

5 种鲜切藕片胀袋微生物的分离与鉴定

李新楠, 齐小保, 严守雷, 李 洁, 王洪斌, 王清章*
(华中农业大学食品科学技术学院, 湖北 武汉 430070)

摘 要:为解决真空包装鲜切藕片的胀袋问题, 本实验对鲜切藕片胀袋主要微生物的种类进行研究, 分离出 5 种优势微生物, 并利用 VITEK 2 Compact 全自动快速微生物鉴定智能分析系统进行鉴定。得到 2 株细菌, 分别为阴沟肠杆菌 (*Enterobacter cloacae*)、蜡样芽孢杆菌 (*Bacillus cereus* Frankland & Frankland); 3 株酵母菌, 分别为季也蒙假丝酵母 (*Candida guilliermondii*)、无名假丝酵母 (*Candida famate*) 和葡萄牙假丝酵母 (*Candida lusitanae*)。

关键词: 胀袋藕片; 分离; 鉴定; VITEK 2 Compact 菌种鉴定系统

Isolation and Identification of Five Strains from Fresh-Cut Lotus Slices with Swollen Packages

LI Xin-nan, QI Xiao-bao, YAN Shou-lei, LI Jie, WANG Hong-bin, WANG Qing-zhang*
(College of Food Science and Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

Abstract: Swollen bag of vacuum packaged fresh-cut lotus slices indicates deteriorated quality of products. In order to provide a useful guideline for solving this problem, the objectives of this study were to isolate microorganisms from the swollen package of fresh-cut lotus roots and to identify the isolates by using VITEK 2 Compact system. Five strains were isolated, including two bacteria, *Enterobacter cloacae*, *Bacillus cereus* Frankland & Frankland, and three yeasts, *Candida guilliermondii*, *Candida famate* and *Candida lusitanae*.

Key words: swollen package of fresh-cut lotus root; isolation; identification; VITEK 2 Compact system

中图分类号: TS201.3

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630 (2014) 23-0151-04

doi:10.7506/spkx1002-6630-201423030

莲藕是我国栽培历史悠久的水生蔬菜, 因其迷人的白色、甜脆的口感和丰富的营养已经成为各地最流行的蔬菜之一。近年来, 鲜切莲藕作为一种新型的微创处理蔬菜, 以其方便、快捷、低碳、环保和安全洁净的特点深受广大顾客的喜爱^[1]。但是, 鲜切莲藕的保质期一直是制约产业化的瓶颈, 究其原因, 鲜切莲藕在其加工过程中, 细胞组织受损, 易受微生物污染^[2], 鲜切莲藕的高湿度和高营养促进微生物生长繁殖。因此, 要想控制鲜切莲藕的微生物的生长繁殖, 就必须探究促使鲜切莲藕胀袋的微生物菌群, 也进一步揭示那些在常规的真空包装贮藏过程中难以有效控制的微生物种群, 从而为寻找新的保鲜措施奠定良好的基础。

国内外有较多关于肉制品中胀袋微生物分离鉴定的报道, 如Brightwell等^[3]从胀袋的真空包装羊肉中分离出的嗜冷杆菌; Silva等^[4]从胀袋的巴西真空包装牛肉中分离出的嗜冷梭状芽孢杆菌。刘常金等^[5]从胀袋的烧鸡中分离出绿脓假单胞菌。徐世明等^[6]从胀袋的烤鸡中分离生孢

梭状杆菌、枯草芽孢杆菌和短小芽孢杆菌等腐败菌。杨颖等^[7]研究发现朗比克假丝酵母与藤黄微球菌是导致脆梅胀袋的主要微生物。但是对于引起鲜藕片胀袋的特定腐败微生物的研究鲜见报道。

目前, 对于细菌和酵母菌的鉴定方法从传统的生化鉴定, 分子生物学方法, API和VITEK等智能鉴定系统, 都实现了对菌种鉴定的高度准确率。而前两种方法操作复杂, 费时, 常采用一对一符合式鉴定模式, 难以实现食品中快速检测的需求, 而VITEK 2 Compact 菌种鉴定系统不仅克服了传统菌种鉴定费时、操作要求高的缺点, 而且也有较高的鉴定准确率和较好的集成性^[8]。乔宁等^[9]利用该系统对 20 株常规细菌的鉴定符合率为 100%。

本研究旨在分离鉴定促使鲜切莲藕真空包装胀袋的微生物样本, 运用梅里埃 VITEK 2 Compact 菌种鉴定系统对所有的分离株进行鉴定, 进而确定促使鲜切莲藕真空包装胀袋微生物种群。

收稿日期: 2013-11-29

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划项目 (2012BAD27B03)

作者简介: 李新楠 (1989—), 女, 硕士, 研究方向为食品保鲜。E-mail: lixinnan815@126.com

*通信作者: 王清章 (1953—), 男, 教授, 学士, 研究方向为农产品加工及贮藏工程。E-mail: Qingzw@mail.hzau.edu.cn

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

“3735”莲藕 华中农业大学菜场。

革兰氏染色液、美兰染色液、孔雀绿染色液、生理盐水、75%酒精（实验室自行配制）。

1.2 培养基

用于细菌和真菌分离培养的培养基：营养琼脂培养基和马铃薯葡萄糖琼脂培养基 青岛高科园海博生物技术有限公司；MRS培养基：蛋白胨10.0 g、牛肉浸膏10.0 g、酵母浸膏5.0 g、葡萄糖20.0 g、吐温-80 1.0 g、磷酸氢二钾2.0 g、乙酸钠 5.0 g、柠檬酸三铵2.0 g、水合硫酸镁（ $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ）0.5 g、水合硫酸锰（ $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ）0.05 g，蒸馏水1 L，pH 6.0~6.5^[10]。

1.3 仪器与设备

VITEK 2 Compact全自动微生物分析系统仪（配有革兰氏阴性菌、需氧芽孢杆菌和酵母菌鉴定卡） 法国生物梅里埃（中国）有限公司；DZ-500K型真空（充气）包装机 上海申越包装机械制造有限公司；AR2140型分析天平 梅特勒-托利多仪器（上海）有限公司；SPX-250B型生化培养箱 天津市泰斯特仪器有限公司；DEM光学显微镜 上海徕卡显微系统有限公司。

1.4 方法

1.4.1 鲜切藕片的制备

新鲜莲藕经清洗，切分（8 mm）后进行真空包装（PA/PE复合袋），每袋放置6片大小均一（直径7~8 cm）的藕片置于37℃恒温箱内培养，收集胀袋样本以备后续分离。

1.4.2 胀袋微生物的分离与纯化

从胀袋的藕片包装中以无菌操作方法称取25 g，加入盛有225 mL 0.85%无菌生理盐水的三角瓶中，振荡混匀，再以无菌生理盐水依次进行10倍的梯度稀释^[11]。取 10^{-5} 、 10^{-6} 、 10^{-7} 稀释液各0.1 mL分别涂布于MRS、PDA、营养琼脂培养基平板上，为抑制细菌的污染，先在200 mL PDA培养基中加入1 mL 100 mg/mL经过滤除菌的头孢霉素和2~3滴25%的乳酸，再倒平板，分别于37℃（48 h）、25℃（72 h）、37℃（24 h）进行厌氧（烛缸法）和好氧培养。观察并记录主要胀袋菌的菌落特征，挑取优势单菌落分离纯化（划线3次以上）^[12]，最后接种到试管斜面于4℃冰箱保存备用。

1.4.3 微生物反证实验

将分离纯化的菌株分别接种于斜面，用无菌生理盐水制备成 $10^6 \sim 10^7$ CFU/mL菌浓的菌悬液，分别接种到已经灭菌的藕片（用95%乙醇浸泡3 min，再用无菌水冲洗4~5次）然后进行真空包装封袋，放置于37℃的培养箱7 d，观察是否有胀袋现象。每个菌种做3个平行，

没有接种的无菌藕片（用无菌水浸泡5 min）作为阴性对照。

1.4.4 镜检

细菌：取1环斜面培养物进行革兰氏染色^[10]，观察个体形态和纯度。

酵母菌：1）形态观察：生理盐水浸片法^[10]；2）繁殖方式：美兰染色法^[13]；3）假菌丝观察^[13-14]：在培养皿中倒一薄层PDA培养基，凝固后倒置数小时使表面干燥并活化3代后的菌株呈“Z”字形划线接种。25℃培养1 d后，在新长出的少量菌体上轻轻覆盖灭菌盖玻片并继续培养。培养3~5 d后，用无菌镊子取下盖玻片放于划线两旁的缺氧区域是否形成假菌丝。4）子囊孢子观察^[10]：孔雀绿芽孢染色法。

1.4.5 菌种鉴定

细菌和酵母菌鉴定均采用VITEK 2 Compact全自动微生物分析系统鉴定。

2 结果与分析

2.1 胀袋微生物的分离纯化及菌种返接藕片的腐败性观察

真空包装的鲜切藕片在37℃贮藏2 d就出现严重的胀袋情况，在第2天进行分离，采用平板计数法，结果在 10^{-7} 稀释液涂布的平板上3种培养基上均有菌落产生。其中在NA培养基上有8个典型菌株，在MRS培养基上有3个典型菌株，在PDA培养基上有7个典型菌株。分别以N1~N8，L1~L3和Y1~Y7表示，采用平板划线法进一步分离纯化，最后进行反证实验，结果见表1。

表1 胀袋微生物反证实验结果

Table 1 Disproof results for the presence of microorganisms in bulged packages

菌株	胀袋	酸味	菌株	胀袋	酸味
N1	—	+	L1	—	+
N2	+++	+++	L2	—	+
N3	—	+	L3	—	+
N4	—	+	Y1	+++	+++
N5	—	+	Y2	—	+
N6	+++	+++	Y3	+++	+++
N7	—	+	Y4	+++	+++
N8	—	+	Y5	—	+
对照	—	—	Y6	—	+
			Y7	—	+

注：—，没有胀袋或酸味；+，胀袋或酸味，+的数量越多表示胀袋越严重或酸味程度越强烈。

由表1可知，接种后的藕片贮藏7 d后，所有接种的藕片都出现了酸味，也有不同程度的软化，表示分离的这几种菌都有不同程度的致腐作用；N2、N6、Y1、Y3、Y4都出现了严重胀袋现象（ $n=3$ ），打开包装袋可以闻到强烈的酸味，也有不同程度的软化。而其他接种

的藕片和对照藕片放置7 d后仍然保持真空包装的状态,因此可以断定N2、N6、Y1、Y3、Y4是引起藕片胀袋的主要菌株。

2.2 菌株的形态特征及腐败菌的鉴定

经过反证实验后, N2、N6、Y1、Y3、Y4这5个菌株的菌落形态特征和细胞形态特征见表2, 5个菌株的显微形态见图1。

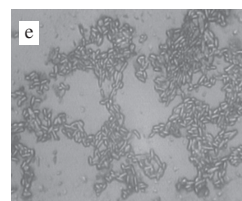
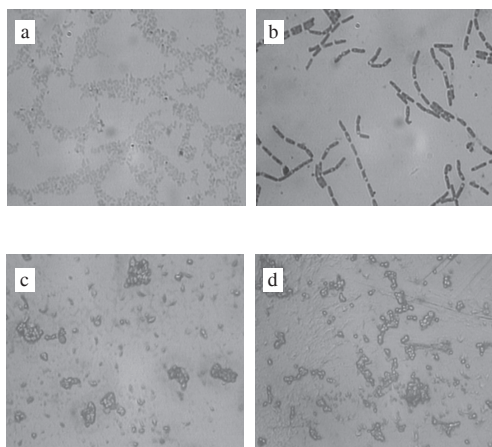
表 2 5 种微生物的形态特征

Table 2 Colony characteristics of 5 bacterial strains

菌株	菌落特征	细胞形态	革兰氏染色
N2	浅黄色、椭圆形、光滑、低凸起、松软、不透明	短杆状, 不产芽孢	—
N6	灰白色、圆形、扩展、松软、表面龟裂状、不透明	长杆状, 产芽孢	+
Y1	乳白色、圆形、光滑且湿润、平坦、松软、不透明	卵形, 芽殖, 有假菌丝, 无子囊孢子	/
Y3	乳白色、圆形、光滑且湿润、平坦、松软、不透明	椭圆形, 芽殖, 有假菌丝, 无子囊孢子	/
Y4	乳白色、圆形、皱缩而干燥、低凸起、黏稠、不透明	腊肠状, 芽殖, 有假菌丝, 无子囊孢子	/

注：+，革兰氏染色阳性；-，革兰氏染色阴性；/，不进行革兰氏染色。

为鉴定5种菌株N2、N6、Y1、Y3、Y4, N2和N6采用GN和BCL检测卡, Y1、Y3、Y4采用YST检测卡, 通过VITEK 2 Compact微生物自动鉴定系统作菌种鉴定, 结果见表3~5。



a~e分别为N2、N6、Y1、Y3、Y4; N2和N6显微镜放大倍数 10×100 ; Y1、Y3和Y4放大倍数 10×40 。

图1 5株菌株菌体形态

Fig.1 Microscopic morphology of 5 bacterial strains

表3 GN卡鉴定菌株N2

Table 3 Identification of strain N2 by GN card

测试指标	反应结果	测试指标	反应结果	测试指标	反应结果	测试指标	反应结果
丙氨酸-苯丙氨酸-脑氨酸胺酶	-	β -葡萄糖苷酶	-	D-塔格糖	-	鸟氨酸脱羧酶	+
侧金盏花醇	-	D-麦芽糖	+	D-海藻糖	+	赖氨酸胺酶	-
吡哆胺基芳胺酶	-	D-甘露糖	+	柠檬酸盐 (-)	+	L-组氨酸同化	-
L-阿拉伯醇	-	β -木糖苷酶	+	丙二酸盐	+	COURMA RATE	-
D-纤维二糖	+	β -丙氨酸芳胺酶	-	5-酮-葡萄糖盐	-	β -葡萄糖苷酶	-
β -半乳糖苷酶	+	L-缬氨酸芳胺酶	-	乳酸盐产碱	+	0/129耐受	+
H ₂ S产生	-	脂酶	-	α -葡萄糖苷酶	-	谷氨酸-甘氨酸-精氨酸芳胺酶	-
β -N-乙酰葡萄糖苷酶	+	古老糖	+	琥珀酸盐产碱	+	L-苹果酸盐同化	-
谷氨酰胺芳胺酶pNA	-	酪氨酸芳胺酶	+	N-乙酰- β -半乳糖胺酶	+	ELMAN	-
D-葡萄糖	+	尿素酶	-	α -半乳糖苷酶	+	L-乳酸盐同化	-
Y-谷氨酰转酰胺酶	+	D-山梨醇	+	磷酸酶	(+)		
葡萄糖发酵	+	蔗糖	+	氨基乙酸芳胺酶	-		

注：+.95%或以上的菌株阳性；-.95%或以上的菌株阴性；
(+).6%~94%的菌株为阳性。下同。

表 4 BCL卡鉴定菌株N6

Table 4 Identification of strain N6 by BCL card

测试指标	反应结果	测试指标	反应结果	测试指标	反应结果	测试指标	反应结果
阴性质控	—	木糖	—	海藻糖	+	竹桃毒素	—
蔗糖	+	甘露糖	—	蔗糖	—	乙酸钠	—
红四氮唑	—	棉子糖	—	山梨醇	—	阿糖醇	—
塔格糖	—	水杨素	—	N-乙酰葡萄糖胺	+	植病链菌素	+
葡萄糖	+	苦杏仁苷	—	支链淀粉	—	茶酸	—
肌醇	—	菊糖	—	氯化钾	+	七叶苷	+
半乳糖	—	核糖	—	7%氯化钠	—	嗜热菌标记	—
阿拉伯糖	—	苹果酸	+	苯乙醇酸	+		

表5 YST卡鉴定菌株Y1、Y3、Y4

Table 5 Identification of strains Y1, Y3 and Y4 by YST card

测试 指标	反应结果			测试 指标	反应结果			测试 指标	反应结果			测试 指标	反应结果		
	Y1	Y3	Y4		Y1	Y3	Y4		Y1	Y3	Y4		Y1	Y3	Y4
<i>L</i> -赖氨酸芳胺酶	—	—	—	<i>D</i> -葡萄糖同化	+	+	+	<i>L</i> -鼠李糖同化	—	—	—	<i>L</i> -谷氨酸盐同化	+	+	+
<i>L</i> -苹果酸同化	+	+	+	乳糖同化	—	—	—	木糖醇同化	+	—	—	木糖同化	+	+	(—)
亮氨酸芳胺酶	+	+	+	甲基葡萄糖苷同化	+	+	—	<i>D</i> -山梨醇同化	+	+	+	<i>DL</i> -乳酸盐同化	—	—	—
精氨酸	+	+	+	<i>D</i> -纤维二糖同化	+	+	+	蔗糖同化	+	+	+	醋酸盐同化	+	+	+
赤藻糖醇同化	—	—	—	γ -谷氨酰转移酶	+	—	(—)	尿素酶	—	—	—	柠檬酸盐同化	+	+	+
丙三醇同化	+	+	—	<i>D</i> -麦芽糖同化	+	+	+	α -葡萄糖苷酶	+	+	+	葡萄糖醛同化	—	—	(—)
酪氨酸芳胺酶	—	(—)	—	<i>D</i> -棉子糖同化	+	+	—	<i>D</i> -羽红糖同化	+	+	+	<i>L</i> -脯氨酸同化	+	+	+
β - <i>N</i> -乙酰-葡萄糖氨酶	—	—	—	乙酰- <i>BD</i> -半乳糖氨酶	—	—	—	<i>D</i> -海藻糖同化	+	+	+	2-酮基-葡萄糖酸盐同化	+	+	+
杨莓胺同化	+	—	+	<i>D</i> -甘露糖同化	+	+	+	硝酸盐同化	—	—	—	<i>N</i> -乙酰-氨基葡萄糖同化	+	+	+
苦杏仁苷同化	+	+	(—)	<i>D</i> -蜜二糖同化	+	—	—	<i>L</i> -阿拉伯糖同化	+	+	+	<i>D</i> -葡萄糖酸盐同化	+	—	(—)
α -半乳糖同化	+	+	+	<i>D</i> -松二糖同化	+	+	+	<i>D</i> -半乳糖醛同化	—	+	+				
胆二糖同化	+	+	+	<i>D</i> -山梨糖同化	+	—	+	七叶灵水解	+	—	+				

注：(一) 6%~94% 的菌株为阴性。

表6 胀袋微生物经VITEK 2 Compact鉴定的结果
Table 6 Identification of microorganisms in bulged package by VITEK 2 Compact system

菌株	鉴定结果	鉴定准确率/%
N2	<i>Enterobacter cloacae</i>	99.0
N6	<i>Bacillus cereus</i> Frankland & Frankland	99.0
Y1	<i>Candida guilliermondii</i>	94.0
Y3	<i>Candida famate</i>	94.0
Y4	<i>Candida iusitaniae</i>	94.0

综合形态特性与生理生化特性, 根据《伯杰氏菌种鉴定手册》^[15]和《酵母菌的特征与鉴定手册》^[14], 结合VITEK 2 Compact的鉴定结果(表6), 进一步确定这5种菌分别为阴沟肠杆菌(*Enterobacter cloacae*)、蜡样芽孢杆菌(*Bacillus cereus*)、季也蒙假丝酵母(*C. guilliermondii*)、无名假丝酵母(*C. famate*)和葡萄牙假丝酵母(*C. iusitaniae*)。

真空包装鲜切果蔬制品目前已经很普遍, 因为微生物污染, 在贮藏期间, 鲜切果蔬会出现腐败和胀袋是2个比较严重的问题, 而很多研究也只针对于腐败问题对其致腐微生物进行分离及鉴定。如赵国娇等^[16]对真空包装的鲜切紫薯的菌相进行研究, 发现整个贮藏过程中酵母菌数量优势明显; 方兰兰等^[17]对真空包装鲜切莲藕中微生物进行分析, 通过不同选择性的细菌培养基分离出7种细菌。本实验就真空包装鲜切藕片胀袋微生物的分离与鉴定作为探讨真空包装鲜切果蔬胀袋问题的依据, 将为抑菌并延长真空包装鲜切藕片保质期提供参考。

3 讨论

本实验以胀袋的真空包装鲜切藕片为材料进行平板划线分离纯化, 得到8株细菌、3株乳酸菌和7株酵母菌。为了验证这18株微生物是否为藕片的胀袋微生物, 对其进行了反证实验, 结果表明: 2株细菌、3株酵母菌可以造成藕片的胀袋。细菌和酵母菌在2 d内就可以有一定程度的胀袋, 7 d就达到了严重的胀袋还伴有酸臭味。

对反证实验的菌株进行鉴定, 发现2株细菌分别为阴沟肠杆菌(*Enterobacter cloacae*)、蜡样芽孢杆菌(*Bacillus cereus*), 3株酵母菌都属于假丝酵母属(*Candida*)。阴沟肠杆菌广泛存在于自然界中, 在人和动物的粪便水、泥土、植物中均可检出, 是肠道正常菌种之一, 为条件致病菌。该菌能利用大多数碳水化合物在37℃发酵产气, 甘油或肌醇发酵不产气^[15]。蜡状芽孢杆菌蜡样芽孢杆菌分布很广, 土壤、空气等均有分布, 在植物性食品和许多生熟食品中也常见, 可致食物腐败和引起中毒^[18]。对葡萄糖发酵的主要产物包括2,3-丁二醇、乙酰基甲基甲醇、甘油、乳酸、琥珀酸、甲酸、乙酸和CO₂, 产物因培养条件而不同^[15]。分离的3种酵母季也蒙假丝酵母、无名假丝酵母和葡萄牙假丝酵母都属于假丝酵母属, 耐高渗透压, 许多种可发酵葡萄糖和其他糖类, 能够将糖转化为酒精和CO₂^[19]。这与刘翠云^[20]在气调包装的莲藕中分离出引起胀袋的酵母菌有一定的一致性。在真空包装的肉禽产品中, 芽孢杆菌、肠细菌和假丝酵母属都是常检出微生物^[21]。如高鹏等^[22]研究出芽孢杆菌属和梭状芽孢杆菌属细菌的存在可能是引起真空包装肘花胀袋从而使产品变质的主要原因; 黄玲等^[23]从胀

袋番茄酱中分离出季也蒙假丝酵母; 王向阳等^[24]从胀袋腌萝卜干中分离出了蜡样芽孢杆菌; 王宏勋等^[25]以真空包装土豆研究了真空包装净菜的菌相组成, 表明酵母菌是净菜初始微生物中数量占优势的一种优势菌。虽然肉制品、酱制品和腌制品与鲜切果蔬加工工艺不尽相同, 但由于其营养成分的相似都给微生物提供了适宜生长的环境, 也导致了这些微生物代谢产生气体最终导致胀袋。这就验证了这5种菌确实有导致胀袋的情况发生。

真空包装的鲜切藕片的制作经历了莲藕采摘、贮藏、清洗、去皮、切片、包装这几个步骤, 为了减少人为增加的微生物污染, 莲藕在去皮、切片、包装整个过程都是采用无菌操作, 因此, 可推断, 水源和莲藕自带的微生物是导致真空包装鲜切藕片胀袋的根源, 又由于莲藕中含有水分、蛋白质、糖分以及少量的维生素和其他有机物, 在适宜的温度贮藏下为细菌和酵母菌的生长创造了有利条件。本实验通过分析鲜切藕片的胀袋微生物, 为下一步进行胀袋微生物的溯源提供了依据, 有助于寻找确切的污染源头, 在贮藏过程中加以重点控制, 加强产品品质提供保障。

参考文献:

- XING Yage, LI Xihong, XU Qianlian, et al. Effects of chitosan-based coating and modied atmosphere packaging (MAP) on browning and shelf life of fresh-cut lotus root (*Nelumbo nucifera* Gaerth)[J]. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 2010, 11(6): 684-689.
- LEHTO M, KUISMA R, MÄÄTTÄ J. Hygienic level and surface contamination in fresh-cut vegetable production plants[J]. Food Control, 2011, 22(3/4): 469-475.
- BRIGHTWELL G, CLEMENS R, URLICH S, et al. Possible involvement of psychrotolerant Enterobacteriaceae in blown pack spoilage of vacuum-packaged raw meats[J]. International Journal of Food Microbiology, 2007, 119: 334-339.
- SILVA A R, PAULO E N, SANT'ANA A S, et al. Involvement of *Clostridium gasigenes* and *C. algidicarnis* in 'blown pack' spoilage of Brazilian vacuum-packed beef[J]. International Journal of Food Microbiology, 2011, 148: 156-163.
- 刘常金, 李美艳, 张芹, 等. 胀袋烧鸡中一种厌氧菌的分离与鉴定[J]. 肉类研究, 2010, 24(6): 60-62.
- 徐世明, 赵瑞连, 宋维娟, 等. 胀袋烤鸡中腐败菌的分离与鉴定[J]. 食品科技, 2011, 36(2): 13-21.
- 杨颖, 陆胜民, 夏其乐, 等. 胀袋腌梅微生物的分离、鉴定与抑制研究[J]. 中国食品学报, 2009, 9(2): 34-39.
- 孙燕萍, 彭浩, 凌霞, 等. VITEK 2 Compact全自动微生物分析系统的应用及鉴定结果分析[J]. 现代预防医学, 2010, 37(20): 3891-3900.
- 乔宁, 喻华, 殷琳, 等. VITEK 2 COMPACT全自动微生物分析仪性能分析[J]. 淮海医学, 2012(3): 211-213.
- 刘慧. 现代食品微生物学实验技术[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2006: 8-57.
- GB 4789.2—2010 食品卫生微生物学检验菌落总数测定[S].
- 周德庆. 微生物学实验手册[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006: 29-31.
- 郝林. 食品微生物实验技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001: 5-10.
- 巴尼特J A. 酵母菌的特征与鉴定手册[M]. 胡瑞卿, 译. 青岛: 青岛海洋大学出版社, 1991: 6.
- 布坎南R E, 吉本斯N E. 伯杰氏菌种鉴定手册[M]. 8版. 北京: 科学出版社, 1984: 451-452; 729-737.
- 赵国娇, 王宏勋. 真空包装鲜切紫薯的菌相研究[J]. 食品科学, 2012, 33(13): 156-159.
- 方兰兰, 李睿, 王宏勋. 真空包装莲藕中微生物初步分析[J]. 食品工程, 2012(3): 109-111.
- 张伟伟, 鲁绯, 张金兰, 等. 食品中蜡样芽孢杆菌的研究进展[J]. 中国酿造, 2010(5): 1-4.
- 贝里D R. 酵母菌生物学[M]. 徐士菊, 译. 北京: 中国轻工业出版社, 1982: 16-21.
- 刘翠云. 气调包装莲藕及其胀袋原因的分析[D]. 武汉: 华中农业大学, 2009.
- JAY J M. 现代食品微生物学[M]. 徐岩, 译. 5版. 北京: 中国轻工业出版社, 2001: 86-97.
- 高鹏, 王艳, 黄敏, 等. 应用16S rDNA和PCR-DGGE技术分析水晶肘花胀袋的微生物原因[J]. 食品科学, 2013, 34(14): 356-360.
- 黄玲, 黄忠梅, 吴海文. 胀袋番茄酱中分离出季也蒙假丝酵母和丛丝孢酵母[J]. 监督管理, 2006, 18(6): 547-548.
- 王向阳, 施青红. 胖袋腌萝卜干中致病微生物鉴定及防腐研究[J]. 中国食品学报, 2006, 6(2): 103-107.
- 王宏勋, 赵国娇, 夏天龙. 不同切割方式对真空包装净菜菌相的影响[J]. 食品工业科技, 2013, 34(9): 55-57.