高粱红:辽宁科光天然色素有限公司;甜菜红:深圳洪湖食品配料商城;红曲红:江门科隆生物科技有限公司;辣椒红:蓝天食化有限公司;D-异抗坏血酸钠:郑州拓洋实业有限公司;转谷氨酰胺酶(200 U/g):河南万邦实业有限公司;食盐:河南省卫群多品种盐有限公司;大豆分离蛋白:河南恒锐食品添加剂有限公司;三聚磷酸钠:天津市鼎盛鑫化工有限公司。

1.2 仪器与设备

PL203 电子天平:梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司;SPX-1505H-II 生化培养箱:上海新苗医疗器械制造有限责任公司;HVE-50 高压灭菌器:华粤行仪器有限公司;CR-5 色彩色差计:柯尼美能达;SWD-2565 冷柜:郑州科美瑞商用冷柜有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 调理猪排的制作

参考文献[17]的方法,采用常规工艺制作调理猪排,4℃贮存。

1.3.2 着色剂的用量

4种着色剂(高粱红、甜菜红、红曲红、辣椒红)的使用量均依据相关国标进行^[5]。着色剂初筛时,每种着色剂的使用量均为0.05 g/kg。确定好适宜着色剂种类后,在进一步的着色剂适宜添加量的确定试验中,添加量水平有0.00、0.01、0.03、0.05、0.07、0.09 g/kg。此外,设置空白组,即不添加着色剂。

1.3.3 指标测定

依据标准,固定7人为感官评定员,按表1对样品

表1 冷藏调理猪排的感官评分标准

Table 1 The criteria of sensory evaluation for cold prepared pork chop

项目	评价指标	得分
色泽(50)	鲜红、均匀、有光泽	40~50
	比较鲜红、稍有不均匀、无光泽	30~39
	暗红、不均匀、无光泽	20~29
	灰暗苍白、不均匀、无光泽	10~19
	暗褐色、不均匀、不能接受	0~9
气味(25)	有调理猪排特有的气味、无异味	17~25
	稍有异味	8~16
	有异味、不能接受	0~7
组织状态(25)	形状完整、无裂缝、组织紧密	17~25
	形状略完整、有裂缝、组织略紧密	8~16
	形状缺陷、有裂缝、组织松散	0~7

进行感官评定^[18]。参考文献[19]的方法,使用色差计对样品进行 a^* 值测定。菌落总数测定参照相关国标进行^[20]。

1.4 数据分析

采用 Microsoft Excel 2010、SPSS16.0 软件进行数据统计分析。

2 结果与分析

2.1 着色剂种类对调理猪排在冷藏期间品质变化的影响

2.1.1 菌落总数

调理猪排冷藏过程中的菌落总数变化见表2。

表2 5组冷藏调理猪排的菌落总数

Table 2 Total bacteria counts of cold prepared pork chop

组别	log (cfu/g)		
	贮藏 1 d	贮藏 3 d	贮藏 5 d
空白组	4.43±0.01	5.67±0.01	6.36±0.06
高粱红组	5.15±0.03	4.41±0.03	6.17±0.03
甜菜红组	4.36±0.03	5.49±0.01	6.20±0.01
辣椒红组	4.08±0.02	5.20±0.05	6.48±0.02
红曲红组	4.40±0.09	5.57±0.04	6.54±0.03

注:平均值±标准差。

由表2可知,各组猪排在冷藏第5天时菌落总数均超过国标限量 10^6 cfu/g,因此,后续指标的测定限于5 d内。

2.1.2 感官评价

调理猪排冷藏过程中的感官评价结果见表3。

表3 5组冷藏调理猪排的感官评分

Table 3 Sensory evaluation of cold prepared pork chop

组别	贮藏 1 d	贮藏 2 d	贮藏 3 d	贮藏 4 d	贮藏 5 d
空白组	89.57±1.51 ^{aA}	86.71±1.50 ^{aB}	84.86±0.90 ^{aB}	76.14±1.07 ^{bC}	67.57±2.57 ^{cC}
	92.57±2.88 ^{aA}	84.86±2.91 ^{aB}	82.29±2.14 ^{bC}	77.29±2.69 ^{bD}	73.86±2.27 ^{bD}
高粱红组	85.71±2.14 ^{aA}	83.14±3.18 ^{aB}	81.71±2.81 ^{bC}	78.43±3.10 ^{bD}	75.43±2.82 ^{bD}
	93.86±2.12 ^{aA}	92.57±1.72 ^{aB}	88.00±2.94 ^{bC}	84.29±2.93 ^{bD}	83.71±4.89 ^{aD}
甜菜红组	93.29±2.69 ^{aA}	91.14±2.54 ^{aA}	86.00±3.56 ^{aB}	79.71±3.04 ^{bC}	80.86±3.29 ^{bC}
辣椒红组					
红曲红组					

注:平均值±标准差;同一行大写字母上标不同表示均值之间存在显著差异($P<0.05$);同一列小写字母上标不同表示均值之间存在显著差异($P<0.05$)。

由表3可知,随着冷藏时间的延长,几组调理猪排的感官评分均呈下降趋势($P<0.05$),且几组调理猪排的感官评分之间存在明显区别($P<0.05$)。红曲红组感官评分出现显著性下降的时间在第3天,其它组感官

评分均在第2天出现显著性下降。总体而言,就调理猪排的颜色感官评分值与其颜色的稳定性,红曲红组>辣椒红组>高粱红组、甜菜红组>空白组。

2.1.3 a^* 值测定结果

调理猪排冷藏过程中的 a^* 值结果见表4。

表4 5组冷藏调理猪排的 a^* 值
Table 4 a^* value of cold prepared pork chop

组别	贮藏1 d	贮藏2 d	贮藏3 d	贮藏4 d	贮藏5 d
空白组	7.72±1.44 ^c	8.32±1.83 ^b	8.20±1.33 ^c	8.09±1.13 ^b	7.27±1.64 ^c
	9.56±0.95 ^b	9.47±0.86 ^b	9.77±2.03 ^c	10.23±1.56 ^b	9.53±1.54 ^b
高粱红组	13.51±3.27 ^a	12.69±3.70 ^a	14.04±4.03 ^a	13.08±3.73 ^a	11.45±4.38 ^a
	13.39±4.98 ^a	10.75±1.78 ^b	10.85±1.74 ^b	10.87±2.59 ^b	8.93±1.21 ^b
辣椒红组	11.38±1.56 ^b	12.73±2.49 ^a	12.57±2.10 ^b	12.21±1.98 ^a	12.14±2.10 ^a

注:平均值±标准差;同列小写英文字母上标不同,表示均值间存在显著性差异($P<0.05$)。

由表4可知,几组调理猪排 a^* 值间存在显著性差异($P<0.05$)。总体而言甜菜红组的 a^* 值较高,其次为红曲红组、辣椒红组、高粱红组,空白组的 a^* 值最低。然而,就猪排的颜色感官而言,甜菜红组的 a^* 值虽高,但该组产品的红色看上去与冷藏肉常见红色不符,失真,不宜采用。

综上,冷藏调理猪排加工用适宜的着色剂种类为红曲红或辣椒红。

2.2 单一着色剂适宜添加量的确定

2.2.1 红曲红适宜添加量的确定

不同红曲红添加量下,冷藏调理猪排的感官评分结果见表5。

表5 红曲红添加量对冷藏调理猪排感官评分的影响

Table 5 Effect of adding dosage of monascus red on sensory evaluation of cold prepared pork chop

红曲红添加量/(g/kg)	贮藏1 d	贮藏2 d	贮藏3 d	贮藏4 d	贮藏5 d
0.00	89.57±1.51 ^{hA}	86.71±1.50 ^{hB}	84.86±0.90 ^{hC}	76.14±1.07 ^{hD}	67.57±2.57 ^{hE}
	65.86±2.41 ^{eAB}	65.00±1.63 ^{eAB}	67.00±2.16 ^{eA}	64.14±4.60 ^{eAB}	63.00±2.94 ^{eB}
0.01	77.43±3.69 ^{dA}	73.00±3.37 ^{dA}	74.43±2.82 ^{eA}	72.43±2.23 ^{hB}	72.57±3.46 ^{eB}
	93.29±2.69 ^{aA}	91.14±2.54 ^{aA}	89.71±3.04 ^{aA}	85.71±3.04 ^{hB}	80.86±3.29 ^{hB}
0.03	83.29±2.69 ^{aA}	77.14±1.95 ^{eB}	78.29±2.87 ^{hB}	76.43±3.87 ^{hB}	76.29±3.20 ^{hB}
	74.57±3.36 ^{dA}	72.71±4.23 ^{dA}	71.00±4.24 ^{dA}	72.29±4.07 ^{hA}	70.29±3.09 ^{eA}

注:平均值±标准差;同一行大写英文字母上标不同表示均值之间存在显著差异($P<0.05$);同一列小写英文字母上标不同表示均值之间存在显著差异($P<0.05$)。

由表5可知,当不添加红曲红时,随着冷藏时间的延长,调理猪排的感官评分显著性下降($P<0.05$)。当红曲红的添加量为0.01 g/kg时,调理猪排的感官评分在冷藏至第5天时才显著性下降($P<0.05$),感官品质稳定性较好。当红曲红添加量为0.03 g/kg~0.05 g/kg时,调理猪排的感官评分在冷藏第4天时出现显著性下降($P<0.05$)。当红曲红添加量为0.07 g/kg时,调理猪排的感官评分在冷藏第2天时出现显著性下降($P<0.05$)。由此说明,红曲红的添加有助于调理猪排感官品质稳定性的提高。在一定范围内,随着红曲红添加量的增加,调理猪排的感官品质稳定性存在先增加后下降的趋势。此外,红曲红添加量不同,调理猪排的感官评分之间存在显著性差异($P<0.05$),综合来看,红曲红添加量为0.05 g/kg时,调理猪排的感官评分最高。

红曲红添加量对调理猪排冷藏过程中 a^* 值的影响见表6。

表6 红曲红添加量对冷藏调理猪排 a^* 值的影响

Table 6 Effect of adding dosage of monascus red on a^* value of cold prepared pork chop

红曲红添加量/(g/kg)	贮藏1 d	贮藏2 d	贮藏3 d	贮藏4 d	贮藏5 d
0.00	7.72±1.44 ^h	8.32±1.83 ^b	8.20±1.33 ^c	8.09±1.13 ^c	7.27±1.64 ^c
	12.35±2.16 ^a	11.53±2.83 ^a	11.54±2.39 ^h	10.77±2.28 ^h	9.55±2.37 ^b
0.01	8.16±1.35 ^h	8.30±1.14 ^b	8.44±0.97 ^c	7.81±1.33 ^c	7.18±1.40 ^c
	11.38±1.56 ^a	12.73±2.49 ^a	12.57±2.10 ^a	12.21±1.98 ^a	12.14±2.10 ^a
0.03	13.29±2.91 ^a	12.98±2.63 ^a	12.58±1.31 ^a	11.82±2.23 ^a	10.83±2.86 ^h
	9.14±2.13 ^h	10.66±2.04 ^b	10.19±2.41 ^{bc}	9.25±2.28 ^{bc}	9.67±1.57 ^b

注:平均值±标准差;同一列小写英文字母上标不同表示均值之间存在显著差异($P<0.05$)。

由表6可知,红曲红添加量不同,调理猪排的 a^* 值之间存在显著性差异($P<0.05$),综合来看,红曲红添加量为0.05 g/kg~0.07 g/kg时,调理猪排的 a^* 值最高。

2.2.2 辣椒红适宜添加量的确定

辣椒红添加量对调理猪排冷藏过程中感官评分的影响见表7。

由表7可知,当不添加辣椒红时,随着冷藏时间的延长,调理猪排的感官评分显著性下降($P<0.05$)。当少量添加辣椒红(0.01 g/kg~0.03 g/kg)时,随着冷藏时间的延长,调理猪排的感官评分之间没有显著性变化($P>0.05$),感官品质稳定性较好。当辣椒红添加量为0.05 g/kg~0.07 g/kg时,调理猪排的感官评分在冷藏第

表7 辣椒红添加量对冷藏调理猪排感官评分的影响
Table 7 Effect of adding dosage of capsanthin on sensory evaluation of cold prepared pork chop

辣椒红添加量/(g/kg)	贮藏 1 d	贮藏 2 d	贮藏 3 d	贮藏 4 d	贮藏 5 d
0.00	89.57±1.51 ^{abA}	86.71±1.50 ^{bB}	84.86±0.90 ^{cC}	76.14±1.07 ^{dD}	67.57±2.57 ^{eE}
0.01	82.71±7.30 ^{aA}	81.14±6.57 ^{bA}	79.14±4.26 ^{bA}	81.00±5.54 ^{abA}	78.71±4.07 ^{abA}
0.03	86.43±3.15 ^{bA}	83.71±4.11 ^{bA}	85.14±3.13 ^{bA}	84.14±5.30 ^{abA}	81.29±5.56 ^{aA}
0.05	92.57±2.88 ^{aA}	92.57±1.70 ^{aA}	88.00±2.94 ^{ab}	87.14±3.13 ^{abC}	84.29±4.03 ^{ac}
0.07	89.57±2.51 ^{aA}	86.14±3.80 ^{bAB}	86.71±3.04 ^{bB}	84.29±2.93 ^{ab}	83.71±4.89 ^{ab}

注:平均值±标准差;同一行大写英文字母上标不同表示均值之间存在显著差异($P<0.05$);同一列小写英文字母上标不同表示均值之间存在显著差异($P<0.05$)。

3天时出现显著性下降($P<0.05$)。由此说明,辣椒红的添加有助于调理猪排感官品质稳定性的提高。随着辣椒红添加量的增加,调理猪排的感官品质稳定性存在先增加后下降的趋势。此外,辣椒红添加量不同,调理猪排的感官评分之间存在显著性差异($P<0.05$),综合来看,辣椒红添加量为0.05 g/kg时,调理猪排的感官评分最高。

辣椒红添加量对调理猪排冷藏过程中 a^* 值的影响见表8。

表8 辣椒红添加量对冷藏调理猪排 a^* 值的影响
Table 8 Effect of adding dosage of capsanthin on a^* value of cold prepared pork chop

辣椒红添加量(g/kg)	贮藏 1 d	贮藏 2 d	贮藏 3 d	贮藏 4 d	贮藏 5 d
0.00	7.72±1.44 ^A	8.32±1.83 ^A	8.20±1.33 ^A	8.09±1.13 ^A	7.27±1.64 ^A
0.01	12.33±1.50 ^A	14.68±3.80 ^A	11.39±1.78 ^B	11.66±1.34 ^B	10.15±1.47 ^B
0.03	14.21±3.47 ^A	14.99±3.22 ^A	15.33±3.67 ^B	12.29±3.10 ^{AB}	12.64±3.22 ^A
0.05	13.39±4.98 ^A	10.75±1.78 ^A	10.85±1.74 ^A	10.87±2.59 ^A	8.93±1.21 ^A
0.07	19.32±4.65 ^A	16.12±4.06 ^A	15.80±3.48 ^A	16.69±3.72 ^A	15.03±2.92 ^B

注:平均值±标准差;同一行大写英文字母上标不同表示均值之间存在显著差异($P<0.05$)。

由表8可知,当辣椒红添加量为0.01 g/kg~0.03 g/kg时,调理猪排的 a^* 值在冷藏第3天出现显著性下降($P<0.05$)。当辣椒红添加量为0.05 g/kg时,随着冷藏时间的延长,调理猪排的 a^* 值之间没有显著性变化($P>0.05$), a^* 值稳定性较好。

3 结论

就冷藏调理猪排的感官评分值与其颜色的稳定性而言,红曲红组>辣椒红组>高粱红组、甜菜红组>空白组。

与空白组相比,辣椒红的添加、红曲红的添加均有助于冷藏调理猪排感官评分及其颜色稳定性的提高。随着辣椒红或红曲红添加量的增加,调理猪排的感官评分及其颜色稳定性存在先增加后下降的趋势。冷藏调理猪排加工中辣椒红的最适添加量、红曲红的最适添加量均为0.05 g/kg。

参考文献:

- [1] 张国真,姚晓玲,张妍楠,等.冷鲜类调理肉制品货架期延长技术研究进展[J].食品工业,2013,34(12):191-195
- [2] 杨慧娟,邹玉峰,徐幸莲,等.高压处理对调理肉制品食用品质影响的研究进展[J].食品工业科技,2013,34(18):370-374
- [3] 李贺,徐幸莲,周光宏.影响低温肉制品褪色因素研究进展[J].食品科学,2011,32(9):307-311
- [4] 朱晓杰,赵元晖.肉制品加工中使用的辅料(四)着色剂及其在肉制品中的应用[J].肉类研究,2010,24(11):69-73
- [5] 中国国家标准化管理委员会.食品安全国家标准 食品添加剂使用标准:GB/T 2760-2014[S].北京:中国标准出版社,2014
- [6] 王丽霞,刘坤,张秀媛.植物性天然色素的研究进展[J].北方园艺,2011(17):208-211
- [7] 郑立红,陈尚武,任发政.猪血亚硝基血红蛋白在肉品中的应用研究[J].食品科学,2005,26(12):257-260
- [8] 黄群,马美湖,顾仁勇,等.新型肉品着色剂亚硝基血红蛋白的应用研究[J].食品工业科技,2006,27(1):179-182
- [9] 郑立红,任发政,刘绍军,等.低硝腊肉天然着色剂的筛选[J].农业工程学报,2006,22(8):270-272
- [10] 刘学军,于欣,路鑫.适用于酱卤肉制品的天然复合上色剂的研究[J].肉类工业,2013(3):25-27
- [11] 黄韬睿,王鑫,童光森,等.天然色素替代亚硝酸盐在腊肉着色和护色中的应用研究[J].食品科技,2019,44(2):134-137
- [12] 王洋,叶阳,袁先铃,等.着色剂对低亚硝酸盐中式香肠色泽的影响[J].中国食品添加剂,2017(2):130-135
- [13] Bázan Lugo E, García Martínez I, Alfaro Rodríguez R H, et al. Color compensation in nitrite-reduced meat batters incorporating paprika or tomato paste [J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2012, 92(8): 1627-1632
- [14] 李迎楠,刘文营,张顺亮,等.发色剂对传统腊肉色泽及风味品质的影响[J].食品科学,2017,38(19):68-74
- [15] Eskandari M H, Hosseinpour S, Mesbahi G, et al. New composite nitrite-free and low-nitrite meat-curing systems using natural colorants[J]. Food Science & Nutrition, 2013, 1(5): 392-401
- [16] 张立娟,邢绍平,孔保华,等.糖基化血红蛋白着色剂在肉制品中的应用[J].肉类工业,2011(10):9-11
- [17] 汪烁硕,许学勤,姜启兴.滚揉工艺对冷冻调理猪排品质的影

诺氟沙星磁分子印迹纳米粒子的制备及其富集分离

黄昭,李跑,曹亚男,李佳银,刘霞*

(湖南农业大学 食品科技学院,食品科学与生物技术湖南省重点实验室,湖南 长沙 410128)

摘要:以氨基修饰的 Fe_3O_4 纳米粒子($\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{NH}_2$ NPs)为载体、诺氟沙星(norfloxacin, NOR)为模板分子、多巴胺(dopamine, DA)为功能单体和交联剂,通过优化制备条件获得特异性识别NOR的磁性分子印迹纳米粒子(magnetic molecularly imprinted polymers nanoparticles, MMIPs NPs)。结果表明,当溶剂乙醇-水体积比为1:1, $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{NH}_2$ NPs、NOR、DA添加量分别为500、15、134 mg,洗脱液乙醇-乙酸溶液体积比为97:3时,制备的MMIPs NPs对NOR的吸附效率最高。当4 mg MMIPs NPs吸附1 mL 0.02 mg/mL的NOR 60 min时,其吸附效率为94.61%,相对标准偏差为0.79%,是磁性非分子印迹纳米粒子(magnetic non-molecular imprinted polymers nanoparticles, MNIPs NPs)的2.18倍。当15 mg MMIPs NPs吸附1 mL 0.1 mg/mL NOR 60 min时,其吸附效率可达到99.17%,相对标准偏差为1.03%。

关键词:诺氟沙星;多巴胺;磁纳米粒子;分子印迹聚合物;富集分离



开放科学(资源服务)标识码(OSID)

Preparation of Magnetic Molecular Imprinted Nanoparticles for Enrichment and Separation to Norfloxacin

HUANG Zhao, LI Pao, CAO Ya-nan, LI Jia-yin, LIU Xia*

(College of Food Science and Technology, Hunan Provincial Key Laboratory of Food Science and Biotechnology, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, Hunan, China)

Abstract: Magnetic molecularly imprinted polymers nanoparticles (MMIPs NPs) with specific identification toward norfloxacin (NOR) were prepared using $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{NH}_2$ NPs as carrier, NOR as template molecule, dopamine (DA) as functional monomer and crosslinking agent. The synthesis condition of MMIPs NPs were optimized, and the adsorption ability of MMIPs NPs toward NOR were studied, which provided a technique for the rapid and efficient enrichment and separation of NOR residues in the food sample. The results showed that the obtained MMIPs NPs displayed the highest adsorption ability for NOR when the volume ratio of ethanol-water (solvent) was 1:1, the addition of $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{NH}_2$ NPs, NOR and DA were 500 mg, 15 mg and 134 mg respectively, and the volume ratio of the ethanol-acetic acid (elution solution) was 97:3. The adsorption efficiency reached 94.61% for 1 mL NOR of 0.02 mg/mL when 4 mg MMIPs NPs were used and adsorption time was 60 min. The adsorption capacity of MMIPs NPs toward NOR was 2.18 times than that of magnetic non-molecular imprinted polymers nanoparticles (MNIPs NPs). The adsorption efficiency of MMIPs NPs reached 99.17% for 1 mL NOR of 0.1 mg/mL when 15 mg MMIPs NPs were used and adsorption time was 60 min with

基金项目:国家自然科学基金(31671931、31601551)

作者简介:黄昭(1995—),女(汉),硕士研究生在读,研究方向:食品安全检测。

*通信作者:刘霞(1976—),女,教授,博士,研究方向:食品质量与安全。

响[J]. 食品工业, 2016,37(12): 157-162

[18] 吴兴利,边连全. 感官评价原理与实践在肉质评价中的应用[J].

中国家禽, 2004(19):29-30

[19] 魏心如,李伟明,闫海鹏,等. 冷却鸡肉肉色色差计评定方法标

准化[J]. 食品科学, 2014, 35(24): 189-193

[20] 中国国家标准化管理委员会. 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—2010[S]. 北京: 中国标准出版
社, 2010

收稿日期:2019-10-12