

短期暂养对鲫鱼肉质影响的研究

吴朝朝,陈丽丽,袁美兰,温慧芳,杨玉雯,魏颖,赵利*

(江西科技师范大学生命科学学院,国家淡水鱼加工技术研发分中心(南昌),江西南昌 330013)

摘要:本文主要针对短期暂养鲫鱼,研究了暂养第0、1、2、3、4、5、6和7 d的鱼肉基础营养成分,肌肉的质构特性以及pH、熟肉率和持水率的变化。结果表明,从暂养第0 d到第7 d,总糖显著降低($p < 0.05$),粗脂肪、持水率和熟肉率略有降低,水分、粗蛋白、粗脂肪、持水率和熟肉率有所降低,灰分变化不大,pH先降低,后略有升高,暂养结束最终的pH小于暂养前;暂养过程中,鱼肉硬度和咀嚼性无较大变化,弹性和胶着性有所降低。短期暂养对鲫鱼的营养品质、食用品质和质构特性有一定影响。

关键词:鲫鱼,暂养,品质

Research of the effect of short term starvation to the crucian meat quality

WU Zhao-zhao, CHEN Li-li, YUAN Mei-lan, WEN Hui-fang, YANG Yu-luan, WEI Ying, ZHAO Li*

(College of Life Science, Jiangxi Science and Technology Normal University, National R&D Branch Center for Freshwater Fish Processing, Nanchang 330013, China)

Abstract: The effect of short term starvation to the crucian meat quality were studied. The basic nutrition content, texture, pH value, rate of cooked meat, water holding capacity of crucian meat after 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 and 7 days through temporary cultivation were determined respectively. The total sugar was significantly decreasing ($p < 0.05$); crude protein, moisture, crude fat, water holding capacity and cooked meat rate were slightly decreasing from day 0 to day 7; ash content changed a little. pH value was lower at first and then slightly rising, but the final pH value was less than in initial. The hardness and chewiness changed a little; resilience and gumminess slightly decreased. The results showed that the short term starvation had some effects on nutritional quality, eating quality and texture.

Key words: crucian; short term starvation; meat quality

中图分类号: TS201.4

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2015)15-0334-04

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2015.15.062

我国是淡水渔业大国,淡水鱼产量长期居世界首位,其中鲫鱼在淡水鱼种类中占据较高的比例,由于其味道鲜美、肉质鲜嫩、营养价值高且价格低廉而深受消费者的青睐。然而淡水鱼因其特殊的土腥味而使部分人群难以接受。脱除水产品异味的方法主要分为池塘养殖管理脱除异味和鱼制品加工技术脱除异味两种方法,池塘养殖管理脱除异味法包括水体营养比例调控法、食物链生物调控法、利用杀藻剂和清水暂养法,其中清水暂养法是目前改善异味的最可靠的方法^[1]。目前,有研究显示通过暂养可以改变鱼肉挥发性组成成分与含量。如杜伟光^[2]等研究了尼罗罗非鱼暂养阶段挥发性成分的变化,表明暂养8 d可以脱除罗非鱼肉中的不良风味成分;施文正^[3]研究了暂养对养殖草鱼肉挥发性成分的影响,表明暂养6 d草鱼肉中的挥发性成分及含量发生了变化;王术娥^[4]研究了暂养过程中罗非鱼肉的挥发性成分的变化,表明暂养6~8 d时一些不良风味的醛类物

质含量降到最低;Giorgio Palmeri^[5]等在研究短期饥饿过程中鳕鲈的生物特征、营养和风味变化时,表明短期暂养过程中总挥发性醛显著减少,总挥发性的碳氢化合物增加。国内外大多学者都偏向于研究暂养对水产品生理生化的影响,目前已研究了罗非鱼^[6]、鲤鱼^[7]、鲮^[8]、鳊^[9]以及鲮^[10]等鱼种在短期饥饿过程中生理生化的变化,很少有人研究短期暂养对鱼肉品质的影响。在实际生产中,水产品加工处理前会将其放到清水池中暂养一周左右以脱除其异味,为了给水产品的加工利用提供基础理论数据,本文主要研究暂养7 d过程中鲫鱼肉的基础营养成分、食用品质和质构特性的变化,以探究短期暂养对鱼肉品质的影响。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

鲫鱼由江西鄱阳湖水产食品有限公司进行暂

收稿日期:2014-11-13

作者简介:吴朝朝(1988-),女,硕士研究生,研究方向:食品化学,E-mail:wzz920@126.com。

*通讯作者:赵利(1967-),女,博士,教授,研究方向:食品化学,E-mail:lizhao618@hotmail.com。

基金项目:江西省现代农业产业技术体系建设专项资金资助(赣财教旨[2014]258号)。

表1 基础营养成分随暂养时间的变化

Table 1 Change of essential nutrients in crucian during 7-day short term starvation

暂养时间(d)	水分(%)	灰分(%)	粗脂肪(%)	粗蛋白(%)	总糖(mg/g)
0	80.08 ± 0.38 ^b	1.29 ± 0.04 ^b	3.70 ± 0.06 ^c	18.16 ± 0.10 ^d	8.09 ± 0.08 ^d
1	80.08 ± 0.28 ^b	1.24 ± 0.01 ^{ab}	3.67 ± 0.03 ^{bc}	18.00 ± 0.09 ^{cd}	7.21 ± 0.12 ^e
2	80.161 ± 0.05 ^b	1.21 ± 0.02 ^a	3.62 ± 0.06 ^{ab}	18.19 ± 0.07 ^d	6.83 ± 0.04 ^b
3	79.87 ± 0.39 ^b	1.28 ± 0.02 ^b	3.64 ± 0.04 ^{abc}	17.80 ± 0.15 ^b	6.37 ± 0.04 ^a
4	79.10 ± 0.26 ^a	1.27 ± 0.01 ^{ab}	3.65 ± 0.01 ^{abc}	17.91 ± 0.10 ^{bc}	6.35 ± 0.27 ^a
5	79.06 ± 0.34 ^a	1.25 ± 0.06 ^{ab}	3.61 ± 0.04 ^{ab}	18.09 ± 0.14 ^{cd}	6.98 ± 0.04 ^b
6	79.15 ± 0.18 ^a	1.27 ± 0.03 ^{ab}	3.59 ± 0.03 ^{ab}	18.14 ± 0.03 ^d	6.78 ± 0.04 ^b
7	79.14 ± 0.25 ^a	1.26 ± 0.05 ^{ab}	3.57 ± 0.04 ^a	17.59 ± 0.11 ^a	6.78 ± 0.04 ^b

注:同列中标注字母不同者表示差异显著($p < 0.05$),表2、表3同。

养,暂养条件:夏季暂养,取鲜活、数量相同且体质相近的鲫鱼分别置于4个完全相同的水道中(水为恒温、流动的水),不予喂食。暂养初,分别从4个水道中随机各取1条,记为0 d;以后连续每天,随机从4个水道中分别取样(1、2、3、4、5、6、7 d)。每条体重为200~250 g,采用重击头部致死后去头、鳞、皮和内脏,取背部肌肉为实验用。

IKA T25 高速分散机 广州仪科实验室技术有限公司;DELTA-320 精密 pH 计 梅特勒-托利多公司;UT-12 电热鼓风干燥箱 上海一恒科学仪器有限公司;SX2-4-10 箱式电炉 上海嘉益电炉有限公司;UV-1100 紫外可见风光光度计 天美(中国)科学仪器有限公司;CT3-4500 质构仪 美国 Brookfield 公司。

1.2 测定与计算方法

1.2.1 食用品质测定 持水率的测定:将肉样(m_1)放在上下各三层定性滤纸中间,均匀加 5 kg 的力并保持 2 min,称重 m_2 ,按式(1)计算^[11]

$$\text{持水率}(\%) = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100 \quad \text{式(1)}$$

熟肉率的测定:切取 10 g (W_1) 左右的肉块,电子天平称重并标上标号牌,将肉样放入铝锅内,加适量的冷水,水开时记录时间,煮 5 min,取出挂于室内冷却 30 min 后称熟肉重 (W_2)^[12]。

$$\text{熟肉率}(\%) = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100 \quad \text{式(2)}$$

pH 的测定:在鱼屠宰后 45 min 内,取脊椎两侧肌肉测 pH。将鱼肉制成鱼糜,称取 10 g 鱼糜,加入 90 mL 蒸馏水,在温度低于 10 °C 的条件下用 IKA T25 高速分散机匀质约 2 min,静置 10 min。然后用精密 pH 计测定,每个样重复三次求平均值^[11]。

1.2.2 基础营养成分的测定 水分含量的测定采用直接干燥法(GB5009.3-2010);蛋白质含量的测定采用半微量凯氏定氮法(GB 5009.5-2010);灰分的测定采用灼烧重量法(GB 5009.4-2010);脂肪含量的测定采用索氏抽提法(GB/T14772-2008);总糖的测定采用苯酚-硫酸法(GB/T9695.31-2008)。

1.2.3 质构特性(硬度、咀嚼性、胶着性和弹性)的测定 采用 CT3-4500 质构仪,测定模式 TPA。取背部肌肉切成 2.0 cm × 2.0 cm × 1.0 cm 小块,置于物性仪

上测定。质构仪测试条件设置如下:采用直径 50 mm 的圆柱形探头(TA25/1000),压缩距离 5 mm,触发点负载 4.5 g,测试前速度 2 mm/s,测试后速度 1 mm/s,测试速度 1 mm/s,数据频率 50 点/秒,压缩次数 2 次,每个样品测试 3 次。数据收集和处理由计算机软件完成。

1.3 统计方法

采用 Excel 统计软件对实验所得数据进行处理后应用 SPSS 软件的单因素方差分析,差异显著性水平为 $p < 0.05$ 。描述性统计值使用(平均值 ± 标准差)(mean ± SD)表示,所有实验平行数为 $N = 3$ 次。

2 结果与分析

2.1 暂养时间对鲫鱼肉基础营养成分的影响

鲫鱼肉基础营养成分在不同暂养时间的变化如表 1 所示。暂养前 3 d,水分含量无差异性变化($p > 0.05$),暂养第 4~7 d 水分含量变化不显著($p > 0.05$),但暂养后 4 d 的水分含量比前 3 d 显著低($p < 0.05$)。鱼肉灰分含量在暂养过程中变化不大,无显著差异。粗脂肪和粗蛋白的含量在暂养过程中有所降低,暂养第 7 d 的粗脂肪和粗蛋白含量要显著的低于暂养前($p < 0.05$)。总糖的含量在暂养前 3 d 不断降低,差异显著($p < 0.05$),暂养第 3 d 和暂养第 4 d 变化无显著差异($p > 0.05$),暂养第 5 d 时总糖含量略有升高,随后又逐渐降低,暂养后 3 d 无显著差异。暂养第 5 d 总糖含量略有升高的原因,一方面可能是个体之间的差异引起的,另一方面可能是鱼体在饥饿过程中,营养物质代谢产生的变化,具体的变化过程还有待进一步研究。最终的总糖含量比暂养前降低了 16.2%,差异显著($p < 0.05$)。

2.2 暂养时间对鲫鱼肉 pH、持水率和熟肉率的影响

肉的食用品质主要包括 pH、持水率和熟肉率等,它们是影响鱼肉品质可接受程度的重要因素。pH、持水率和熟肉率随暂养时间的变化如表 2 所示。pH 在暂养前 5 d 显著降低($p < 0.05$),暂养第 6 d 有所上升($p < 0.05$),但仍然小于暂养前的 pH,第 6 d 和第 7 d 的 pH 无显著差异($p > 0.05$)。持水率在暂养过程中缓慢降低,整体上变化不大,到第 7 d 时显著降低($p < 0.05$)。暂养前 3 d,熟肉率缓慢降低($p < 0.05$),暂养后几天有所上升,最终的熟肉率小于暂养前的熟肉率($p < 0.05$)。

表3 质构特性随暂养时间的变化

Table 3 Change of texture in crucian during 7-day short term starvation

暂养时间(d)	硬度(g)	弹性(mm)	胶着性(g)	咀嚼性(mJ)
0	6.75 ± 0.29 ^a	0.13 ± 0.05 ^{ab}	8.58 ± 1.31 ^{ab}	0.01 ± 0.01 ^{bc}
1	6.88 ± 0.48 ^a	0.09 ± 0.05 ^b	9.50 ± 2.48 ^b	0.01 ± 0.01 ^c
2	5.38 ± 1.31 ^b	0.04 ± 0.02 ^a	6.13 ± 1.44 ^a	0.00 ± 0.00 ^{ab}
3	6.88 ± 0.48 ^a	0.09 ± 0.03 ^a	7.00 ± 1.53 ^a	0.01 ± 0.01 ^a
4	6.25 ± 0.96 ^a	0.08 ± 0.05 ^{ab}	6.48 ± 1.09 ^a	0.01 ± 0.01 ^{abc}
5	6.25 ± 0.65 ^a	0.06 ± 0.04 ^a	6.48 ± 1.23 ^a	0.01 ± 0.01 ^{abc}
6	6.50 ± 1.08 ^a	0.04 ± 0.03 ^{ab}	5.50 ± 2.02 ^a	0.01 ± 0.01 ^{ab}
7	6.88 ± 0.75 ^a	0.05 ± 0.02 ^a	6.13 ± 1.30 ^a	0.00 ± 0.00 ^{abc}

表2 pH、持水率和熟肉率随暂养时间的变化

Table 2 Change of pH, water holding capacity and cooked meat rate in crucian during 7-day short term starvation

暂养时间(d)	pH	持水率(%)	熟肉率(%)
0	6.71 ± 0.067 ^d	97.36 ± 0.223 ^c	84.82 ± 0.768 ^d
1	6.43 ± 0.01 ^c	97.26 ± 0.31 ^c	83.86 ± 0.24 ^c
2	6.34 ± 0.02 ^b	97.23 ± 0.23 ^c	82.91 ± 0.11 ^b
3	6.31 ± 0.03 ^b	96.60 ± 0.11 ^b	80.41 ± 0.38 ^a
4	6.34 ± 0.01 ^b	96.98 ± 0.21 ^{bc}	83.30 ± 0.33 ^{bc}
5	6.18 ± 0.03 ^a	96.73 ± 0.28 ^b	83.21 ± 0.41 ^{bc}
6	6.47 ± 0.01 ^c	97.01 ± 0.16 ^{bc}	83.29 ± 0.04 ^{bc}
7	6.44 ± 0.02 ^c	96.05 ± 0.16 ^a	80.03 ± 0.17 ^a

2.3 暂养时间对鲫鱼肉质构特性的影响

鲫鱼肉的质构特性随暂养时间的变化如表3所示。硬度在暂养过程中变化不大,只有暂养第2 d较其他几天低且有显著差异($p < 0.05$),可能是实验中的误差导致的;弹性随暂养时间的延长呈缓慢降低的趋势,暂养结束后的弹性较暂养第1 d有显著的减少($p < 0.05$);从暂养第2 d开始胶着性显著减少($p < 0.05$),随后几天变化不大;咀嚼性整体变化不大,无显著差异($p > 0.05$)。

3 讨论

3.1 短期暂养对鲫鱼肉基础营养成分的影响

短期暂养过程中,鲫鱼肌肉的水分含量从暂养第4 d开始才出现降低,可能是在饥饿过程中鱼体机能发生了一些变化引起的。这与雷跃磊^[13]等研究饥饿对匙吻鲟不同部位肌肉主要营养成分的影响,发现背部肌肉水分含量在第5 d出现下降的结果是一致的。黄权等^[14]研究了饥饿对黄颡鱼肌肉营养成分的影响,结果显示饥饿5 d后,黄颡鱼肌肉水分含量下降,与本实验的结果也是一致的。

鱼肉灰分的高低是反映食品中无机成分总量的一项重要指标,短期暂养过程鱼肉灰分含量保持相对稳定,说明短期暂养对鲫鱼的无机矿物质没有显著影响。

鱼肉粗脂肪在暂养过程中一直呈平缓下降趋势,第7 d鲫鱼肉中脂肪含量相较于暂养前显著降低。

鱼肉粗蛋白在短期暂养初期变化不大,到暂养第7 d显著降低;鱼肉总糖含量从暂养第1 d开始就显著降低,说明暂养过程中鱼体首先是消耗糖类碳水化合物,其次是利用脂肪和蛋白质。不同的鱼可能利用能量物质的顺序会有所不同^[15-16]。从整体来看,短期暂养对鲫鱼肌肉基本营养物质影响不大(小于7 d),暂养时间延长会使营养物质降低。

3.2 短期暂养对鲫鱼肉的pH、持水力和熟肉率的影响

pH直接影响肌肉组织的系水力和嫩度^[12],当pH降低时,持水力也会有所降低。pH的降低可能是暂养过程中鱼体消耗糖类和脂肪等化合物,产生的一些代谢物质影响了鱼肉的pH。持水力强弱与肌肉蛋白质空间的结构密切相关。肌肉中大量的水分与蛋白质的极性基团结合形成水合离子而储留在蛋白质的空间结构中,影响着肌肉的硬度与嫩度^[17]。持水力降低,鱼肉中的汁液容易外流,造成营养和风味的降低^[18]。熟肉率也是评价持水率的一个重要指标,熟肉率降低,持水率也会在一定程度上有所降低。从表2可以看出暂养前6 d持水率和熟肉率保持着相对稳定,第7 d显著降低。所以暂养时间不能太长,否则鱼肉的食用品质会显著降低。整体来说短期暂养(小于7 d)对鱼肉的食用品质无较大影响。

3.3 短期暂养对鲫鱼肉的质构特性的影响

质构是构成食品组织特性的重要指标之一,与食品的外观、风味、营养成分一起构成了食品的四大大品质要素^[19]。胡芬^[20]探讨了鱼肉的质构特性与营养指标之间的相关性,指出硬度与粗脂肪呈正相关的特性,而与水分呈负相关;胶着性与粗蛋白含量呈负相关,而与粗脂肪含量呈正相关;咀嚼度与体长呈正相关。在短期暂养过程中,鲫鱼肉中的水分、粗脂肪和粗蛋白的含量有所降低,所以在质构指标上也表现出了一定的减小,与本实验的结果基本一致。本实验说明了短期暂养对鲫鱼肉的质构特性有一定影响。

4 结论

短期暂养过程中,鲫鱼肌肉的各种营养成分中只有总糖含量显著降低,水分含量在暂养后期逐渐减少,pH有一定程度降低,粗脂肪、粗蛋白、持水率和熟肉率在暂养第7 d都有显著降低,说明延长暂养时间对鱼肉的营养品质和食用品质可能会有不利的影响。短期暂养对鲫鱼肉的质构特性有一定影响。

参考文献

- [1] 杨玉平,熊光权,程薇,等.水产品异味物质形成机理、检测及去除技术研究进展[J].食品科学,2009,30(23):533-538.
- [2] 杜伟光,李小定,熊善柏,等.尼罗罗非鱼暂养阶段挥发性成分的变化[J].食品科学,2011,32(14):215-218.
- [3] 施文正,王锡昌.暂养对养殖草鱼肉挥发性成分的影响[J].第二届大宗淡水鱼类加工技术与产业发展研讨会,2012:313-319.
- [4] 王术娥.罗非鱼营养、挥发性成分及质构特性研究[D].武汉:华中农业大学,2010.
- [5] Giorgio Palmeri, Giovanni Turchini, Philip Marriott, et al. Biometric, nutritional and sensory characteristic modifications in farmed Murray cod (*Maccullochella peelii peelii*) during the purging process[J]. Aquaculture, 2009, 287: 354-360.
- [6] 刘波,何庆国,唐永凯,等.饥饿胁迫对吉富罗非鱼生长及生理生化指标的影响[J].中国水产科学,2009,16(2):230-237.
- [7] 封功能,杨文平,王爱民,等.饥饿胁迫对鲤形体、体成分及血液生理指标的影响[J].上海海洋大学学报,2011,20(6):814-819.
- [8] Gabriella Caruso, Maria Gabriella Denaro, Rosalba Caruso, et al. Response to short term starvation of growth, haematological, biochemical and non-specific immune parameters in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and black spot sea bream (*Pagellus bogaraveo*) [J]. Marine Environmental Research, 2011, 72: 46-52.
- [9] Marzieh Abolfathi, Abdolmajid Hajimoradloo, Rasool Ghorbani, et al. Effect of starvation and refeeding on digestive enzyme activities in juvenile roach, *Rutilus rutilus caspicus* [J]. Comparative Biochemistry and Physiology, Part A, 2012, 161: 166-173.
- [10] 谷江稳.饥饿胁迫对银鲳幼鱼体成分及消化系统组织学的影响[D].宁波:宁波大学,2011.
- [11] 赵亮.南湾鳙鱼鱼肉品质特性研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2012.
- [12] 王艳萍,曾维斌,廖秋萍,等.阿克苏地区三种食用鱼肉质特性的比较分析[J].淡水渔业,2012,43(3):81-84.
- [13] 雷跃磊,黄琪琳,熊善柏,等.饥饿对匙吻鲟不同部位主要营养成分的影响[J].食品工业科技,2011,32(11):103-105.
- [14] 黄权,孟繁伊,陈颖,等.饥饿和再投喂对黄颡鱼肌肉成分的影响[J].吉林农业大学学报,2007,29(1):102-106.
- [15] 柴毅,罗静波,张远炯.饥饿对奥尼罗非鱼能量物质消耗的影响[J].长江大学学报:自然科学版,2010,7(4):41-43.
- [16] 陈宣雄,徐善良,谷江稳,等.活水产品暂养及运输中的营养品质下降与安全问题初探[J].水产科学,2011,30(4):238-243.
- [17] 刘丽.鱼肉品质的研究进展[J].内陆水产,2008,8:9-12.
- [18] 孟丽云,张文广,高爱琴,等.畜禽肉质特性研究进展[J].中国畜牧兽医,2011,38(9):143-148.
- [19] 李里特.食品物性学[M].北京:中国农业出版社,2001:96-100.
- [20] 胡芬.淡水鱼营养综合评价体系的建立[D].武汉:华中农业大学,2011.
- [21] 袁伊旻,王植芳,何诗静,等.国内外杀虫植物研究进展[J].北京农业,2013,2:83-84.
- [22] Liu C H, Mishra A K, Tan R X, et al. Repellent and insecticidal activities of essential oils from *Artemisia princeps* and *Cinnamomum camphora* and their effect on seed germination of wheat and broad bean [J]. Bioresource Technology, 2006, 97(15):1969-1973.
- [23] Chu S S, Liu O Z, Zhou L, et al. Chemical composition and toxic activity of essential oil of *Caryopteris incana* against *Sitophilus zeamais* [J]. African Journal of Biotechnology, 2013, 10(42):8476-8480.
- [24] 李兰青,苏丽,罗鸿,等.4种植物精油对米象的熏蒸活性研究[J].广西植保,2013,25(4):3-5.
- [25] 肖洪美,屠康.香茅精油对两种主要储粮害虫的控制作用[J].粮食储藏,2008,37(3):8-11.
- [26] 吕建华,邹政,王殿轩,等.臭椿树皮提取物对玉米象和杂拟谷盗成虫的控制作用[J].中国粮油学报,2009,24(9):112-115.
- [27] Regnault-Roger C. Essential Oils in Insect Control [M] // Natural Products. Springer Berlin Heidelberg, 2013: 4087-4107.
- [28] 张慧.虫害诱导油蒿挥发性物质在害虫寄主选择中的作用机制[D].北京:北京林业大学,2013.
- [29] 吕建华,林敏刚,屠亚伟.α-萹烯对杂拟谷盗成虫的控制作用[J].中国粮油学报,2010,25(12):88-91.
- [30] 郭钰,曾玲,梁广文.5种植物精油对长头谷盗的控制作用研究[J].中国粮油学报,2013,28(5):57-62.
- [31] 马志卿,张小泉,李雪娇,等.99种植物提取物对玉米象的生物活性测定[J].中国粮油学报,2013,28(9):103-108.
- [32] Benzi V, Stefanazzi N, Murray A P, et al. Composition, Repellent, and Insecticidal Activities of Two South American Plants against the Stored Grain Pests *Tribolium castaneum* and *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae) [J]. ISRN Entomology, 2014.
- [33] 聂霄艳,邓永学,王进军,等.花椒精油和麻素对赤拟谷盗成虫的控制作用[J].中国粮油学报,2009,23(4):185-188.

(上接第333页)

2012,44(3):107-111.

[25] 袁伊旻,王植芳,何诗静,等.国内外杀虫植物研究进展[J].北京农业,2013,2:83-84.

[26] Liu C H, Mishra A K, Tan R X, et al. Repellent and insecticidal activities of essential oils from *Artemisia princeps* and *Cinnamomum camphora* and their effect on seed germination of wheat and broad bean [J]. Bioresource Technology, 2006, 97(15):1969-1973.

[27] Chu S S, Liu O Z, Zhou L, et al. Chemical composition and toxic activity of essential oil of *Caryopteris incana* against *Sitophilus zeamais* [J]. African Journal of Biotechnology, 2013, 10(42):8476-8480.

[28] 李兰青,苏丽,罗鸿,等.4种植物精油对米象的熏蒸活性研究[J].广西植保,2013,25(4):3-5.

[29] 肖洪美,屠康.香茅精油对两种主要储粮害虫的控制作用[J].粮食储藏,2008,37(3):8-11.

[30] 吕建华,邹政,王殿轩,等.臭椿树皮提取物对玉米象和杂拟谷盗成虫的控制作用[J].中国粮油学报,2009,24(9):