

发酵调味品生产技术

上架建议：食品工业

ISBN 978-7-5019-8795-5



9 787501 987955 >

定价：36.00元

高等职业教育“十二五”规划教材

发酵调味品生产技术

黄亚东 韩 群 主编

韩家亮 主审



中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

发酵调味品生产技术/黄亚东, 韩群主编. —北京: 中国轻工业出版社,

2014. 6

高等职业教育“十二五”规划教材

ISBN 978 - 7 - 5019 - 8795 - 5

I. ①发… II. ①黄… ②韩… III. ①调味品—生产工艺—教材

IV. ①TS264

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 018041 号

责任编辑: 江 娟 王 朗

策划编辑: 江 娟 责任终审: 唐是雯 封面设计: 锋尚设计

版式设计: 宋振全 责任校对: 晋 洁 责任监印: 张 可

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: 三河市万龙印装有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2014 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 720 × 1000 1/16 印张: 18.5

字 数: 368 千字

书 号: ISBN 978 - 7 - 5019 - 8795 - 5 定价: 36.00 元

邮购电话: 010 - 65241695 传真: 65128352

发行电话: 010 - 85119835 85119793 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

131137J2X101ZBW

前 言

发酵调味品生产在我国具有悠久的历史，是食品工业的重要组成部分。随着生物技术和人民生活水平的不断提高，发酵调味品工业迅猛发展，产品产量飞速增长，品种日益丰富，具有十分广阔的发展前景。

为适应调味品工业的发展，反映发酵调味品生产的新知识、新技术、新工艺、新方法，我们从职业教育特色和培养应用型人才的目标出发，结合生产和教学实践编写本书，可作为高职高专院校生物技术类专业教材，也可供从事调味品生产及科研开发工作的技术人员参考。

本教材涉及面广，内容包括味精、呈味核苷酸、柠檬酸、酱油、食醋、酱类、复合调味品的生产原理、生产工艺、操作要点及质量标准等。在编写过程中，注意深入浅出，通俗易懂，注重实用，突出实践，并列举代表性的实例。每项任务首先指出学习要点，最后按名词、判断、填空、选择、问答等多种形式提出思考题，以便使学生掌握重点内容，实现学习目标。

本书由江苏食品职业技术学院黄亚东、淮阴工学院韩群主编，其中项目四、项目五由黄亚东编写，项目一、项目二、项目三、项目六、项目七由韩群编写，由江苏淮安纵横生物科技有限公司韩家亮高级工程师主审。

本书的编写，引用和借鉴了一些已发表的文献资料，在此向相关作者表示衷心的感谢。

由于我们水平有限，书中难免有不妥之处，敬请有关专家和广大读者批评指正。

编者

2014年4月

目 录

项目一 味精生产技术	1
任务一 谷氨酸发酵原料	1
一、培养基的营养成分及功能	2
二、淀粉酶水解法制糖	3
任务二 谷氨酸生产菌	7
一、谷氨酸生产菌的种类与特性	7
二、谷氨酸生产菌的筛选与选育	10
三、谷氨酸生产菌的保藏与复壮	14
任务三 谷氨酸发酵机制	18
一、谷氨酸生物合成的途径	18
二、谷氨酸生物合成的代谢调节机制	21
三、谷氨酸发酵过程中细胞膜通透性的控制	23
任务四 谷氨酸发酵工艺	27
一、发酵培养基的配制	27
二、发酵设备和培养基的灭菌	28
三、无菌空气的制备	34
四、谷氨酸生产菌的扩大培养	37
五、淀粉水解糖原料生产谷氨酸的发酵	39
六、淀粉水解糖原料谷氨酸发酵新工艺	44
七、杂菌和噬菌体污染的防治	49
八、谷氨酸发酵过程中的参数与自动控制	54
任务五 谷氨酸的提取	62
一、谷氨酸的性质	62
二、谷氨酸发酵液的性质及菌体分离方法	64
三、等电点法提取谷氨酸	65
四、离子交换法提取谷氨酸	68
五、等电点离子交换法提取谷氨酸	77
任务六 谷氨酸制味精	79

一、味精的性质	79
二、谷氨酸制味精的流程及谷氨酸的中和	81
三、味精生产的经济技术指标和质量标准	85
项目二 呈味核苷酸生产技术	90
任务一 概述	90
一、呈味核苷酸的性质	90
二、呈味核苷酸生产方法和质量标准及用途	92
任务二 5'-肌苷酸和 5'-鸟苷酸生产	95
一、直接发酵法生产 5'-肌苷酸	95
二、发酵转化法生产 5'-肌苷酸	99
三、二步法生产 5'-鸟苷酸	101
项目三 柠檬酸生产技术	104
任务一 柠檬酸的发酵	104
一、柠檬酸发酵原料与处理	104
二、柠檬酸发酵与积累的代谢调节机理	106
三、柠檬酸生产菌	112
四、柠檬酸菌种的扩大培养	116
五、柠檬酸发酵工艺	119
六、柠檬酸发酵染菌及防治	126
任务二 柠檬酸的提取	133
一、柠檬酸的性质	133
二、发酵液的特性及预处理	135
三、钙盐法提取柠檬酸	137
任务三 柠檬酸的精制	145
一、柠檬酸酸解液的净化	145
二、柠檬酸的浓缩	146
三、柠檬酸的结晶	149
四、柠檬酸的干燥与包装	150
五、柠檬酸质量标准和技术经济指标	151
项目四 酱油生产技术	155
任务一 概述	155
一、酱油的主要成分	155
二、酱油的分类	158

任务二 酱油生产原料及处理	160
一、酱油生产原料	160
二、酱油生产原料的处理	163
任务三 制曲	169
一、酱油酿造中的主要微生物	169
二、种曲的制备	172
三、制曲的工艺	176
任务四 发酵	183
一、酱油发酵机理	183
二、低盐固态发酵工艺	185
三、高盐稀态发酵工艺	190
四、天然晒露发酵工艺	191
五、分酿固稀发酵工艺	192
任务五 酱油的浸出和加热与配制及防霉	196
一、酱油的浸出	196
二、酱油的加热与配制及防霉	199
任务六 酱油的贮存和质量标准	203
一、酱油的贮存及包装	203
二、成品酱油的质量标准	204
 项目五 食醋生产技术	 207
任务一 食醋酿造原理和原料处理及糖化发酵剂制备	207
一、酿造食醋中的主要微生物	207
二、食醋酿造原理	209
三、制醋原料处理	212
四、糖化剂制备	213
五、发酵剂制备	221
任务二 食醋酿造工艺	228
一、传统制醋工艺	228
二、新型制醋工艺	233
任务三 食醋的质量标准及技术经济指标	240
一、食醋的质量标准	240
二、食醋的技术经济指标	242
 项目六 酱类生产技术	 246
任务一 概述	246

一、酱类产品的生产方法及分类	246
二、制酱原辅材料和种曲制备	246
任务二 豆酱酿造	249
一、大豆酱酿造	249
二、蚕豆酱酿造	252
任务三 面酱酿造	256
一、面酱固体曲法和液体曲法酿造	256
二、面酱酶法酿造	258
任务四 辣酱酿造	262
一、豆瓣辣酱酿造	262
二、其他辣酱酿造	265
任务五 豆豉	267
一、豆豉的分类	267
二、豆豉的生产工艺	268
 项目七 复合调味品生产技术	 273
任务一 概述	273
一、复合调味品分类及特点	273
二、复合调味品原料及预处理	274
三、复合调味品生产工艺	275
任务二 鸡精	277
一、鸡精定义和特点及生产现状	277
二、鸡精生产工艺	277
 思考题参考答案	 280
参考文献	285

项目一 味精生产技术

味精化学名称为 L-谷氨酸单钠一水化合物,商品名称为谷氨酸钠、麸酸钠、味素等。

味精问世已有一百多年的历史,开始由水解小麦面筋或大豆蛋白制得,继而又从制糖废蜜中提取。从 20 世纪 60 年代起,采用微生物发酵法生产。该法以淀粉、大米或糖蜜为原料,经制糖或原料处理、发酵、提取及精制而成。

味精现已成为食品工业和人们日常生活中广泛应用的鲜味调味剂,也是医药、农业和其他工业的原料。

我国从 1964 年上海天厨味精厂发酵法生产味精起,1965 年先后在沈阳、天津、杭州、广州、武汉等地采用发酵法生产,味精工业得到迅速发展,年产量大幅度上升,1992 年达 34 万吨,成为世界味精生产第一大国。此后,味精产量每年以 15% 左右的速度增长,到 2005 年产量达 136 万吨,占世界味精总产量的 75.6%,年出口量达 10 万吨;2006 年产量达 170 万吨,出口世界 57 个国家,年出口量达 20 万吨以上。2009 年产量突破 200 万吨,2012 年产量达 230 万吨。

任务一 谷氨酸发酵原料

学习要点

1. 熟悉谷氨酸培养基的营养成分及其功能。
2. 掌握淀粉酶水解法制糖的工艺及其操作要点。
3. 掌握糖蜜原料的预处理方法。

谷氨酸发酵原料是指用于谷氨酸发酵制备培养基成分的各种物质。它与培养基的营养成分有关,在谷氨酸发酵中,以淀粉水解糖和糖蜜为主要原料。淀粉水解糖以淀粉或大米为原料,制取方法主要有酶水解法、酸水解法、酸酶水解法、酶酸水解法四种。

一、培养基的营养成分及功能

谷氨酸发酵培养基是能提供谷氨酸生产菌生长繁殖和代谢产生谷氨酸的营养物质。培养基的类型可分为菌种斜面保藏培养基、菌种活化培养基、种子培养基、发酵培养基等。不同的培养基有不同的用途，培养基的营养成分对谷氨酸菌的生长、繁殖及其代谢影响很大，不同的谷氨酸菌对培养基的成分和含量要求各异，但无论哪种发酵培养基，都应满足谷氨酸菌生长、繁殖及代谢的需要，更要有利于大量积累谷氨酸。谷氨酸发酵培养基的营养成分一般包括水、碳源、氮源、无机盐及生长因子等。

(一) 水分

水的功能：①构成谷氨酸菌体细胞的重要部分，占细胞总量的 80% ~ 90%。②作为细胞进行生化反应的介质，菌体细胞对营养物质的吸收和代谢产物的分泌都必须经水的溶解，才能通过细胞膜。③一定量的水分不仅能维持细胞的渗透压，也能有效地调节细胞的温度。

(二) 碳源

碳源是构成细胞菌体、组成谷氨酸碳架及提供能量来源的营养物质。其功能：①构成菌体细胞的成分，在谷氨酸的菌体细胞内含量很高，可占细胞干物质的 50% 左右；②组成代谢产物谷氨酸的碳架；③碳源是为细胞提供能源的物质。

目前生产上使用的谷氨酸生产菌，都不含淀粉酶，故不能直接利用淀粉，只能利用葡萄糖、果糖、蔗糖和麦芽糖等，因此，在谷氨酸发酵中，常用的碳源有葡萄糖、蔗糖、甘蔗糖蜜和甜菜糖蜜，广泛应用的是由淀粉质原料制取的葡萄糖液。

(三) 氮源

氮源是构成谷氨酸菌体细胞物质和合成谷氨酸氨基的营养物质。在谷氨酸发酵中，氮源的功能：构成谷氨酸生产菌蛋白质、核酸等含氮物质；合成谷氨酸所需的氨基的来源；在谷氨酸发酵中一部分氮用于调节 pH，形成谷氨酸的铵盐。

氮源分为无机氮和有机氮，常用的无机氮有尿素或液氨等，常用的有机氮有玉米浆、麸皮水解液、豆饼水解液与糖蜜等。有机氮丰富，有利于长菌。谷氨酸发酵要求生物素亚适量才能产酸，因有机氮中含生物素高，故需严格控制。

(四) 无机盐

无机盐是谷氨酸菌生长和代谢不可缺少的营养物质。在谷氨酸发酵中，无机盐的功能：构成菌体成分；作为酶的组成部分；酶的激活剂或抑制剂；调节培养基渗透压、pH 和氧化还原电位等。

根据微生物对无机元素的需要量，可分为主要无机元素和微量无机元素。谷氨酸生产菌所需的主要无机盐有磷酸盐、硫酸盐、氯化物和含钾、镁、铁的化合物；微量无机元素有锰等。

(五) 生长因子

凡是微生物生长不可缺少的、微量的有机物均称为生长因子，如氨基酸、嘌呤、嘧啶、维生素等。有些微生物缺乏合成这些有机物质的能力，必须从外部环境中摄取，否则就不能生长。

目前生产上使用的谷氨酸生产菌都是生物素缺陷型菌株，所以生物素是必需的生长因子。添加硫胺素也能促进生长。

二、淀粉酶水解法制糖

淀粉酶水解法是用 α -淀粉酶将淀粉水解成糊精和低聚糖,然后再用糖化酶将其进一步水解成葡萄糖的方法。该工艺分为液化和糖化两个步骤,故又称双酶法。

(一) 双酶法制糖的特点

1. 优点

不需要耐高温高压设备, 不仅节省了设备投资, 也改善了生产条件; 淀粉水解副反应少, 水解糖液纯度高; 淀粉乳浓度由酸解法的 18% ~ 20% 提高到 30% ~ 40%; 水解糖液色泽好, 质量高。

2. 缺点

酶法时间比酸法长，一般需要 48h；酶对温度和 pH 较敏感，因此操作条件比酸法要严；酶法需要设备比酸法多。

（二）双酶法制糖的工艺流程

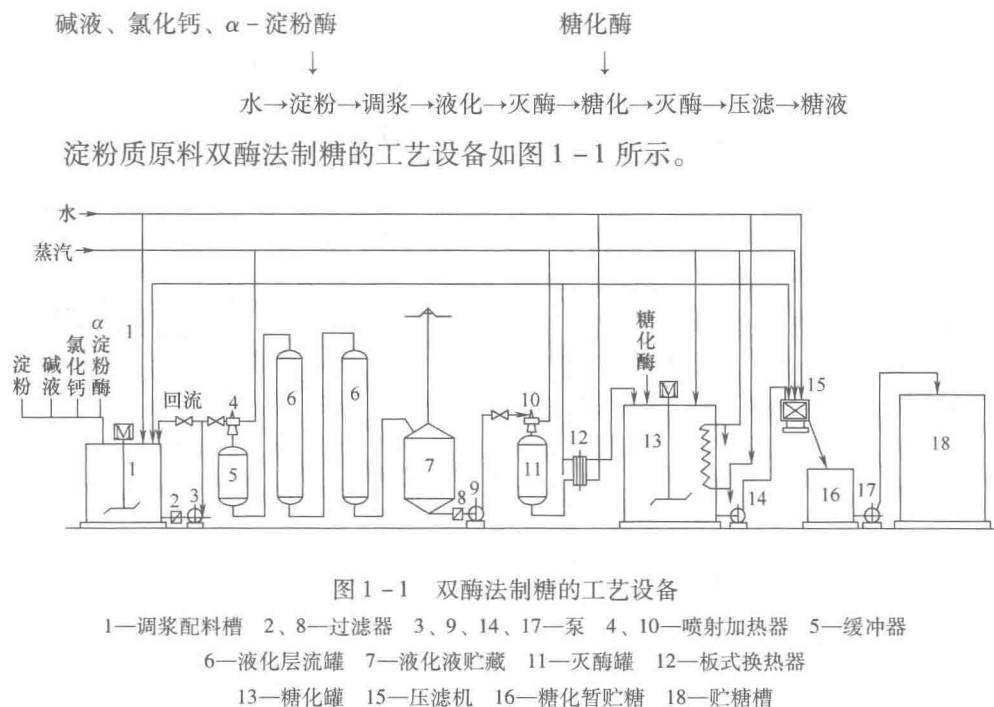


图 1-1 双酶法制糖的工艺设备

1—调浆配料槽 2、8—过滤器 3、9、14、17—泵 4、10—喷射加热器 5—缓冲器
6—液化层流罐 7—液化液贮藏 11—灭酶罐 12—板式换热器
13—糖化罐 15—压滤机 16—糖化暂贮糖 18—贮糖槽

(三) 双酶法制糖的操作方法

1. 淀粉液化

(1) 液化 淀粉在 α -淀粉酶的作用下, 生成能溶于水的糊精和低聚糖的过程。

(2) 液化的机理 淀粉在 α -淀粉酶的作用下, 分子内部 α -1, 4 糖苷键发生断裂, 使直链淀粉迅速水解生成 6~7 个葡萄糖单元的短链糊精、低聚糖、麦芽糖和葡萄糖。由于 α -淀粉酶不能水解支链淀粉的 α -1, 6 糖苷键, 所以, 液化液中还有 α -1, 6 糖苷键的寡糖。随着酶解的进行, 淀粉的相对分子质量变得越来越小, 酶解液黏度不断下降, 流动性增加, 最终生成能溶于水的糊精和低聚糖。

(3) 液化的条件 淀粉乳浓度 30%~40%, pH6.0~6.5, 温度 85~100℃, α -淀粉酶用量 8~12U/g 干淀粉或 0.5~0.6L/t 干淀粉 (2×10^4 U/mL), Ca^{2+} 浓度为 0.01mol/L, 若水中 Ca^{2+} 超过 50mg/L, 可不加 CaCl_2 。

(4) 液化的方法 淀粉液化方法有间歇液化法、连续进出料液化法、喷射液化法等。

①间歇液化法操作要点: 在调浆桶(池)内加入一定量的水, 开搅拌后投入淀粉, 使淀粉乳浓度达到 15~20°Bé, 再用纯碱液将淀粉乳调 pH 至 6.2~6.5; 加入所需的氯化钙和 α -淀粉酶, 搅匀后泵入密闭的液化锅内; 在锅内加热到 88~90℃, 保温 20~30min, 以碘液检查; 合格后, 升温至 100℃, 保温 5min 使酶失活, 结束并送下道工序。

②连续进出料液化法操作要点: 调好淀粉乳后, 用纯碱液调 pH, 并按规定量加氯化钙和 α -淀粉酶; 将调好 pH 的淀粉乳经喷头输入液化锅内, 并始终控制液温 88~90℃, 使淀粉受热液化; 经盘管加热保温约 40min 左右; 液化液由锅底部连续流出, 使淀粉乳达到要求。

③喷射液化法操作要点: 调好淀粉乳后, 用纯碱液调 pH 并按规定量加氯化钙和 α -淀粉酶; 喷射液化, 喷射液化器的规格可根据需要选定, 一般工作蒸汽的压力为 0.4MPa, 淀粉乳供料泵压力为 0.2~0.4MPa, 喷射温度为 100~105℃, 层流罐维持 95~100℃, 液化时间 1~2h, 以碘反应呈棕红色为止, 液化液经 120~140℃灭酶 5~10min, 经板式换热器冷却至 70℃以下, 送入糖化。

(5) 液化程度的控制 为有利于糖化酶与液化产物结合, 液化程度控制在 20~30 个葡萄糖单位的底物分子为宜。淀粉液化程度不能太高, 但要液化完全, 而且比较一致。若液化程度太高, 液化分子较小, 不利于络合结构形成, 影响糖化酶的催化效率, 使糖化液的 DE 值低; 如果液化程度太低, 液化产物分子数量少, 糖化酶与液化产物分子接触机会少, 糖化速度慢, 且液化液易老化, 影响糖化程度, 导致糖化液黏度大, 过滤难。所以在生产上一般以 DE 值衡量液化程度, 控制 DE 值在 10~15 较合适, 以与碘液反应显棕色为液化终点。

DE 值为葡萄糖值。用来表示淀粉水解程度及糖化程度，指葡萄糖（包括所有测定的还原糖）占干物质的百分比，即：

$$\text{DE 值} = \frac{\text{还原糖}(\%) }{\text{干物质}(\%) } \times 100\%$$

(6) 影响液化的因素

①淀粉的种类：不同淀粉的结构不同，应选择不同的液化方式。

②温度：酶在某一温度下能表现出最大活性，这个温度称为酶的最适温度。每种酶都有其最适温度，超出最适温度范围，温度继续升高，酶活力显著下降，甚至完全失去催化能力；温度继续降低，酶活力下降，作用缓慢。所以在淀粉液化时，必须控制在最适温度范围内。

③pH：pH 对酶的催化作用有很大影响，过低或过高都会降低酶的活力， α -淀粉酶在 pH6.0 ~ 7.0 时较为稳定，在 pH5 以下严重失活，最适 pH 为 6.2 ~ 6.4。因此，在淀粉液化时，必须控制在最适 pH 范围内。

④不溶性淀粉颗粒：不溶性淀粉颗粒是指液化液中含有的微量不溶性物质，它的存在不仅增加液化难度，而且使过滤困难，还降低糖化率。

⑤淀粉乳：淀粉乳对酶活力稳定性有提高作用。在淀粉乳浓度 10% 条件下，加热 80℃，1h 后残余活力约 94%；若没有淀粉乳，残余活力约 24%。浓度提高，稳定性提高。

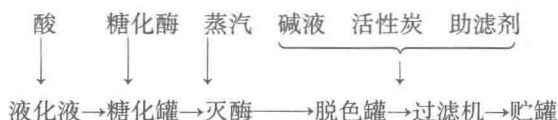
⑥钙离子：钙离子浓度与酶活性关系很大，实验上，加入不同量的氯化钙，在 70℃ 下加热 1h，低浓度钙离子对酶活力稳定性有很大提高作用，如果没有钙离子则酶的活力完全丧失。因此，在生产上，利用加氯化钙或硫酸钙的方法来调节钙离子浓度。一般控制钙离子浓度为 0.01mol/L。

2. 糖化

(1) 糖化 是指由糖化酶将淀粉的液化产物糊精和低聚糖进一步水解成葡萄糖的过程。

(2) 糖化的机理 糖化酶是外切淀粉酶，对淀粉链的 α -1, 4 糖苷键和 α -1, 6 糖苷键都能起作用，能从淀粉分子非还原端依次水解 α -1, 4 糖苷键和 α -1, 6 糖苷键，最终产物是葡萄糖，不过 α -1, 6 糖苷键的水解速度仅为 α -1, 4 糖苷键水解速度的 1/10，所以水解过程所需时间很长。采用 α -淀粉酶将淀粉先液化，再进行糖化的双酶法水解工艺，就能大大缩短时间。

(3) 糖化的工艺流程



(4) 糖化的操作要点

①进料：将 30% 淀粉乳的液化液泵入开口桶内；②加糖化酶：糖化酶按每 1g 干淀粉加入 80 ~ 120U 或每吨干淀粉加 1 ~ 1.5L (10⁵U/mL)；③糖化：在一定

pH 和温度下进行糖化,糖化剂的菌种来源不同,糖化的 pH 和温度也不同;④终点检查:糖化时间 30~48h,然后用无水酒精检查终点;⑤灭酶:糖化结束,升温至 80~85℃,加热 20~30min,杀灭糖化酶;⑥过滤:糖液先用纯碱液调 pH 至 4.6~4.8,不加或少加助滤剂,进行过滤。

(5) 影响糖化的因素 除温度、pH、糖化剂、菌种来源外,还包括:①糖化时间:一般将葡萄糖值达到高峰的时间定为糖化时间。②酶的用量:酶的用量决定于酶活力高低,酶活力高则用量少,液化液浓度高,加酶量要增多,但酶量过高,也会促进复合反应的发生,导致葡萄糖值降低。③酶的纯度:工业用酶制剂不可能含单一酶,其他酶的存在有时会促进色素的产生,促使复合反应增加,使水解后的葡萄糖液纯度下降。

思考题

1. 名词解释

(1) 谷氨酸发酵原料 (2) 培养基

2. 判断题

(1) 糖化酶是一种内切型淀粉酶。 ()

(2) Ca^{2+} 对 α -淀粉酶活力的热稳定性有提高作用。 ()

(3) 不溶性淀粉颗粒是指液化液中含有的微量可溶性物质。 ()

3. 填空题

(1) 培养基的类型可分为_____、_____、_____、_____等。

(2) 谷氨酸生产菌所需主要无机盐有_____、_____、_____和含_____、_____、_____的化合物。

(3) 淀粉液化的方法有_____、_____、_____等。

4. 选择题

(1) 凡是微生物生长不可缺少的微量有机物均称_____。

A 碳源物质 B 氮源物质 C 无机元素 D 生长因子

(2) _____是指淀粉在 α -淀粉酶的作用下,生成能溶于水的糊精和低聚糖的过程。

A 糖化 B 液化 C 水解 D 酶解

5. 问答题

简述淀粉酶水解法工艺流程及操作要点。

任务二 谷氨酸生产菌

学习要点

1. 熟悉谷氨酸生产菌的种类及特性。
2. 掌握谷氨酸生产菌的分离保藏与复壮方法。
3. 了解谷氨酸生产菌的筛选与选育方法。

谷氨酸生产菌是指利用培养基在一定条件下,大量分泌积累谷氨酸的微生物。只有好的菌种,才能有高的产酸率和转化率。自然界中能产生谷氨酸的微生物很多,从各种类型的微生物中寻找符合生产要求的菌株,就要从筛选入手,并将筛选得到的菌株进行改造,即通过诱变、杂交、代谢控制及基因工程等手段,获得产酸水平高、发酵条件非常理想的优良菌株。同时为了便于生产使用,菌株还需在一定条件下保藏。

一、谷氨酸生产菌的种类与特性

(一) 谷氨酸生产菌的种类

谷氨酸生产菌的种类很多,其中主要是细菌类的四个菌属。

(1) 棒状杆菌属 北京棒状杆菌;钝齿棒状杆菌;谷氨酸棒杆菌;百合棒杆菌;糖蜜棒杆菌。

(2) 短杆菌属 乳糖发酵短杆菌;黄色短杆菌;扩展短杆菌;产氨短杆菌;嗜氨短杆菌;硫殖短杆菌。

(3) 小杆菌属 嗜氨小杆菌;产碱小杆菌;水杨苷小杆菌;胶黏小杆菌。

(4) 节杆菌属 球形节杆菌;石蜡节杆菌;裂烃谷氨酸节杆菌。

(二) 国内常用的谷氨酸生产菌

(1) 北京棒状杆菌 AS. 1299 及其诱变株 AS. 1299、7338、D110、WTH-1。

(2) 钝齿棒状杆菌 AS. 1542 及其诱变株 AS. 1542、B9、B9-17-36、F-263。

(3) 黄色短杆菌 T 613 (天津短杆菌 T 613) 及其诱变株 T613、FM8209、FM-415、S9114、TG-863、TG-866、TG-961、CMTC6282、D85。

目前,我国味精行业大多数工厂使用菌种为 T 613、TG-961、FM415、S9114、CMTC6282 等。

(三) 谷氨酸生产菌的特性

1. 北京棒状杆菌 AS. 1299

(1) 形态特征

①细胞形态：通常为短杆或棒状，两端钝圆，不分枝，有时细胞呈弯曲状。
②细胞排列：单个、成对或 V 字形。③细胞大小： $(0.7 \sim 0.9) \mu\text{m} \times (1.0 \sim 2.5) \mu\text{m}$ 。④革兰染色细胞呈阳性反应。⑤无运动能力。⑥细胞内有明显的横隔，在次极端有异染颗粒。⑦不形成芽孢。

(2) 生理特征

①对温度的要求：最适生长温度 $26 \sim 37^\circ\text{C}$ ， 41°C 生长微弱， 45°C 不生长， 55°C 热处理 10min 全部死亡；②对 pH 的要求：最适 $\text{pH}6 \sim 7.5$ ，生长范围 $\text{pH}5 \sim 10$ ；③对氧的要求：好氧或兼性厌氧；④产生 H_2S ；⑤不水解油脂；⑥不水解淀粉；⑦不分解纤维素；⑧脲酶试验呈强阳性反应；⑨过氧化氢酶试验呈强阳性反应；⑩耐盐力：在含 7.5% 氯化钠的肉汁培养基中生长良好，氯化钠增至 10%，生长较弱；⑪生物素是必需生长因子；⑫氮源的要求：氯化铵、硫酸铵、磷酸氢二铵、酒石酸铵和尿素均可作为谷氨酸发酵氮源；⑬对尿素的耐力：在含 2.6% 尿素的普通肉汁琼脂平板上生长良好，含 3% 尿素时生长较弱。

(3) 培养特征

①肉汤琼脂平板：菌落圆形，淡黄色，中间隆起，表面湿润，光滑有光泽，边缘整齐，呈半透明状，无黏性，不产生水溶性色素；②肉汤琼脂斜面：呈中度生长，菌落线状，淡黄色，表面湿润，光滑有光泽，无黏性，不产生水溶性色素；③肉汤琼脂穿刺：表面生长良好，沿穿刺线生长弱，上层最好呈丝状，不向四周扩展；④肉汤培养：轻度或中度浑浊，有絮状沉淀，没有异味。

2. 钝齿棒状杆菌 AS. 1542

(1) 形态特征 形态特征除细胞大小外，其他均与 AS. 1299 相同，细胞大小为 $(0.7 \sim 0.9) \mu\text{m} \times (1.0 \sim 3.4) \mu\text{m}$ 。

(2) 生理特征

①对温度的要求：最适生长温度 $30 \sim 32^\circ\text{C}$ ，在 $20 \sim 37^\circ\text{C}$ 生长良好， 39°C 生长微弱， 42°C 不生长， 55°C 热处理 10min 全部死亡；②对 pH 的要求： $\text{pH}6 \sim 9$ 生长良好， $\text{pH}10$ 生长微弱， $\text{pH}4 \sim 5$ 不生长。其余与 AS. 1299 相同。

(3) 培养特征

①肉汤琼脂平板：菌落圆形，草黄色，中间隆起，表面湿润，无光泽，边缘钝齿状，呈半透明状，无黏性，不产生水溶性色素；②肉汤琼脂斜面：菌落线状，草黄色，表面湿润，浑暗细粒状，无光泽，边缘较薄，呈半透明，钝齿状，无黏性，不产生水溶性色素；③肉汤琼脂穿刺：表面生长良好，沿穿刺线均能生长，但生长较弱且不向四周扩展；④肉汤培养：浑浊，表面有薄菌膜，有较多沉渣。

3. 黄色短杆菌 T-613

(1) 形态特征 细胞呈典型的短杆状, 细胞大小为 $(0.7 \sim 1.0) \mu\text{m} \times (1.2 \sim 3.0) \mu\text{m}$ 。其余与 AS. 1299 相同。

(2) 生理特征

①对温度的要求: $26 \sim 37^\circ\text{C}$ 生长良好, 低于 20°C 或高于 42°C 生长微弱, 75°C 以上不再生长; ②对 pH 的要求: pH6 ~ 10 生长良好, pH5 生长微弱, pH4 以下或 10 以上均不生长; ③耐盐力: 在含 10% 氯化钠的肉汁培养基中生长良好, 氯化钠增至 12.5% 生长较弱; ④对尿素的耐力: 在含 0.5% ~ 3.5% 尿素的普通肉汁琼脂平板上生长旺盛, 含 4% 尿素时生长良好, 含 5% 尿素时生长较弱。其余与 AS. 1299 相同。

(3) 培养特征

①肉汤琼脂平板: 菌落圆形, 浅黄色, 中间隆起, 表面光滑湿润, 边缘整齐, 不产生水溶性色素; ②肉汤琼脂斜面: 中间划线培养呈中度生长, 菌落线状, 隆起, 呈浅黄色, 表面湿润, 光滑有光泽, 不透明, 不产生水溶性色素; ③肉汤琼脂穿刺: 表面生长良好, 沿穿刺线生长较弱, 且不向四周扩展; ④肉汤培养: 浑浊, 没有菌盖, 表面沿管壁有一圈菌膜, 有絮状和粒状沉淀。

(四) 谷氨酸生产菌的共同特性

谷氨酸生产菌虽可分为四个菌属, 但都属于细菌类, 尽管从不同地点分离出来, 或经过不同方法诱变而来, 但它们在形态和生理方面具有许多共同的特性。

(1) 细胞形态为棒状、杆状、短杆状及类球形。

(2) 无芽孢、无鞭毛、不运动。

(3) 革兰染色细胞呈阳性反应。

(4) 都是好氧微生物。

(5) 不水解淀粉、纤维素等, 一般只能利用葡萄糖、果糖、蔗糖、麦芽糖等作为生长基质和合成谷氨酸。

(6) 都为生物素营养缺陷型菌株, 要以生物素为必需生长因子。

(7) α -酮戊二酸脱氢酶的活性很低, 异柠檬酸脱氢酶和谷氨酸脱氢酶的活力很高。

(8) 异柠檬酸裂解酶活力微弱, 乙醛酸循环弱。

(9) CO_2 固定反应酶系活力强。

(10) 还原型辅酶 II (NADPH_2) 进入呼吸链能力弱。

(11) 能利用醋酸, 不能利用石蜡。

(12) 在发酵过程中, 菌体形态发生明显变化, 同时细胞膜通透性也发生变化, 使谷氨酸易于向外渗出。

(13) 进一步分解转化和利用谷氨酸的能力低下。

(14) 可利用各种铵盐作为氮源, 由于具有较强的脲酶活性, 也可利用尿素作为氮源。