

# 风鸭的腌制发酵工艺研究

徐海祥, 杨士章, 施帅, 吴明亮

(江苏畜牧兽医职业技术学院, 江苏泰州 225300)

**摘要:** 本试验研究了用复合发酵剂生产风鸭的工艺条件。通过正交试验确定了鸭胚腌制的最佳条件为食盐浓度 8%, 蔗糖 3%, 复合香辛料(花椒八角 1:1 混合) 1.5%, 腌制时间 12 h。通过单因素试验与正交试验确定了最佳的发酵条件: 植物乳杆菌、戊糖乳杆菌、变异微球菌与汉逊德巴利氏酵母菌之间的菌种比例 1:2:1:2, 接种量 1.5%, 发酵温度 22 °C, 发酵时间 73 h, 所得风鸭 pH 值为 5.18, 氨基酸态氮含量为 0.75%。

**关键词:** 风鸭; 发酵; 腌制; 复合发酵剂

**文章编号:** 1673-9078(2012)8-1035-1039

## Processing Technology of Pickled and Fermented Air-drying Duck

XU Hai-xiang, YANG Shi-zhang, SHI Shuai, WU Ming-liang

(Jiangsu Animal Husbandry and Veterinary College, Taizhou 225300, China)

**Abstract:** Complex microbial agents were studied for air-drying duck in this experiment. Conditions of the best curing for the duck were determined according to orthogonal design. The curing parameters were salt 8%, sucrose 3%, compound condiment (chinese prickly ash-illicium verum ratio, 1:1) 1.5% and curing hours 12 h. The best fermentation conditions of fermented salted duck were studied with single factor experiments and orthogonal experiment design successively. The experimental results showed that the best proportion of *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus pentosus*, *Micrococcus varians*, *Dabaryanyces hansenula* was 1:2:1:2. The optimum inoculation amount of complex microbial agents, fermentation temperature and time were 1.5%, 22 °C and 73 h, respectively. Under these conditions, the air-drying duck is processed with pH of 5.18 and N content of amino acid being of 0.75%.

**Key words:** air-drying duck; ferment; cure; complex agents

我国是世界上鸭肉产量最大的国家, 并且每年以 10~15% 的速度递增, 鸭产品的年产值高达 300 多亿元, 但鸭产品仍以初级的屠宰加工产品为主。鸭肉具有低脂肪、低胆固醇、高蛋白等优点, 非常符合现代“三高”人群对饮食的要求, 深受消费者青睐。

发酵风鸭制品, 是指在人工控制条件下, 利用微生物的发酵作用, 产生具有特殊风味、色泽和质地, 且具有较长货架期的鸭肉制品。通过微生物的发酵作用, 肉中蛋白质被分解为氨基酸, 不仅提高了可消化性, 而且发酵分解形成的氨基酸丰富了鸭制品的风味。在发酵过程中, 接入的乳酸菌一方面将糖类物质分解为乳酸, 致使产品的 pH 值下降, 从而抑制腐败菌的生长繁殖, 增加鸭肉产品的安全性和货架期。本实验在实验室筛选发酵风鸭优势菌种的基础上, 进一步对复合发酵剂生产发酵风鸭的工艺进行了深入研究, 为实现发酵风鸭的工业化、规模化生产奠定了理论基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

#### 1.1.1 原辅料

樱桃谷鸭: 苏家湾养殖场, 泰州。

食盐、白糖、复合香辛料(花椒八角 1:1 混合)、味精、料酒购于泰州易初莲花超市。

#### 1.1.2 菌种及培养基<sup>[8]</sup>

菌种: A 植物乳杆菌; B 戊糖乳杆菌; C 变异微球菌; D 汉逊德巴利氏酵母菌; 菌种全部由扬州大学食品科学与工程学院提供。

MRS 液体培养基, 用于乳酸菌的活化。

PDA 液体培养基, 用于汉逊德巴利氏酵母菌的活化。

鸭肉汁培养基: 瘦鸭肉 500 g 切成碎块, 加入 1000 mL 水中, 冰箱中低温浸泡过夜, 熬煮 30 min, 用纱布过滤, 加入 10 g 蛋白胨、10 g 葡萄糖和 50 g 氯化钠, 补水至 1000 mL, 调节 pH 7.2~7.5, 灭菌备用(主要菌种的扩大培养)。

#### 1.1.3 仪器和设备

收稿日期: 2012-04-07

基金项目: 江苏畜牧兽医职业技术学院院级课题 (ZD201108)

作者简介: 徐海祥 (1976-), 男, 本科, 实验师, 研究方向: 畜产品加工

腌制缸(购于泰州乐购超市); Delta320精密pH计(梅特勒-托得多上海仪器公司); 煮制锅(ZB-500型, 南京明瑞机械有限公司); 恒温培养箱(HH-BLL-600型, 上海跃进医疗器械厂); 生物显微镜(XTL 20型, 北京泰克电器有限公司); 电子分析天平(AR2140型, 奥豪斯国际贸易上海有限公司); 超净工作台(SW-CJ-IFD型, 苏净集团安泰公司); 真空包装机(DZ-500型, 南通腾通包装机械有限公司)

## 1.2 试验方法

### 1.2.1 风鸭加工工艺流程

光鸭清洗→配料→低温腌制→发酵(接种)→风干→熟制→包装→杀菌→冷却→检验→成品

### 1.2.2 质量控制要点

#### 1.2.2.1 鸭胚清洗

选择符合食品卫生标准的樱桃谷鸭胚, 质量1 kg左右。用清洁冷水洗净体腔内残留的破碎内脏和血液。然后将洗净的鸭浸泡于清洁水中3~4 h(以拔出体内血液, 使肌肉洁白, 成品口味鲜美, 延长保存期), 捞出沥干备用。

#### 1.2.2.2 腌制

采用湿腌法。按照试验设计, 在不高于室温20℃的环境下, 按配方称取原辅料, 置腌制缸中进行腌制。考察食盐、蔗糖、复合香辛料用量(以肉重计)及腌制时间对发酵速度的影响, 并对最终条件下的腌制鸭进行感官评定。随后将鸭胚用清洁冷水洗去盐霜、污垢, 备用。

#### 1.2.2.3 接种、发酵

菌种活化、接种到鸭肉汁培养基扩大培养, 测定含菌量: 植物乳杆菌( $2.3 \times 10^7$  CFU/mL); 戊糖乳杆菌( $7.6 \times 10^6$  CFU/mL); 变异微球菌( $3.3 \times 10^6$  CFU/mL); 汉逊德巴利氏酵母菌( $3.9 \times 10^5$  CFU/mL), 按照试验设计, 将发酵剂喷涂抹于鸭胚表面, 然后入风干室进行恒温发酵。

#### 1.2.2.4 风干

先将风干室温度设定为20℃, 再将鸭体挂于风干线的挂钩上, 风干72 h后, 至水分达到35%~45%即可, 使其达到脱水、脱脂、嫩化和显瘦的效果。

#### 1.2.2.5 熟制

将鸭体从风干室中取出, 投入煮制锅, 进行熟制, 温度控制在90~95℃, 时间为30 min。

#### 1.2.2.6 包装、杀菌

熟化后的发酵风鸭装入真空包装袋, 每袋装800 g左右, 然后通过真空包装机袋装包装, 真空度要求0.1

MPa。再投入100℃沸水中杀菌30 min, 捞出冷却至室温。

### 1.2.2.7 检验

熟制的产品经冷却后检验合格, 成品方可装箱入库。

## 1.2.3 试验设计

### 1.2.3.1 腌制条件的确定

采用 $L_9(3^4)$ 正交试验考察食盐浓度、蔗糖浓度、复合香辛料用量及腌制时间对感官品质的影响见表1, 表2。

表1 因素水平设计

Table 1 Factors and levels of the orthogonal experiment

水平	A(食盐/%)	B(蔗糖/%)	C(复合香辛料/%)	D(腌制时间/h)
1	7.5	2.0	0.5	8
2	8.0	3.0	1.0	12
3	8.5	4.0	1.5	16

表2 感官评分标准

Table 2 The standards of sensory evaluation

项目	优等(25~20分)	次等(20~15分)	质劣(低于15分)
色泽(25分)	红褐色或深红色, 且色泽光亮	色泽稍淡, 肌肉呈暗红色或咖啡红色	肌肉灰暗无色, 且有部分油脂渗出
香气(25分)	腊香气浓郁	有腊香气, 脂肪有轻度酸败味	无腊香, 脂肪有明显的酸败味
滋味(25分)	咸甜味适中	稍甜或稍咸	很甜或很咸
口感(25分)	风味优秀, 口感良好	风味稍减, 口感稍差	风味较差, 口感不良

根据以上感官评分标准, 综合起来即为感官综合评分, 以满分100分计。

### 1.2.3.2 发酵条件的确定

#### (1) 单因素试验

以接种比例、接种量、发酵温度、发酵时间为单因素, 考察它们对pH值和氨基酸态氮含量的影响。

#### (2) 最佳发酵条件的确定

在单因素试验的基础上, 采用正交试验, 验证试验来优化最佳的发酵条件, 以确定风鸭产品发酵的菌种比例、接种量、发酵温度和发酵时间。

## 2 结果与分析

### 2.1 最佳腌制条件的确定

以食盐浓度、蔗糖浓度、复合香辛料浓度、腌制时间为四个因素, 按照表1所设计的正交试验, 试验结果见表3。

表 3 感官评定结果

Table 3 The result of sensory evaluation of the products

试验号	A	B	C	D	感官评分
1	1(7.5)	1(2)	1(0.5)	1(8)	75
2	1	2(3)	2(1.0)	2(12)	83
3	1	3(4)	3(1.5)	3(16)	76
4	2(8.0)	1	2	3	82
5	2	2	3	1	84
6	2	3	1	2	86
7	3(8.5)	1	3	2	80
8	3	2	1	3	77
9	3	3	2	1	72
k1	78.00	79.00	79.33	77.00	
k2	84.00	81.33	79.00	83.00	
k3	76.33	78.00	80.00	78.33	
R	7.67	3.33	1.00	6.00	

由表 3 可得出影响鸭胚腌制后品质的因素主次顺序为：食盐含量 > 腌制时间 > 蔗糖含量 > 复合香辛料含量。其中食盐浓度与腌制时间的对感官品质都有较大的影响，而且二者的对感官品质的影响力相差不大，在所选时间范围内，复合香辛料含量影响相对较小。由表 3 所示的感官评定结果可以得到鸭胚腌制的最佳组合条件为 A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>C<sub>3</sub>D<sub>2</sub> 即在腌制时，最佳用量为：食盐 8%，蔗糖 3%，复合香辛料 1.5%，腌制时间 12 h。

## 2.2 发酵过程中的单因素实验

### 2.2.1 菌种比例对发酵的影响

所选用的复合发酵剂包括了产酸菌(植物乳杆菌、戊糖乳杆菌)和产香菌(变异微球菌、汉逊德巴利氏酵母菌)，按照接种量 1%，发酵温度 20 ℃，发酵时间 70 h 的条件，复合发酵剂中的菌种比例对风鸭的 pH 值和氨基酸态氮含量的影响如图 1 所示。

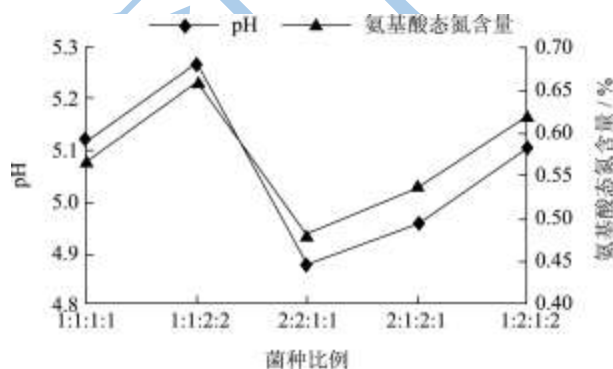


图 1 菌种比例对发酵的影响

Fig.1 Effects of strain ratio on fermentation

由图 1 可以看出，菌种比例为 1:1:1:1 和 1:2:1:2 时，pH 值维持在 5.1 左右，氨基酸态氮含量较高，在

0.62%左右。菌种比例在 1:1:2:2 时，当氨基酸态氮含量最高为 0.66%。pH 值在 5.0 以下时，由于产酸过度，造成口感较差。

### 2.2.2 接种量对发酵的影响

按照接种比例 1:1:2:2，发酵温度 20 ℃，发酵时间 70 h 的条件，复合发酵剂接种量对风鸭的 pH 值和氨基酸态氮含量的影响如图 2 所示。

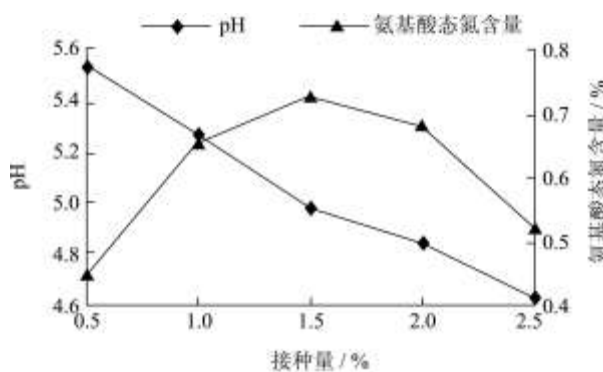


图 2 接种量对发酵的影响

Fig.2 Effects of seed volume on fermentation

由图 2 可以看出，随着接种量的增加，复合发酵剂的产酸能力也不断增加，而氨基酸态的氮含量随着接种量的增加先增后减少。这表明，产香菌变异微球菌、汉逊德巴利氏酵母菌的生长随着 pH 值的降低而受到了一定程度的抑制，从而削弱了其分解鸭胚蛋白质和脂肪的能力。在接种量 1.5% 左右，风鸭的 pH 值可以控制在 5 左右，而此时的氨基酸态氮含量较高，其风味较好。

### 2.2.3 发酵温度对发酵的影响

按照接种比例 1:1:2:2，接种量为 1.5%，发酵时间 70 h 的条件，发酵温度对风鸭的 pH 值和氨基酸态氮含量的影响如图 3 所示。

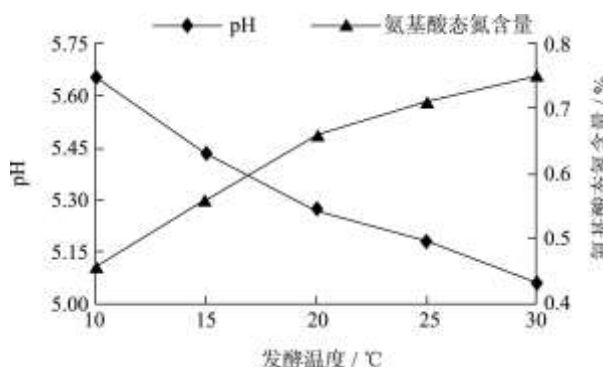


图 3 发酵温度对发酵的影响

Fig.3 Effects of temperature on fermentation

由图 3 可以看出，发酵温度 20~30 ℃之间，pH 值可以维持在 5.06~5.27，氨基酸态氮含量也维持在较高水平，有利于形成优良的风味。

### 2.2.4 发酵时间对发酵的影响

按照接种比例 1:1:2:2, 接种量为 1.5%, 发酵温度 20 ℃ 的条件, 发酵时间对风鸭的 pH 值和氨基酸态氮含量的影响如图 4 所示。

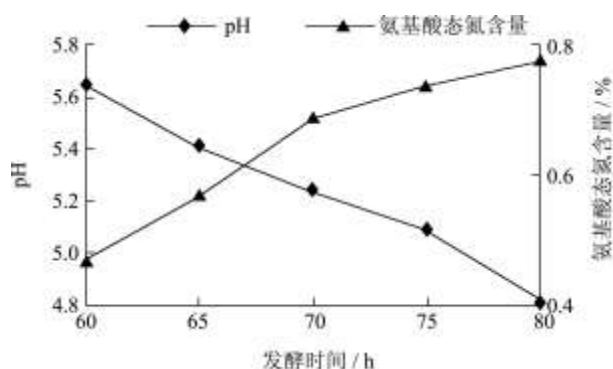


图 4 发酵时间对发酵的影响

Fig.4 Effects of time on fermentation

由图 4 可以看出, 发酵时间在 70~75 h, pH 值可以维持在 5.1~5.24, 氨基酸态氮含量也维持在 0.69~0.74%, 此时发酵效果较好。

### 2.3 正交优化试验

表 4 参数因素水平表

水平	A(菌种比例)	B(接种量/%)	C(发酵温度/℃)	D(发酵时间/h)
1	1:1:1:1	1.0	18	68
2	1:2:1:2	1.5	20	73
3	1:1:2:2	2.0	22	78

表 5 正交试验设计

Table 5 The orthogonal design and the results

No.	A	B	C	D	pH	氨基酸态氮含量/%
1	1	1	1	1	4.99	0.64
2	1	2	2	2	5.20	0.70
3	1	3	3	3	5.04	0.66
4	2	1	2	3	5.19	0.69
5	2	2	3	1	5.24	0.71
6	2	3	1	2	5.17	0.70
7	3	1	3	2	5.14	0.68
8	3	2	1	3	5.12	0.67
9	3	3	2	1	5.08	0.65
K1	5.077	5.107	5.093	5.103		
K2	5.200	5.187	5.157	5.170		
K3	5.113	5.097	5.140	5.117		
R(pH)	0.123	0.090	0.064	0.067		T=5.241
K1	0.667	0.670	0.670	0.667		t=0.678
K2	0.700	0.693	0.680	0.693		
K3	0.667	0.670	0.683	0.673		
R(可)	0.033	0.023	0.013	0.026		

基于单因素试验结果, 选取接种比例、接种量、发酵温度、发酵时间四个因素, pH 值、氨基酸态氮含量两个响应值, 所设计的每个因素取三个水平, 进行正交试验分析设计和试验, 进一步优化各因素参数值。各因素水平的参数因素水平表如表 4, 结果见表 5。

根据正交试验设计的方案对腌制好的鸭胚进行发酵试验, 并对产品的 PH 值及氨基酸态氮含量进行测定。试验结果见表 5, 从表中可以看出, 氨基酸态氮含量的变化情况与 pH 值基本一致, 随着变异微球菌与汉逊德巴利氏酵母菌比例的提高, 氨基酸态氮含量随之增加; 随着接种量的增加, 氨基酸态氮含量呈更快增加趋势。

根据表 5 由极差分析可知, 四个因素对氨基酸态氮含量影响的次序依次为接种比例、发酵时间、接种量、发酵温度。因此综合考虑 pH 值和氨基酸态氮含量两方面对实验条件的要求, 经过优化后的最佳设计点为:菌种比例 1:2:1:2, 接种量 1.5%, 发酵温度 22 ℃, 发酵时间 73 h。

验证试验: 在菌种比例 1:2:1:2, 接种量 1.5%, 发酵温度 22 ℃, 发酵时间 73 h 条件下进行验证试验, 所得产品 pH 值为 5.18, 氨基酸态氮含量为 0.75%。因此, 采用正交试验鸭发酵工艺所得参数是准确可靠的, 具有理论指导价值。

### 2.4 产品质量指标

#### 2.4.1 感官指标

产品色泽红褐色或深红色, 且色泽光亮; 咸甜适中, 鲜美适口, 香气浓郁, 具有特有的发酵香味, 无哈味及其它异味; 组织状态切面肌肉紧密酥润, 软硬适中, 无过多的油脂析出。

#### 2.4.2 理化指标

对风鸭主要理化指标测定的结果见表 6。

表 6 风鸭的理化指标

Table 6 Physicochemical index of air-drying duck

成分	标准	含量
过氧化值/%	≤1.8	1.2
水分/%	≤45	20
含盐量/%	≤2.5	2.3

#### 2.4.3 微生物指标

大肠菌群 (MPN/100 g) ≤30; 细菌总数 (cfu/g) ≤30000; 致病菌未检出。

## 3 结论

3.1 设计正交试验得出了影响风鸭腌制后品质的因素主次顺序为: 食盐含量 > 腌制时间 > 蔗糖含量 > 复合香辛料(花椒八角 1:1)含量。其中食盐浓度与腌制时

间的对感官品质都有较大的影响,而且二者的对感官品质的影响力相差不大,在所选时间范围内,复合香辛料含量影响相对较小。鸭胚腌制的最佳条件为:食盐 8%,蔗糖 3%,复合香辛料(花椒八角 1:1)1.5%,腌制时间 12 h。

3.2 通过单因素试验,确定了鸭胚发酵过程中接种比例、接种量、发酵温度、发酵时间的一个合适范围,即接种比例可以选用 1:1:1:1、1:2:1:2、1:1:2:2,接种量可以控制在 1.0~2.0%之间、发酵温度控制在 18~22 °C 之间、发酵时间控制在 68~76 h 之间。

3.3 采用正交试验优化了腌制好的鸭胚发酵的条件,综合考虑风鸭对 pH 值和氨基酸态氮含量两方面的要求,得到了最优的发酵条件:菌种比例 1:2:1:2,接种量 1.5%,发酵温度 22 °C,发酵时间 73 h。根据因素之间的相互作用可知,四个因素对对氨基酸态氮含量影响的次序依次为接种比例、发酵时间、接种量、发酵温度。

#### 参考文献

- [1] 周光.养鸭业市场潜力大[J].中国动物保健,2003,1:9
- [2] 董开发,徐明生.禽产品加工新技术[M].北京:中国农业出版社,2002
- [3] 张俐,杨迎伍.微生物制剂及其在功能食品中的应用[J].食品工业科技,2002,6:72-74
- [4] Stahnke L H. Dried sausages fermented with staphylococcus xylosum at different temperatures and with different ingredient levels [J]. Meat Science, 1995, 41(2): 211-223
- [5] 李宗军,江汉湖.肉品微生态系统与肉类发酵剂研究[J].食品与发酵工业,2001,28(5):54-58
- [6] 张兰威,郭清泉,郑冬梅,等.自然发酵与乳酸菌发酵风干香肠的理化特性及微生物变化[J].肉类工业,2001,7:26-28
- [7] 宋照军, 汉军,潘润淑,等.发酵肉制品发酵剂的研究和应用[J].食品工业科技,1998,5:68-70
- [8] 刘慧.现代食品微生物学试验技术[M].北京:中国轻工业出版社,2006:262-265
- [9] 成波,刘成国.鹅系列风味熟食的加工工艺研究[J].肉类工业,2008,8:20-23
- [10] 于立梅,刘学军,白卫东,等.发酵里脊火腿菌种筛选及发酵特性研究[J].现代食品科技,2008,9:865-869
- [11] 王令建,李开雄.发酵香肠菌种的筛选及鉴定[J].现代食品科技,2006,2:24-27