

现 代 食 品 丛 书

高福成 主编  
迟玉森 唐琳 马培松  
滕如君 邵群  
编著

新发  
型  
酵  
口  
品

食

中国轻工业出版社



现代食品丛书

# 新型发酵食品

高福成 主编

迟玉森 唐琳 马培松

滕如君 邵群

编著

中国轻工业出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

新型发酵食品/高福成主编, 迟玉森等编著. -北京:  
中国轻工业出版社, 1998. 6  
(现代食品丛书)  
ISBN 7-5019-2192-X

I. 新… II. ①高… ②迟… III. 发酵食品 IV. TS26

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 01908 号

2029/04

责任编辑: 熊慧珊 朱 玲

策划编辑: 熊慧珊 责任终审: 滕炎福 封面设计: 李署光

版式设计: 智苏娅 责任校对: 吴大鹏

\*

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 北京警官大学印刷厂印刷

经 销: 各地新华书店

版 次: 1998 年 5 月第 1 版 1998 年 5 月第 1 次印刷

开 本: 850×1168 1/32 印张: 8.125

字 数: 206 千字 印数: 1—3000 册

书 号: ISBN7-5019-2192-X/TS·1375 定价: 18.00 元

· 如发现图书残缺请直接与我社发行部联系调换 ·

## 内 容 提 要

本书系《现代食品丛书》之一，主要介绍新型发酵食品的概念、研究方向及加工技术。内容包括：果蔬发酵饮料、新法生产传统发酵食品、氨基酸和有机酸发酵、新型粮油及大豆发酵食品、微生物发酵生产多糖、国外地区性发酵食品、发酵食品的营养与卫生、现代新型发酵食品展望。

## 序 言

《现代食品丛书》的创作意图是为了适应我国将进入 21 世纪这一世纪性进程的食品工业发展的迫切需要。本丛书将陆续介绍根据近几十年来，由于科学技术迅速发展，而逐渐引人注意的极富时代特征的新概念食品或食物的发展动向、科学研究及开发生产，以期望本丛书能在这一世纪进程中起到催化这类现代食品工业的发展，促进这类食品稳定生产的作用。值此套丛书即将问世之际，特为序。

在此期望广大读者和食品工业界的专家给予大力支持，并提出宝贵建议。

《现代食品丛书》主编 无锡轻工大学 高福成

# 目 录

<b>第一章 食品发酵常见的微生物</b> .....	(1)
一、食品发酵常见的细菌 .....	(1)
二、食品发酵常见的酵母菌 .....	(6)
三、食品发酵常见的霉菌 .....	(12)
<b>第二章 果蔬发酵饮料</b> .....	(19)
<b>第一节 果汁及果实发酵饮料</b> .....	(19)
一、果汁发酵饮料 .....	(19)
二、果汁乳酸菌饮料.....	(21)
三、水果格瓦斯 .....	(25)
四、添加果料的酸牛乳饮料 .....	(27)
<b>第二节 蔬菜发酵饮料</b> .....	(28)
一、蔬菜汁发酵饮料.....	(28)
二、菱发酵饮料 .....	(29)
三、紫菜发酵饮料 .....	(30)
四、蒜发酵饮料 .....	(31)
五、蔬菜汁乳酸饮料.....	(32)
六、烤紫菜碳酸饮料.....	(36)
七、蔬菜格瓦斯 .....	(36)
<b>第三节 食用菌饮料</b> .....	(38)
一、食用菌 .....	(39)
二、食用菌饮料 .....	(40)

**第三章 新法生产的传统发酵食品** ..... (44)

**第一节 新型发酵乳制品** ..... (44)

✓、双歧酸奶 ..... (45)

二、代乳酸奶——大豆酸奶 ..... (53)

三、中式奶酪 ..... (56)

**第二节 新型发酵酒类** ..... (58)

一、新型发酵保健酒——海藻保健酒 ..... (58)

✓二、茶菌姜汁酒 ..... (61)

三、新型发酵啤酒 ..... (67)

**第三节 新型发酵调味品** ..... (76)

一、忌盐保健酱油 ..... (76)

二、酸曲法酿造酱油 ..... (79)

三、低盐、淡色酱油 ..... (80)

四、速酿酱油 ..... (81)

五、新工艺生产食醋 ..... (83)

六、强力味精与强力助鲜剂 ..... (86)

**第四章 氨基酸和有机酸发酵** ..... (92)

**第一节 赖氨酸** ..... (92)

一、赖氨酸的产生菌种 ..... (92)

二、赖氨酸发酵用原料 ..... (93)

三、赖氨酸发酵工艺及工艺条件的控制 ..... (94)

四、赖氨酸的提取工艺与精制 ..... (95)

**第二节 其他氨基酸发酵** ..... (98)

一、丙氨酸发酵 ..... (98)

二、苯丙氨酸发酵 ..... (100)

三、鸟氨酸、精氨酸发酵 ..... (101)

四、天冬氨酸发酵 ..... (102)

**第三节 乳酸** ..... (104)

一、乳酸发酵微生物 ..... (104)

二、乳酸发酵用原料 .....	(105)
三、乳酸发酵工艺和新技术 .....	(105)
四、乳酸的提取和精制 .....	(106)
<b>第四节 柠檬酸</b> .....	(107)
一、柠檬酸在食品中的应用 .....	(107)
二、柠檬酸发酵机理 .....	(108)
三、柠檬酸发酵微生物 .....	(108)
四、柠檬酸发酵用原料及其处理 .....	(109)
五、柠檬酸发酵工艺 .....	(110)
六、柠檬酸提取工艺 .....	(112)
<b>第五节 葡萄糖酸</b> .....	(113)
一、葡萄糖酸发酵微生物 .....	(114)
二、葡萄糖酸发酵工艺 .....	(114)
三、葡萄糖酸的提取和精制 .....	(115)
<b>第六节 苹果酸</b> .....	(115)
一、苹果酸在食品中的应用 .....	(117)
二、苹果酸发酵机理 .....	(117)
三、苹果酸发酵微生物 .....	(118)
四、苹果酸发酵工艺 .....	(118)
五、苹果酸的提取和精制 .....	(120)
<b>第五章 新型粮油及大豆发酵食品</b> .....	(122)
<b>第一节 粮油发酵新型饮料</b> .....	(123)
一、胚芽类发酵饮料 .....	(123)
二、谷物胚类发酵饮料 .....	(131)
三、全谷类及油料植物种籽类发酵饮料 .....	(134)
四、粮油加工下脚料制取发酵饮料 .....	(149)
<b>第二节 粮谷、大豆类发酵生产食品添加剂</b> .....	(152)
一、粮谷、大豆类发酵生产核黄素 .....	(152)
二、粮谷、大豆类发酵生产其他食品添加剂 .....	(155)



第三节	发酵油脂	.....	(159)
<b>第六章</b>	<b>微生物发酵生产多糖</b>	.....	(161)
第一节	微生物发酵多糖的概念	.....	(161)
一、	食品中的多糖	.....	(161)
二、	微生物多糖	.....	(162)
三、	微生物发酵多糖的提纯方法	.....	(163)
第二节	细菌多糖	.....	(166)
一、	黄原胶	.....	(166)
二、	葡聚糖	.....	(173)
三、	其他细菌多糖	.....	(173)
第三节	真菌多糖	.....	(174)
一、	灵芝多糖	.....	(176)
二、	香菇多糖	.....	(183)
三、	竹荪多糖	.....	(186)
四、	金针菇多糖	.....	(188)
五、	其他真菌多糖的研究状况	.....	(190)
<b>第七章</b>	<b>国外地区性发酵食品</b>	.....	(194)
第一节	国外地区性细菌发酵食品	.....	(194)
一、	种子原料的细菌发酵食品	.....	(194)
二、	细菌发酵淀粉质制品	.....	(195)
三、	细菌发酵蔬菜制品	.....	(197)
四、	细菌发酵植物汁液	.....	(198)
五、	细菌发酵鱼制品	.....	(199)
第二节	国外地区性霉菌发酵食品	.....	(200)
一、	霉菌发酵过程中酶的合成	.....	(200)
二、	发酵过程中霉菌的生长	.....	(200)
三、	霉菌发酵过程中色素的形成	.....	(201)
四、	霉菌发酵对产品的保护作用	.....	(201)
第三节	国外地区性多种菌类混合发酵食品	.....	(202)

一、霉菌和酵母混合发酵食品 .....	(202)
二、先用霉菌,再用细菌和酵母混合发酵的食品 .....	(203)
<b>第四节 地区性发酵食品的一些特殊方面</b> .....	(205)
一、霉菌的种属 .....	(205)
二、乳酸菌的特殊功效 .....	(206)
三、酵母菌 .....	(207)
四、食盐的特殊作用机制 .....	(207)
<b>第八章 发酵食品的营养与卫生</b> .....	(208)
<b>第一节 发酵食品的营养</b> .....	(208)
一、微生物可提供的营养素 .....	(208)
二、辅助机体消化吸收营养物质 .....	(212)
三、有益菌可以增强人体健康 .....	(213)
<b>第二节 发酵食品的卫生</b> .....	(215)
一、发酵食品卫生的一般问题 .....	(216)
二、发酵食品卫生的特殊问题 .....	(217)
三、动物毒性试验 .....	(218)
<b>第九章 现代新型发酵食品展望</b> .....	(219)
<b>第一节 食用菌的新型发酵生产及其制品</b> .....	(219)
一、食用菌的半发酵法生产 .....	(219)
二、深层发酵法生产食用菌及其制品 .....	(220)
<b>第二节 新型保健食品——微生物制剂</b> .....	(231)
一、液体制剂型活菌保健食品 .....	(232)
二、富含微量元素的菌体制剂型食品 .....	(234)
<b>第三节 发酵食品前景展望</b> .....	(239)
一、固定化技术的应用 .....	(240)
二、发酵工程与基因工程的结合 .....	(242)
三、富含微量元素的保健工程食品 .....	(242)
四、仿生发酵食品 .....	(243)
<b>主要参考文献</b> .....	(245)

# 第一章 食品发酵常见的微生物

## 一、食品发酵常见的细菌

发酵工业生产中常用的细菌有枯草芽孢杆菌，乳酸杆菌，醋酸杆菌，大肠杆菌，棒状杆菌，丙酮、丁醇梭状芽孢杆菌和短杆菌等。现将食品中有关的细菌的重要属性简介如下。

### (一) 乳酸杆菌属 (*Lactobacillus*)

乳酸杆菌属有 15 个种，都是革兰氏染色阳性杆菌，其培养物中的细胞可能是阴性，有的种有异染粒，着色不均。通常为细长的杆菌，为  $(0.5\sim 1)\mu\text{m} \times (2\sim 10)\mu\text{m}$ ，有的形成长丝，单生或成链，少数有双歧分枝或原始分枝。异型发酵菌有多态形，不抗酸，在无糖或无酵母膏的培养基上，生长极差或不生长。在有上述成分的固体培养基上，菌落较小或生长较慢，分解蛋白质的能力极弱，不分解脂肪。根据它利用葡萄糖进行同型发酵或异型发酵，将本属分为两群，即同型发酵群和异型发酵群。同型发酵群中又可根据生长最适温度的高 ( $37\sim 45^\circ\text{C}$ )、低 ( $28\sim 32^\circ\text{C}$ ) 分为两群。异型发酵的种，生长适宜温度均为  $28\sim 32^\circ\text{C}$ ，多数种可发酵乳糖，都不利用乳酸，发酵后可使 pH 下降至 6.0 以下，在 pH 5.5 条件下生长良好，不产色素，偶有黄、橙或锈红色色素，无过氧化氢酶，不还原硝酸盐。它存在于乳制品，发酵植物性食品如泡菜、酸菜等、青贮饲料及人的肠道中，尤其是婴儿肠道中。工业及生产乳酸用高温发酵菌，一般食品工业、青贮饲料用的菌种多属低温发酵菌和乳酸球菌。有的菌株可用于生物测定。下面介绍几种此属的细菌：

(1) 乳酸杆菌 它是微好氧或厌氧的细菌，对营养的要求高，

在一般常见细菌中是较难培养的。一般来说,最好用厌氧培养,或在充有 95% $N_2$  和 5% $CO_2$  的容器内培养为宜。如不具备这些条件,也要用新灭菌、快速冷却的培养基培养,接种量要大一些,这样比较容易生长。培养基中要有生长素和糖,一般用酵母膏和葡萄糖,或用麦芽汁。含糖的培养基最好采用过滤后灭菌,对鉴定用的培养基尤其应注意,一般情况下用低温灭菌。

(2) 德氏乳杆菌 (*Lactobacillus delbruckii*) 它是生产乳酸的菌种,菌体细长,为(0.5~0.8)  $\mu m \times$  (2.0~9.0)  $\mu m$ ,单生或短链,不运动,革兰氏染色阳性,在琼脂培养基上菌落小,扁平。微好氧性,最适生长温度为 45 $^{\circ}C$ 。对牛奶无作用,能发酵葡萄糖、麦芽糖、蔗糖、果糖、半乳糖、糊精,不发酵乳糖等。能产生 1.6% 的左旋乳酸。此菌在乳酸制造和乳酸钙制造工业上应用甚广。

(3) 胚芽乳杆菌 (*Lactobacillus plantarum*) 它是植物和乳制品中常见的乳酸杆菌属,一般菌体为(0.7~1.0)  $\mu m \times$  (3.0~8.0)  $\mu m$ ,单生或成链,在不适宜的条件下则成长杆菌,不运动,革兰氏染色阳性。从葡萄糖、乳糖等都能产生消旋乳糖,产酸能达到 1.2%。最适生长温度为 30 $^{\circ}C$ 。在干酪、奶子酒、发酵面团及泡菜中均有这种乳酸杆菌属。

## (二) 链球菌属 (*Streptococcus*)

链球菌属细菌为革兰氏染色阳性菌,呈短链或长链状排列,其中有些是制造发酵食品有用的发酵菌种,例如可作为乳制品发酵用的乳链球菌 (*Streptococcus lactis*),乳酪链球菌 (*Streptococcus cremoris*) 等。

乳链球菌细胞为卵球形,略向链的方向延长 0.5~1.0  $\mu m$ ,大多成对或成短链,有些成长链,革兰氏染色阳性。可发酵多种糖类,在葡萄糖肉汤培养基中能使 pH 下降到 4.5~4.0。不水解淀粉及明胶。适宜生长温度为 10~40 $^{\circ}C$ 。于 45 $^{\circ}C$  不生长,在 4% NaCl 培养基中生长,在 6.5% NaCl 培养基中不生长。在 pH 9.2 时生长, pH 9.6 时不生长。无酪氨酸脱氢酶。应用于乳制品及我国传

统食品工业。

### (三) 明串珠菌属 (*Leuconostoc*)

明串珠菌属细菌为革兰氏阳性菌。菌体呈圆形或卵圆形，菌体排列成链状，常存在于水果、蔬菜中。能在含高浓度糖的食物中生长。如蚀橙明串珠菌 (*Leuconostoc citrovorum*) 和戊糖明串珠菌 (*Leuconostoc dextranicus*) 可作为制造乳制品的发酵菌剂。戊糖明串珠菌和肠膜状明串珠菌可用于制造代血浆。

肠膜状明串珠菌 (*Leuconostoc mesenteroides*) 细胞呈球状， $0.9\sim 1.2\mu\text{m}$ ，成对。成短链或长链，在蔗糖液中，链外常有一厚层胶质无色葡聚糖荚膜，即代血浆(右旋糖酐)。革兰氏染色阳性，菌落小，灰白，隆起。不液化明胶，发酵多种糖产酸和气，不还原硝酸盐，不产生吲哚。微好氧到兼性厌氧。此菌是制糖工业的一种有害菌，常使糖汁发生粘稠而无法加工，但它却是生产右旋糖酐的重要菌。

### (四) 埃希氏杆菌属 (*Escherichia*) 和肠细菌属 (*Enterobacter*)

埃希氏杆菌属和肠细菌属为革兰氏阴性杆菌，为食品中主要的腐生菌，传染病菌或其他动物致病菌。一部分腐败菌的细胞短且直，多数为  $(0.4\sim 1.0)\mu\text{m}\times (1\sim 4)\mu\text{m}$ 。革兰氏染色阴性，无芽孢，依赖鞭毛运动。能使碳水化合物分解产生有机酸、 $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2$  等，还原硝酸盐为亚硝酸盐。

大肠埃希氏菌 (*Escherichia coli*)，即大肠杆菌，细胞呈杆状， $0.5\mu\text{m}\times (1.0\sim 3.0)\mu\text{m}$ 。有的菌体近似球形，有的则为长杆状，运动或不运动，运动者周身有鞭毛。一般无荚膜，无芽孢。在琼脂中菌落呈白到黄白色，边缘发绿呈波形、光滑闪光、扩展。能使牛奶迅速产酸凝固，不产生蛋白水解产物，不液化明胶，产生吲哚。甲基红阳性，V·P 阴性。不利用柠檬酸盐。在含铁琼脂中  $\text{H}_2\text{S}$  阴性。

### (五) 醋酸杆菌属 (*Acetobacter*)

此属幼龄菌革兰氏染色阴性，细胞为两端浑圆的杆状，单生，成对或成链。老龄菌革兰氏染色常为阳性。细胞形态多呈畸形，如球形、丝状、棒状、弯曲状等。醋酸杆菌属有2种类型：一群是周生鞭毛菌，它们可以把醋酸进一步氧化为 $\text{CO}_2$ 和 $\text{H}_2\text{O}$ ；另一群是极生鞭毛菌，它们不能进一步氧化醋酸。两群菌都是革兰氏阴性杆菌。

培养醋酸杆菌时，需用含糖和酵母膏的培养基。它在肉汤蛋白胨培养基上生长不良。醋酸杆菌是专性好氧菌，喜欢在液面上繁殖并形成菌膜，生长的最适温度为 $30^\circ\text{C}$ 。一般产醋量高的菌种，其最适温度高。它的最适pH为中性或微酸性。醋酸杆菌无芽孢，对热的抵抗力很弱，在 $60^\circ\text{C}$ 下经10min即死亡。醋酸杆菌有较强的氧化能力，可将乙醇氧化为醋酸。虽然它对醋酸生产有利，但对酒类饮料有害。

醋酸杆菌在自然界中分布极广，在醋醪、水果、蔬菜表面都可以找到。目前国内外生产食醋所用的醋酸杆菌有纹膜醋酸杆菌(*Acetobacter aceti*)、巴氏醋酸杆菌(*Acetobacter Pasteurianum*)、许氏醋酸杆菌(*Acetobacter Schiitzenbachii*)，这些菌都是周毛菌。胶膜醋酸杆菌(*Acetobacter xylinum*)是通过单磷酸己糖途径进行厌氧发酵产生醋酸。我国目前使用的人工纯培养的醋酸菌种主要有两种：一株是中科院微生物所培养的恶臭醋酸杆菌As 1.41号，另一株是上海酿造研究所和上海醋厂从丹东速酿醋中分离而得，编号为沪酿1.01。

纹膜醋酸杆菌细胞呈杆状， $0.4\mu\text{m}\sim(0.8\times 1.2\sim 2.0)\mu\text{m}$ ，单生或长链状，常形成膨大的棒状，革兰氏染色阴性，依赖鞭毛运动，可被碘液染成黄色，能氧化乙醇成醋酸，并氧化醋酸为 $\text{CO}_2$ 和 $\text{H}_2\text{O}$ 。

#### (六) 芽孢杆菌属 (*Bacillus*)

此属细菌为革兰氏阳性杆菌，能形成芽孢。在自然界中分布很广，在土壤中、空气中尤为常见，是食品中常见的腐败菌。但

通过近代研究，它能产生多量的淀粉酶和蛋白酶，而且已分离到优良的菌种，在工业生产上得到广泛应用。

枯草芽孢杆菌 (*Bacillus subtilis*) 的菌落形态变化很大。细胞为  $(0.7\sim 0.8)\mu\text{m}\times(2\sim 3)\mu\text{m}$ ，单生，着色均匀，无荚膜，周生鞭毛，能运动，革兰氏阳性。芽孢为  $(0.6\sim 0.9)\mu\text{m}\times(1.0\sim 1.5)\mu\text{m}$ ，椭圆至柱状，中生至近中生，壁薄。芽孢囊不明显膨大，常为两端染色，菌落粗糙，不透明，不闪光，扩张，污白色或微带黄色。能液化明胶，胨化牛奶，还原硝酸盐，水解淀粉，好氧，分解色氨酸成吡啶。枯草杆菌 BF7658、枯草杆菌 As1.398 目前主要分别用于生产  $\alpha$ -淀粉酶和蛋白酶。

#### (七) 棒状杆菌属 (*Corynebacterium*)

此属细菌属于棒状杆菌科 (*Corynebacteriaceae*)。本属的特征是细胞呈杆状，直或微弯，常呈一端膨大的棒状，折裂分离形成“八”字形或栅状排列。不运动，无芽孢，革兰氏染色阳性，抗酸染色阴性，好氧或厌氧，发酵葡萄糖产酸，少数可发酵乳糖产酸。此属细菌只有两个厌氧种发酵糖产气，其余均不产气。

北京棒状杆菌 As1.299 是中科院微生物研究所从北京某食品厂的淀粉废浆中分离出来的一株棒状杆菌，为谷氨酸高产菌。细胞呈短杆至小棒状，有时微弯曲，两端钝圆，不分枝，呈多形态，即培养 6h 后细胞有延长现象。细胞排列为单个、成对及“V”字形。革兰氏染色阳性，有异染颗粒。细胞内有明显横隔，无芽孢，不运动。在普通肉汁琼脂平板上培养，24h 后形成白色圆形菌落，直径为 1mm，48h 后为 2.5mm，一周后可达 4.5~6.5mm。淡黄色，中央隆起，表面湿润、光滑，有光泽，边缘整齐并呈半透明状，无粘性，无水溶性色素。在 26~37℃ 生长良好，于 pH 5~10 下均能生长，但最适 pH 为 6~7.5。除能使葡萄糖、果糖、甘露糖、麦芽糖、蔗糖及海藻糖产酸外，还能使肌醇、糊精及木糖产酸，但均不产气。通常培养在含葡萄糖和尿素或铵盐的适宜培养基中，可积累大量 L-谷氨酸。

## 二、食品发酵常见的酵母菌

自然界中存在的酵母菌种类很多，现将其中与食品有关的重要酵母菌简介如下。

### (一) 酵母属 (*Saccharomyces*)

本属的酵母细胞为圆形、卵圆形，常形成假菌丝，多极出芽繁殖，能产生子囊，孢子1~4个，能发酵多种糖类，例如：啤酒酵母 (*Saccharomyces cerevisiac*) 为一种上面酵母，能发酵葡萄糖、蔗糖、麦芽糖、半乳糖、棉子糖等。卡尔斯伯酵母 (*Saccharomyces carlsbergensis*) 为一种典型的底面酵母，可发酵葡萄糖、半乳糖、蔗糖、麦芽糖及全部棉子糖。本属酵母能发酵糖产生  $\text{CO}_2$  和酒精，但不能发酵乳酸。它可引起水果、蔬菜发酵，可利用它酿酒，还可供面包发酵用。

鲁氏酵母 (*Saccharomyces rouxii*)、蜂蜜酵母 (*Saccharomyces mellis*) 能在含高浓度糖溶液的食品中生长，可引起高糖食品（如果酱）变质。它亦能抵抗高浓度的食盐溶液，如它能在酱油中生长，酱油液面即生成灰白色粉状的皮膜，时间长后皮膜增厚变成黄褐色。对食品来说，引起食品腐败的是有害的酵母。

下面介绍酵母属的几种酵母：

(1) 啤酒酵母 (*Saccharomyces cerevisiae*) 将它在麦芽汁中  $25^\circ\text{C}$  培养 3d，细胞由圆形、椭圆形至腊肠形。按细胞长与宽的比例可分为三组，第一组细胞多为圆形、卵圆形或卵形，长与宽之比为1~2，一般小于2。按大小又分大、中、小三型，大型为  $(4.5 \sim 10.5)\mu\text{m} \times (5.0 \sim 21.0)\mu\text{m}$ ，中型为  $(3.5 \sim 8.0)\mu\text{m} \times (5.0 \sim 17.5)\mu\text{m}$ ，小型为  $(2.5 \sim 7.0)\mu\text{m} \times (4.5 \sim 11.0)\mu\text{m}$ 。无假菌丝或有较发达但不典型的假菌丝。这组酵母菌除了用作饮料酒酿造和面包制造的菌种外，俗称为德国2号和德国12号 (Rasse I 和 Rasse X I) 的是啤酒酵母种中有名的生产种。但因它不能耐高浓度盐类，只适用于糖化淀粉原料生产酒精和白酒。第二组细胞形



状以卵形和长卵形为主，也有些圆或短卵形细胞，长和宽之比通常为2。按大小也可分为三型，大型为 $(3.5\sim 9.5)\mu\text{m}\times(6\sim 14)\mu\text{m}$ ，也有的可长达 $20\mu\text{m}$ ，中型为 $(3\sim 7.5)\mu\text{m}\times(5\sim 14)\mu\text{m}$ ，小型为 $(2.5\sim 6)\mu\text{m}\times(3.5\sim 13)\mu\text{m}$ 。常形成假菌丝，但不发达也不典型。这组酵母主要用途为酿造葡萄酒和果酒，也有的用于啤酒业、蒸馏酒业和酵母工厂。第三组大部分细胞长和宽之比大于2，也分三型：一型细胞细长，细胞大小为 $(2.2\sim 5.5)\mu\text{m}\times(6\sim 14)\mu\text{m}$ ；二型细胞略粗，细胞大小为 $(4\sim 7)\mu\text{m}\times(8\sim 16)\mu\text{m}$ ；三型为中间型，细胞大小为 $(3\sim 6.5)\mu\text{m}\times(6.5\sim 14)\mu\text{m}$ 。这组酵母俗名为台湾396号酵母，我国南方常用它发酵甘蔗糖蜜生产酒精。这是因为它能耐高渗透压，可以经受高浓度的盐。

啤酒酵母生长在麦芽汁琼脂上的菌落为乳白色，有光泽，平坦，边缘整齐，在加盖片的玉米琼脂上培养，不生假菌丝或产生不典型的假菌丝。

啤酒酵母是通过子囊孢子进行繁殖的，它的营养细胞可直接变为子囊，每个子囊有1~4个圆形、光滑的子囊孢子。能发酵葡萄糖、麦芽糖、半乳糖、蔗糖及 $\frac{1}{3}$ 的棉子糖，不能发酵乳糖、蜜二糖，不同化硝酸盐。

啤酒酵母是酿造啤酒典型的上面酵母，除了酿造啤酒、酒精及其他饮料外，又可用于发酵面包。菌体的维生素、蛋白质含量高，可作食用、药用和饲料酵母，又可提取核酸、麦角固醇、谷胱甘肽、凝血素、辅酶A、三磷酸腺苷、Geroline（啤酒酵母所含的脂肪）。在微生物的维生素测定中，常用啤酒酵母测定生物素：泛酸、硫胺素、吡哆醇、肌醇等。

啤酒酵母分布在各种水果的表面、发酵的果汁、土壤（尤其是果园土）和酒曲中。

(2) 啤酒酵母椭圆变种 (*Saccharomyces cerevisiae ellipsoideus*) 从麦芽汁新培养出来的细胞呈长圆形，少数呈腊肠形，大小为 $(3\sim 6)\mu\text{m}\times(6\sim 11)\mu\text{m}$ ，单独生长或二个连接生长，能