

发酵牛肉香肠生产工艺优化

张凤宽¹, 易小艳², 尤丽新¹, 陈海燕¹, 刘学军^{2,*}

(1. 吉林农业大学发展学院, 吉林 长春 130600; 2. 吉林农业大学食品科学与工程学院, 吉林 长春 130118)

摘要: 以干酪乳杆菌(*Lactobacillus casei*)和木糖葡萄球菌(*Lactobacillus casei*)为发酵牛肉香肠的混合发酵剂。通过正交试验, 对发酵牛肉香肠的生产工艺进行优化。结果表明: 添加干酪乳杆菌和木糖葡萄球菌发酵剂, 并采用缓慢发酵法, 可加工出质地口感适中、风味柔和、适应我国消费习惯的产品类型; 确定最佳发酵条件为发酵时间 16h、pH5.0、发酵温度 30℃、菌种接种量 10^7 CFU/g、相对湿度 85%、菌种混合配比(G:M)3:1。

关键词: 干酪乳杆菌; 木糖葡萄球菌; 发酵牛肉香肠; 工艺

Optimizing Fermentation Process Parameters of Fermented Beef Sausages

ZHANG Feng-kuan¹, YI Xiao-yan², YOU Li-xin¹, CHEN Hai-yan¹, LIU Xue-jun^{2,*}

(1. Development College of Jilin Agricultural University, Changchun 130600, China;

2. College of Food Science and Engineering, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China)

Abstract: *Lactobacillus casei* and *Staphylococcus xylosus* were used as the mixed fermentation starter for fermented beef sausages. The optimal fermentation process parameters of fermented beef sausages were determined by orthogonal array design method to be: fermentation time of 16 h, pH 5.0, fermentation temperature of 30 °C, mixed fermentation starter amount of 10^7 CFU/g with a *Lactobacillus casei*-to-*Staphylococcus xylosus* ratio of 3:1 and relative humidity of 90%. In addition, the addition of mixed fermentation starter in a slow fermentation method could produce fermented beef sausages with excellent texture and taste as well as soft flavor, which is suitable for Chinese consumption habits.

Key words: *Lactobacillus casei*; *Staphylococcus xylosus*; fermented beef sausage; process

中图分类号: TS251.65

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2011)16-0182-05

发酵香肠是指将绞碎的肉、动物脂肪、盐、糖、发酵剂和香辛料等混合后灌进肠衣, 经过微生物发酵而制成的具有稳定的微生物特性和典型的发酵香味的肉制品^[1-2]。发酵香肠因其水分活度(activity of water, a_w)和pH值都较低, 从而抑制了香肠内病原微生物的增值, 使其不仅有较高的食用安全性, 而且还延长了香肠的贮存期^[3]。发酵香肠具有独特的风味主要来自于添加到香肠内的香辛料, 脂肪的自动氧化, 微生物酶降解脂类、蛋白质、碳水化合物形成的风味物质, 其中微生物酶降解生成的产物是形成发酵香肠风味物质的最主要途径^[2,4-5]。传统发酵香肠通常不添加发酵剂, 完全由肉、香辛料及环境中的微生物完成发酵和成熟。在生产过程中由于原料肉中加入了食盐、亚硝酸盐、硝酸盐及香辛料, 使不耐盐及对亚硝酸盐敏感的腐败菌不能生长, 加上加工过程中的温度一般较低, 嗜冷性好氧菌开始时缓慢生

长, 但随之因肠馅内的氧气被逐渐消耗掉而受到抑制。而上述条件正好适合乳酸菌的生长, 逐渐成为优势菌^[6-8]。用自然发酵方法生产发酵香肠时, 如果在某一生产环节出现意外, 而使其他细菌成为优势菌, 则必然会导致产品质量明显下降或完全腐败。因此, 用自然发酵方法生产发酵香肠必然要受到季节、地区和气候等条件的限制, 而且生产多凭经验、缺乏科学性。发酵香肠的现代生产工艺则是在原料中添加应用微生物纯培养技术获得的乳酸菌, 从而保证了乳酸菌在整个发酵和成熟过程中占有绝对的优势, 再加上合理的工艺条件, 使产品的安全和质量得到保证。

本实验通过正交试验对发酵牛肉香肠的发酵工艺进行研究, 以牛肉为主要原料, 通过干酪乳杆菌、木糖葡萄球菌发酵, 开发出了发酵牛肉香肠, 改善了香肠的色、香、味, 使其更易于消化吸收, 并对其生产

收稿日期: 2010-09-13

基金项目: 吉林省科学技术厅资助项目(20050202-2)

作者简介: 张凤宽(1944—), 男, 教授, 研究方向为动物性食品科学。E-mail: zhangfk2003@yahoo.com.cn

* 通信作者: 刘学军(1963—), 男, 教授, 博士, 研究方向为动物性食品检测。E-mail: liuxj@163.com

工艺进行优化,从而使发酵牛肉香肠的生产加工更趋于方便合理^[9]。

1 材料与amp;方法

1.1 发酵菌种

干酪乳杆菌(*Lactobacillus casei*)、木糖葡萄球菌(*Staphylococcus xylosus*)由本实验室分离鉴定所得。

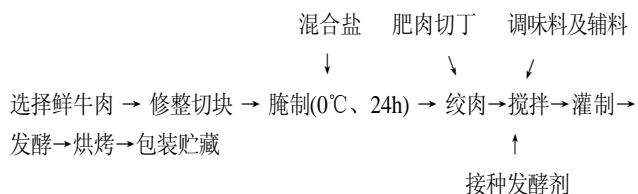
1.2 方法

1.2.1 发酵牛肉香肠配料

原料肉:鲜牛肉 90%、猪背膘 10%。

辅助调料(按原料肉质量计算):混合盐[精盐 2.0%、硝酸钠 0.05%、亚硝酸钠 0.015%、复合磷酸盐(三聚磷酸钠-焦磷酸钠-六偏磷酸钠=2:2:1)0.3%],葡萄糖 0.8%,蔗糖 1.2%,乳糖 0.4%,味精 0.1%,淀粉 11.25%,大豆蛋白 11.25%,卡拉胶 0.4%,白胡椒粉 0.3%,VC 粉 0.08%,豆蔻粉 0.1%,大蒜粉 0.1%。

1.2.2 加工工艺流程



1.2.3 工艺要点

1.2.3.1 鲜牛肉选择

选择牛的臀腿部肌肉,该部位肌肉质地细嫩、结缔组织少,易于切割和发色;肥肉选用猪的背膘,质地致密硬度好、便于切割成型、熔点高,烘烤时不易走油。

1.2.3.2 原料肉修整与切块

剔除肉表面筋膜、大的筋腱、血管及损伤部位,切成长、宽、高均为 4~5cm 的肉块后用凉水漂洗 2 次,冷却后腌制;背膘切成长、宽、高均为 0.5~1cm 的肥丁,并用温水漂洗除去杂质和油腻。

1.2.3.3 腌制

将精盐、硝酸钠、亚硝酸钠、复合磷酸盐混合后加入切好的牛肉块中,搅拌均匀后置于 0℃ 条件下腌制 24h。

1.2.3.4 绞肉

将腌制好的牛肉块和肥肉丁同时放入绞肉机中,采用 10mm 和 5mm 孔径的筛板各绞肉一次。在绞制过程中,要保持肉温始终不高于 8℃。

1.2.3.5 搅料

按配方要求将各种调味料、辅料、发酵剂和适量

的冰水与绞好的肉馅置于搅拌机中,搅拌均匀。

1.2.3.6 灌肠

将搅拌后的肉馅置于灌肠机内灌制在天然肠衣中。灌制时,肉馅要松紧适度,防止灌得过饱而胀破肠衣,同时用针尖排掉肠内空气。

1.2.3.7 发酵

用温水漂洗肠体,去除肠体表面污物和杂质。然后将处理好的肠体挂放在恒温恒湿发酵箱中,在 30℃ 条件下发酵 16~18h,当 pH 值达到 5.0~5.2 时终止发酵。

1.2.3.8 烘烤

主要是除去肠体内多余的水分,促进产品成熟;使发酵剂失活,终止发酵剂的作用。烘烤时先采用 45℃,30min 使香肠中心温度达 40℃,使发酵剂失活,防止香肠后续发酵。然后在 70℃ 条件下烘烤 2h 即为成品。

1.2.3.9 包装贮藏

烘烤熟制的成品冷却后,采用真空包装,有利于保持香肠的色泽、防止脂肪氧化。在 0~5℃ 条件下贮藏。

1.2.4 发酵牛肉香肠工艺优化

按照发酵香肠生产工艺要求,分别接入发酵剂(干酪乳杆菌-木糖葡萄球菌),研究接种量、菌种配比、发酵温度、相对湿度、发酵时间 5 因素对发酵牛肉香肠工艺的影响。

1.2.4.1 最适发酵时间和 pH 值的确定^[9]

发酵剂为干酪乳杆菌:木糖葡萄球菌=3:1(细胞数)接种量为 10^7 CFU/g,相对湿度 90%,发酵温度 30℃,分别为发酵时间为 8、12、16、20、24h 进行发酵,在每个时间段测定其 pH 值以确定合适的发酵时间和适合人口味的 pH 值。

1.2.4.2 不同接种量对发酵牛肉香肠的影响^[4,7-8]

发酵剂为干酪乳杆菌:木糖葡萄球菌=3:1,发酵温度 30℃,相对湿度 90%,采用 5 组接种量 10^4 、 10^5 、 10^6 、 10^7 、 10^8 CFU/g 进行发酵,每 2h 测定 pH 值以确定合适的接种量。

1.2.4.3 不同菌种比对发酵牛肉香肠的影响

发酵剂接种量 10^7 CFU/g,发酵温度 30℃,相对湿度 90%,选择菌种(干酪乳杆菌-木糖葡萄球菌)比例为 3:1、2:1、1:1、1:2、1:3 及空白组做试验进行发酵,每 2h 测定 pH 值以确定合适的菌种配比。

1.2.4.4 不同发酵温度对发酵牛肉香肠的影响

发酵剂为干酪乳杆菌-木糖葡萄球菌(3:1),接种量 10^7 CFU/g,相对湿度 90%,采用温度 20、25、30、35、40℃ 进行发酵,每 2h 测定 pH 值以确定合适的发酵温度。

表1 发酵牛肉香肠感官评价标分评准
Table 1 Sensory evaluation standard of fermented beef sausages

外观20	组织状态20	色泽20	气味20	口感20	总分100
肠衣干燥紧贴肉陷,稍有皱褶,无黏液及霉点,肠体坚实有弹性	切面肉馅致密、瘦肉与肥丁结合紧密,界面清晰	表面及肉馅呈鲜艳的玫瑰红色、表面鲜亮	具有发酵牛肉香肠特有的气味,香味浓郁、良好的乳酸发酵香	酸味纯正、后味饱满、无刺激性	符合前述5项要求

表2 不同发酵时间的产品品质
Table 2 Effect of fermentation time on quality characteristics of fermented beef sausages

感官评定项目	不同发酵时间产品品质				
	8h	12h	16h	20h	24h
外观	肠衣干燥紧贴肉陷、肠体软、弹性小	肠衣干燥紧贴肉陷、肠体软、弹性较小	肠衣干燥紧贴肉陷、肠体坚实有弹性	肠衣干燥紧贴肉陷、肠体坚实有弹性	肠衣干燥紧贴肉陷、肠体坚实有弹性
组织状态	切面易散、不坚实	切面易散、不坚实	切面肉馅致密、瘦肉与肥丁结合紧密、界面清晰	切面肉馅致密、瘦肉与肥丁结合紧密、界面清晰	切面肉馅致密、瘦肉与肥丁结合紧密、界面清晰
色泽	肉馅呈红色、脂肪呈乳白色	肉馅呈红色、脂肪呈乳白色	肉馅呈红色、脂肪呈乳白色	肉馅呈红色、脂肪呈乳白色	肉馅呈红色、脂肪呈乳白色
气味	无发酵香味	发酵香味淡	具有发酵肠的香味	具有发酵肠的香味	具有发酵肠的香味
口感	淡而无味	略有酸味	酸味适中	酸味一般	酸味一般
综合评分	60	70	90	85	85

1.2.4.5 不同相对湿度对发酵牛肉香肠的影响^[7,9-11]

发酵剂为干酪乳杆菌-木糖葡萄球菌(3:1),接种量 10^7 CFU/g,发酵温度 30°C ,采用4组湿度80%、85%、90%、95%进行发酵,每2h测定pH值以确定合适的发酵湿度。

1.2.4.6 发酵牛肉香肠工艺正交试验

在单因素试验的基础上,选择接种量、相对湿度、菌种配比、发酵温度4个因素,采用 $L_9(4^3)$ 正交表进行正交试验,测定其pH值以确定发酵牛肉香肠最佳发酵工艺条件。

1.2.4.7 感官评定

将待检香肠切成1cm薄片,挑选10名评定者在饭后2~3h^[6]对不同试验组的香肠的外观、组织状态、色泽、气味和口感进行感官评分,评分标准见表1。最后根据分数高低对各组香肠进行质量分级。特级产品90分及以上,一级产品为76~85分,二级产品为60~75分,不合格产品为60分以下。

1.2.4.8 pH值测定

称取20g香肠样品,用研钵研碎,加入180mL中性蒸馏水于三角瓶中,间隙振荡30min后过滤,滤液用精密pH计测定pH值^[12]。

2 结果与分析

2.1 发酵时间对pH值的影响^[7,10,13]

在每个时间段测定其pH值以及不同发酵时间对发酵牛肉香肠品质的影响的结果如图1、表2所示。

由图1可知,香肠添入发酵剂后,随着发酵时间的延长,其pH值开始下降,12~16h速率下降剧烈,

16h后pH值下降速率趋于平缓,此时pH5.05,20h和24h的pH值基本无变化,此时其值为4.95左右。这说明发酵16h后发酵剂进入了稳定期,pH值基本保持不变。

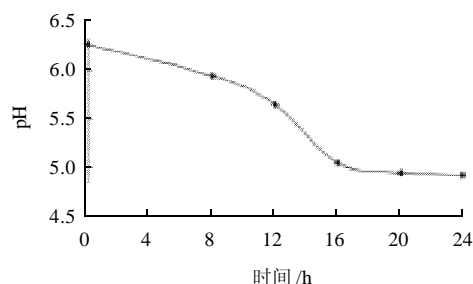


图1 不同发酵时间的pH值变化

Fig.1 Effect of fermentation time on pH value of fermented beef sausages

从表2可知,随着发酵时间的延长,产品的酸味不断增加,综合感官质量也在不断发生变化;在发酵时间达16h时,产品的品质最好,当延长到24h时,则产品偏酸,综合评分较差。

综合以上所得,发酵到16h时产品无论从pH值考虑还是品质考虑其效果都是最好的。因此,选择最适的发酵时间为16h,且其pH值定位在4.95~5.10时产品的品质最好。

2.2 接种量的选择

由图2可看出,接种量不同,发酵产酸速度明显接种量越大,产酸速度越快。接种量为 10^4 CFU/g时,开始发酵时pH值基本无变化,直至18h才开始有所下降,此时发酵剂才开始成为优势菌进行发酵,24h后pH值高达5.88;接种量为 10^5 CFU/g时,开始发酵时pH值

基本无变化,直至14h才开始有所下降,此时发酵剂才开始成为优势菌进行发酵,24h后pH值高达5.68;接种量为 10^6 CFU/g时,开始发酵时pH值略微有所下降,12h后下降迅速,此时发酵剂开始成为优势菌进行发酵,24h后pH值达5.44,且发酵还未结束,pH值还在下降;接种量为 10^7 CFU/g时,开始发酵时pH值有所下降,发酵12h后pH值下降迅速,此时发酵剂开始成为优势菌进行发酵,16h后pH值下降平缓,发酵24h后pH值达4.90;接种量为 10^8 CFU/g时,开始发酵后pH值就一直急剧下降,发酵剂立即成为优势菌进行发酵,发酵24h后pH值低至4.27;为了选择一个开始发酵的时间较早出现且后期pH值稳定的接种量,由此可选择接种量为 10^7 CFU/g较合适。

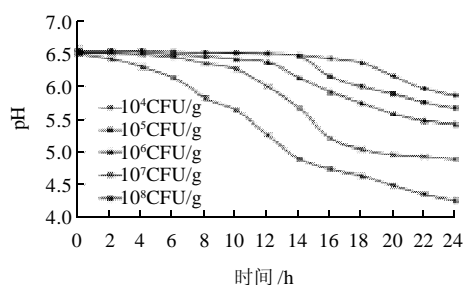


图2 不同接种量的pH值变化

Fig.2 Effect of inoculation amount on pH value of fermented beef sausages

2.3 菌种配比的选择

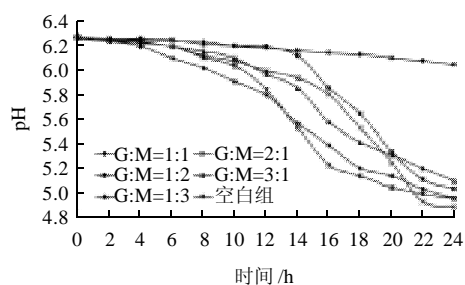


图3 不同菌种配比的pH值变化

Fig.3 Effect of *Lactobacillus casei*-to-*Staphylococcus xylosus* ratio on pH of fermented beef sausages

由图3可以看出,干酪乳杆菌与木糖葡萄球菌比例不同,pH值的变化明显。比例为1:1时,香肠接入菌种14h后,pH值急剧下降,18h后发酵基本结束,pH值下降平缓;比例为1:2时,香肠接入菌种14h后,pH值急剧下降,22h后发酵才基本结束;比例为1:3时,香肠接入菌种8h后pH值急剧下降,直至24h,pH值还在继续下降;比例为2:1时,香肠接入菌种14h后pH值急剧下降,22h后发酵才基本结束;比例为3:1时,香肠接入菌种10h后发酵产酸速率加快,16h后发酵基

本结束,pH值下降平缓;为了选择一个发酵时间较早,pH值下降较明显且后期速度较平稳的菌种比,由此可选择菌种比例为3:1较合适。

2.4 发酵温度对发酵牛肉香肠pH值的影响

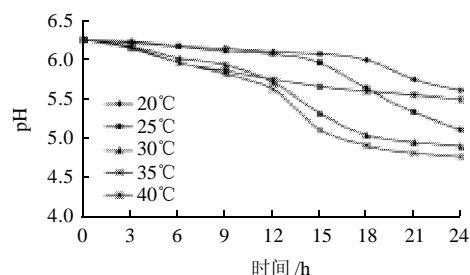


图4 不同发酵温度的pH值变化

Fig.4 Effect of fermentation temperature on pH value of fermented beef sausages

由图4可以看出,发酵温度不同,pH值的变化有很大的差异。温度为20℃时,香肠接入菌种后pH值基本无变化直至18h后,pH值才开始急剧下降,24h后发酵未结束,此时pH值高为5.62,产品发酵风味淡、口味差;温度为25℃时,香肠接入菌种后pH值基本无变化直至15h后,pH值才开始急剧下降,24h后发酵未结束,此时pH值为5.12,产品发酵香味较好;温度为30℃时,香肠接入菌种后pH值开始缓慢下降,12h后pH值下降剧烈,18h后发酵基本结束,pH值基本不变了,24h后为4.91,产品发酵风味浓郁、口味好;温度为35℃时,香肠接入菌种后pH值开始缓慢下降,12h后pH值下降剧烈,18h后发酵也基本结束,24h后的pH值降为4.78,产品酸味较重、口味较差;温度为40℃时,香肠接入菌种后pH值一直平缓下降直至24h后还在缓慢下降,可能由于发酵温度过高导致菌种的生长缓慢,24h后的pH值高为5.51,说明发酵未结束,产品发酵风味差、口味差。综合以上考虑,选择发酵温度为30℃较合适。

2.5 相对湿度的选择

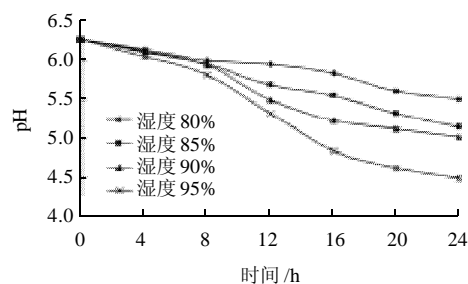


图5 不同相对湿度的pH值变化

Fig.5 Effect of relative humidity on pH value of fermented beef sausages

由图5可知,随着相对湿度的增加,pH值下降速率加快。在95%相对湿度条件下,发酵8h后发酵剂进入对数生长期,pH值迅速下降,24h后pH值下降为4.49;在90%相对湿度条件下,发酵8h后发酵剂进入对数生长期,pH值迅速下降,发酵16h后pH值趋于平稳,24h后pH值下降为5.03;在85%相对湿度条件下,pH值下降较快,24h后pH值达到5.15,且还有下降的趋势;在80%相对湿度条件下,16h后发酵剂才开始进入对数生长期,发酵24h时,pH值仍高达5.51。为了选择发酵速度较早、pH值后期得以控制,由此选择相对湿度90%较合适。

2.6 发酵牛肉香肠工艺正交试验^[14-15]

表3 发酵牛肉香肠工艺正交试验设计及结果

Table 3 Orthogonal array design and corresponding experimental results

试验号	因素				Y pH	Y'感官评分
	A 接种量/ (CFU/g)	B 发酵 温度/℃	C 相对 湿度/%	D 组合菌种配 比(G:M)		
1	1(10 ⁶)	1(25)	1(80)	1(1:1)	5.79	68
2	1	2(30)	2(85)	2(1:3)	5.21	85
3	1	3(35)	3(90)	3(3:1)	4.87	73
4	2(10 ⁷)	1	2	1	5.54	76
5	2	2	3	3	5.18	89
6	2	3	1	2	4.77	74
7	3(10 ⁸)	1	3	2	4.88	77
8	3	2	1	3	4.78	76
9	3	3	2	1	4.91	79
K ₁	15.87	16.21	15.34	16.24		
K ₂	15.49	15.17	15.66	14.86		
K ₃	14.57	14.55	14.93	14.83		
Y	k ₁	5.16	5.06	5.11	4.94	
	k ₂	5.29	5.40	5.22	4.95	
	k ₃	4.86	4.85	4.98	5.41	
K ₁	226	221	218	223		
K ₂	239	250	240	236		
K ₃	232	226	239	238		
Y'	k ₁	75.33	73.67	72.67	74.33	
	k ₂	79.67	83.33	80	78.67	
	k ₃	77.33	75.33	79.67	79.33	
R	0.43	0.55	0.24	0.47		
R'	4.34	9.66	7.33	5		

由表3可知,各因素对香肠pH值的影响顺序依次

为 $B > C > D > A$,即发酵温度>相对湿度>菌种配比>接种量。根据表中各因素的 R 值大小及感官评分可以确定各因素的较优水平组合是 $A_2B_2C_2D_3$,即接种量为 10^7 CFU/g、发酵温度为30℃、相对湿度为85%、菌种配比为3:1。

3 结 论

本实验使用干酪乳杆菌和木糖葡萄球菌作为发酵牛肉香肠的混合发酵剂,确定出的最佳发酵条件为发酵时间16h、pH5.0、发酵温度30℃、菌种接种量 10^7 CFU/g,相对湿度90%、菌种混合配比为(G:M)3:1。此发酵条件做出来的发酵牛肉香肠肠体坚实有弹性、切片性好、肉馅紧贴肠衣、肉质细嫩、具有浓郁的发酵香味、后味饱满。为了保证产品质量的稳定性、安全性,应严格控制发酵室和混合原料的的卫生标准。

参考文献:

- [1] 蒋爱民,张凤宽.肉制品工艺学[M].西安:陕西科学技术出版社,1996:179-188.
- [2] 葛长荣,马美湖,马长伟,等.肉与肉制品工艺学[M].北京:中国轻工业出版社,2002:232-239.
- [3] LEISTNER L.发酵性肉制品的前景[J].韩魁元,译.肉类工业,1998(4):30-32.
- [4] 王卫.中式口味发酵香肠的开发研究[J].食品科技,2003,28(增刊1):319-321.
- [5] 赵晋府.食品技术原理[M].北京:中国轻工业出版社,2007:319-32.
- [6] BRIAN J B. Microbiology of fermented foods[M]. New York and London: Elsevier Applied Science, 1985: 270-290.
- [7] 孔保华.肉品科学与技术[M].北京:中国轻工业出版社,2003:289-308.
- [8] 刘振民.肉品发酵剂研究概述[J].肉类工业,2001(增刊1):21-23.
- [9] 邵伟,唐明,鲁林.发酵香菇香肠生产工艺研究[J].食品科技,2003,28(增刊1):253-254.
- [10] 马美湖.动物性食品加工学[M].北京:中国轻工业出版社,2009:186-196.
- [11] 罗欣,王海燕,张春江,等.发酵香肠中菌种分离及鉴定[J].食品科技,2003,28(增刊1):289-292.
- [12] 赵玉敏.加入WTO对我国农产品进出口的影响及政策建议[R].//外经贸研究院研究报告,2003:103-125.
- [13] 马汉军.糖在中式发酵香肠中的应用研究[J].肉类工业,2001(增刊1):134-136.
- [14] 贾君.牛肉发酵香肠的研究[J].食品科技,2003,28(增刊1):267-269.
- [15] 黄伟坤.食品检测与分析[M].北京:中国轻工业出版社,1993:216-218.