



高职高专系列教材

GAOZHI GAOZHUAN XILIE JIAOCAI

生物化工生产

运行与操控

SHENGWU HUAGONG SHENGCHAN
YUNXING YU CAOKONG

主 编：田连生

参 编：陈秀清 王富花 谢成佳

陈华进 高 庆

中国石化出版社
[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

ISBN 978-7-122-2590-1

中国石化出版社

2014.2

1-2114-2590-1

高职高专系列教材

GAOZHI GAOZHUAN XILIE JIAOCAI

生物化工生产

运行与操控

SHENGWU HUAGONG SHENGCHAN
YUNXING YU CAOKONG

主 编：田连生

参 编：陈秀清 王富花 谢成佳

陈华进 高 庆

中国石化出版社
HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM

图书在版编目 (CIP) 数据

生物化工生产运行与操控 / 田连生主编. —北京:
中国石化出版社, 2014. 5

ISBN 978 - 7 - 5114 - 2760 - 1

I. ①生… II. ①田… III. ①生物化学 - 化工产品 -
生产工艺 IV. ①TQ072

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 081483 号

未经本社书面授权, 本书任何部分不得被复制、抄袭, 或者以任何
形式或任何方式传播。版权所有, 侵权必究。

主 编 田 连 生

参 编 王 富 芬 高 天

参 审 高 天

中国石化出版社出版发行

地址: 北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编: 100011 电话: (010) 84271850

读者服务部电话: (010) 84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail: press@sinopec.com

北京科信印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

787 × 1092 毫米 16 开本 16.5 印张 375 千字

2014 年 6 月第 1 版 2014 年 6 月第 1 次印刷

定价: 40.00 元

前言

Preface

Contents

高等职业教育注重培养学生的综合职业能力,包括对学生专业能力、方法能力和社会能力的培养。为了达到这一目标,实施基于工作过程系统化的课程,是有效的选择。通过对职业工作过程的分析,对典型工作任务的分析和归纳,并根据职业成长规律和认知规律,开发出具有学习目标、学习任务和工作内容的学习领域是当前高职课程改革的热点。

本书通过对日常生活中经常用到的味精、柠檬酸、啤酒等8个生化产品的生产作为典型工作任务,将工业微生物的分离、纯化、选育和培养基的优化、灭菌方法、发酵方式、发酵参数的控制、发酵液的预处理以及提取、精制等生物化工生产的常用技术,按照工作过程系统化方式纳入学习情境。让学生通过8个学习情境和典型工作任务的完成过程,来学习和掌握工业微生物的基础知识,了解细菌、放线菌、酵母菌和霉菌的菌落形态特性、繁殖方式,理解各自作为生产菌种的发酵过程;了解并掌握液体发酵、固体发酵的工艺特点、常用的发酵方式。熟练掌握菌种的扩大培养、发酵常用参数的控制、醪液预处理、提取精制及产品加工的生产工艺过程,并通过实训和生产实习掌握各岗位的操作技能。通过理论、实践一体化教学方式,使学生既具备扎实专业知识,同时又具有较强的实际操作能力和生产应变能力。本教材的主要特点是:

1. 以任务组织教学内容。每个学习情境都是以典型工作任务为导向,将工作任务与学习内容有机结合,达到学以致用。

2. 依据职业工作内容,设计工作任务。包括学习目标、工作任务分析、计划制定、任务实施、任务检查和任务评价。突出学生的主体性。

本书以工作任务为课程载体,以典型工作任务为导向,全书分共8个学习情境,其中情境一、情境八由田连生老师编写,情境二由谢承佳老师编写,情境三、情境四由陈秀清老师编写、情境五由王富花老师编写,情境六由陈华进老师编写,情境七由高庆老师编写。全书由田连生老师统稿和修改,并对本书的编写思路和大纲进行策划。在编写过程中还得到扬州工业职业技术学院和化学工程系的大力支持,在此表示衷心感谢。本书在编写过程中参考了大量文献资料,特向文献资料作者一并表示感谢。

由于编者的水平有限,书中难免有疏忽或不当之处,敬请读者批评指正。

5 工作任务检查

5.1 原材料及培养基组成

目 录

Contents

情境一 调味剂——味精	1
1 接受工作任务	1
1.1 工作任务介绍	1
1.2 接受生产任务书	2
2 工作任务分析	2
2.1 生产原料	3
2.2 培养基	5
2.3 生产菌种	6
2.4 灭菌方法及操作	10
2.5 发酵工艺及原理	14
2.6 发酵工艺参数	18
2.7 谷氨酸发酵液的提取与精制	22
2.8 味精的生产	25
2.9 味精生产主要设备	27
3 制订工作计划	32
3.1 确定味精生产工艺	32
3.2 斜面种子制备	32
3.3 菌种的扩大培养	32
3.4 淀粉水解糖制备	34
3.5 谷氨酸发酵及参数控制	34
3.6 谷氨酸的提取精制	35
3.7 味精生产	36
4 工作任务实施	37
4.1 灭菌操作	37
4.2 菌种的扩大培养	37
4.3 发酵及参数操控	38
4.4 谷氨酸的提取	39
4.5 味精生产	41
4.6 控制要点	41
5 工作任务检查	42
5.1 原材料及培养基组成	42

5.2	培养基及发酵设备的灭菌	42
5.3	种子的扩大培养和种龄确定	42
5.4	发酵工艺及操控参数的确定	42
5.5	提取精制工艺	43
5.6	产品检测及鉴定	43
6	工作任务评价	43
6.1	理论知识	44
6.2	生产过程与操控	44
7	知识拓展	44
7.1	浓缩	45
7.2	结晶	45
7.3	成品干燥	47
7.4	菌种分离与选育	49
	思考题	51
	参考文献	52
情境二	α -淀粉酶的发酵合成	53
1	接受工作任务	53
1.1	α -淀粉酶的结构及催化机理	54
1.2	α -淀粉酶的分类	54
1.3	淀粉酶的应用	55
1.4	接受生产任务书	56
2	工作任务分析	57
2.1	酶的基础知识	57
2.2	生产菌种	63
2.3	生产原料	66
2.4	发酵工艺及原理	67
2.5	发酵参数及控制	68
2.6	酶的分离纯化	69
2.7	主要生产设备	73
3	制订工作计划	74
3.1	生产菌株	75
3.2	菌种的扩大培养	75
3.3	发酵参数	76
3.4	酶的分离纯化	77
4	工作任务实施	78
4.1	灭菌操作	78
4.2	菌种的扩大培养	78
4.3	补料控制	79
4.4	酶的分离纯化	80

5	工作任务检查	80
5.1	原材料及培养基组成的确定	80
5.2	培养基及发酵设备的灭菌	80
5.3	种子的扩大培养和种龄确定	80
5.4	发酵工艺及操控参数的确定	80
5.5	分离纯化工艺	81
6	工作任务评价	81
6.1	理论知识	81
6.2	生产过程与操控	81
	思考题	82
	参考文献	82
情境三	生物制药——链霉素生产	83
1	接受工作任务	83
1.1	链霉素相关知识	83
1.2	链霉素用途	86
1.3	接受生产任务书	87
2	工作任务分析	87
2.1	原料	87
2.2	生产菌种	87
2.3	培养基	89
2.4	发酵原理及工艺	90
2.5	主要生产设备	92
3	制订工作计划	93
3.1	确定链霉素生产工艺	93
3.2	斜面种子制备	94
3.3	菌种的扩大培养	94
3.4	发酵培养基制备	95
3.5	链霉素发酵及参数控制	95
3.6	链霉素的提取精制	95
4	工作任务实施	96
4.1	链霉素菌种的扩大培养	96
4.2	发酵灭菌操作	97
4.3	发酵及参数操控	97
4.4	链霉素的提取与精制	98
4.5	发酵产物链霉素的干燥	101
5	工作任务检查	101
5.1	原材料及培养基组成	101
5.2	培养基及发酵设备的灭菌	101

08	5.3	种子的扩大培养和质量	101
08	5.4	发酵工艺及操控参数的确定	101
08	5.5	提取精制工艺	101
08	5.6	产品检测及鉴定	101
08	6	工作任务评价	102
18	6.1	理论知识	102
18	6.2	生产过程与操控	102
18		思考题	103
18		参考文献	103
		情境四 生物饲料——单细胞蛋白	104
18	1	接受工作任务	104
18	1.1	工作任务介绍	104
18	1.2	单细胞蛋白原料来源	105
18	1.3	单细胞蛋白特性	106
18	1.4	单细胞蛋白的应用	107
18	2	工作任务分析	108
18	2.1	生产原料	108
18	2.2	生产菌种	109
18	2.3	培养基	110
18	2.4	发酵原理及工艺	111
18	2.5	操作参数控制	112
18	2.6	生产设备	112
18	3	制订工作计划	114
18	3.1	确定单细胞蛋白生产工艺	114
18	3.2	斜面种子制备	115
18	3.3	菌种的扩大培养	115
18	3.4	发酵培养基制备	116
18	3.5	单细胞蛋白发酵及参数控制	116
18	4	工作任务实施	116
18	4.1	原料预处理	117
18	4.2	菌种扩大培养	117
18	4.3	发酵工艺过程	118
18	4.4	发酵培养操控	119
18	4.5	分离过滤	122
101	4.6	干燥	122
101	4.7	产品的分析检测	122
101	5	工作任务检查	122
101	5.1	原材料及培养基组成	122

5.2	培养基及发酵设备的灭菌	123
5.3	种子的扩大培养和质量	123
5.4	发酵工艺及操控参数的确定	123
5.5	提取分离工艺	123
5.6	产品检测及鉴定	123
6	工作任务评价	124
6.1	理论知识	124
6.2	生产过程与操控	124
	思考题	125
	参考文献	125
情境五	酒精生产	126
1	接受工作任务	126
1.1	工作任务介绍	126
1.2	接受生产任务书	127
2	工作任务分析	127
2.1	生产原料	128
2.2	生产菌种——酵母菌	128
2.3	酒精生产工艺	131
2.4	酒精发酵设备	139
3	制订工作计划	140
3.1	酒母的制备	141
3.2	酒精生产	144
3.3	参数控制	146
4	工作任务实施	148
4.1	酒母的制备	148
4.2	原料预处理	148
4.3	蒸煮	148
4.4	糖化曲制备	149
4.5	糖化	149
4.6	发酵	149
4.7	蒸馏	150
5	工作任务检查	150
5.1	原材料及培养基组成	150
5.2	培养基及发酵设备的灭菌	150
5.3	种子的扩大培养和种龄确定	150
5.4	发酵工艺及操控参数的确定	150
5.5	生产工艺	151
5.6	产品检测及鉴定	151

6	工作任务评价	151
6.1	理论知识	151
6.2	生产过程与操控	151
	思考题	152
	参考文献	152
情境六	啤酒生产	153
1	接受工作任务	153
1.1	啤酒相关知识	153
1.2	接受产品生产任务书	155
2	工作任务分析	155
2.1	生产原料	155
2.2	酵母培养基	159
2.3	啤酒酵母及培养	159
2.4	发酵原理及生产工艺	165
2.5	啤酒生产中的主要设备	173
3	制订工作计划	175
3.1	确定啤酒生产工艺	175
3.2	确定啤酒生产的原料及菌种	176
3.3	确定啤酒酵母的培养方案	176
3.4	确定糖化过程	176
3.5	发酵过程	177
3.6	过滤分装	178
4	工作任务实施	178
4.1	原料选用	178
4.2	原料的粉碎	178
4.3	糖化工艺的确定	178
4.4	发酵工艺的确定	178
5	工作任务检查	179
5.1	原材料及培养基组成的确定	179
5.2	培养基及发酵设备的灭菌	179
5.3	酵母的扩大培养确定	179
5.4	糖化、发酵工艺及操控参数的确定	179
6	工作任务评价	180
6.1	理论知识	180
6.2	生产过程与操控	180
7	知识拓展	180
7.1	协定法糖化试验	180
7.2	啤酒酵母的计数	182

7.3 糖度的测定	182
思考题	183
参考文献	184
情境七 酱 油	185
1 接受工作任务	185
1.1 酱油的相关知识介绍	185
1.2 接受产品生产任务书	186
2 工作任务分析	187
2.1 酱油生产原料	187
2.2 生产菌种	188
2.3 酱油生产原理	189
2.4 酱油生产工艺	190
2.5 酱油生产中的主要生产设备	201
3 制订工作计划	204
3.1 确定酱油生产工艺	204
3.2 原料及处理	204
3.3 制曲	204
3.4 固态低盐发酵	207
4 工作任务实施	208
4.1 原料处理	208
4.2 润水	208
4.3 蒸料	208
4.4 制曲	209
4.5 发酵	209
4.6 浸出	210
4.7 配制加工	210
5 工作任务检查	211
5.1 原材料及培养基组成的确定	211
5.2 培养基及发酵设备的灭菌	211
5.3 种曲培养和成曲质量的鉴定	211
5.4 固态低盐发酵工艺及操控参数的确定	211
5.5 酱油的浸出、加热消毒与配制	212
5.6 产品检测及鉴定	212
6 工作任务评价	212
6.1 理论知识	212
6.2 生产过程与操控	212
思考题	213
参考文献	213

在食品工业上,甘氨酸、丙氨酸具有甜味,天冬氨酸、谷氨酸具有酸味,谷氨酸钠、

情境八 有机酸——柠檬酸	214
1 接受工作任务	214
1.1 工作任务介绍	214
1.2 接受生产任务书	217
2 工作任务分析	217
2.1 生产原料	218
2.2 培养基	218
2.3 生产菌种	218
2.4 发酵原理及生产工艺	225
2.5 发酵参数及控制	229
2.6 柠檬酸提取工艺	231
2.7 染菌的检查和防止	237
2.8 柠檬酸生产的主要设备	238
3 制订工作计划	240
3.1 确定柠檬酸生产工艺	240
3.2 斜面种子制备	240
3.3 麸曲制备	240
3.4 种子罐培养	241
3.5 发酵罐培养	241
3.6 柠檬酸发酵液的预处理及提取精制	242
4 工作任务实施	244
4.1 系统灭菌操作	244
4.2 斜面种子制备	244
4.3 麸曲制备	244
4.4 种子罐培养	244
4.5 发酵及参数操控	245
4.6 柠檬酸的提取与精制	246
5 工作任务检查	249
5.1 原材料及培养基组成	249
5.2 培养基及发酵设备的灭菌	249
5.3 种子的扩大培养和种龄确定	249
5.4 发酵工艺及操控参数的确定	249
5.5 提取精制工艺	249
5.6 产品检测及鉴定	249
6 工作任务评价	250
6.1 理论知识	250
6.2 生产过程与操控	250
思考题	251
参考文献	251

情境一 调味剂——味精



学习目的和要求

(1) 知识目标：了解味精生产的原料，掌握培养基的种类和配制方法；了解细菌的菌落形态和繁殖方式，掌握味精生产菌的种类和特点；掌握菌种的分离、纯化、选育和保藏方法；掌握菌种扩大培养的方法、要求和目的；了解发酵方式、发酵参数的种类和控制方法；掌握发酵物料的分离、提取、精制和加工方法。

(2) 能力目标：掌握细菌发酵生产工艺流程及过程控制；了解空消、实消和空气灭菌的方法；掌握通用式发酵设备的结构、特点和使用方法；了解自吸式和气升式发酵设备。

(3) 情感目标：培养学生学习过程中形成的使命感、责任感、自信心、进取心、团队合作精神等方面的自我认识和自我发展。

1 接受工作任务

1.1 工作任务介绍

1.1.1 味精的理化性质

本学习情境的工作任务是调味剂——味精发酵生产。味精是目前人们大量食用的调味品，与人们的日常生活紧密相关。味精成分为谷氨酸单钠盐，带有一分子结晶水，学名叫 α -氨基戊二酸钠，分子式为 $C_5H_8NO_4Na \cdot H_2O$ ，CAS 号 142-47-2，是一种无嗅无色的晶体，熔点 225°C 。谷氨酸钠的水溶性很好，在 100mL 水中可以溶解 74g 谷氨酸钠。

味精作为一种广泛应用的调味品，其摄入体内后可分解成谷氨酸、酪氨酸，对人体健康有益。据研究味精可以增进人们的食欲，提高人体对其他各种食物的吸收能力，对人体有一定的滋补作用。因为味精里含有大量的谷氨酸，是人体所需要的一种氨基酸，96% 能被人体吸收，形成人体组织中的蛋白质。

1.1.2 味精的用途

氨基酸主要用于食品、医药、农业、化妆品的生产等方面，分述如下。在食品工业上，甘氨酸、丙氨酸具有甜味，天冬氨酸、谷氨酸具有酸味，谷氨酸钠、



情境八 氨基酸——谷氨酸

天冬氨酸钠具有鲜味，它们都可用作食品添加剂。如甘氨酸用于清凉饮料、肉汤、酱菜等的加工，不仅能增加甜味，还能缓和苦味。赖氨酸、蛋氨酸等人体必需的氨基酸常作为食品添加剂，用以提高食品的营养价值。

在医药工业上，氨基酸在医药上的应用很广。例如，氨基酸的混合液可供病人注射用，氨基酸的混合粉剂可作宇航员、飞行员的补品。又如，精氨酸药物用于治疗由氨中毒造成的肝昏迷；丝氨酸药物用作疲劳回复剂；蛋氨酸、胱氨酸用于治疗脂肪肝；甘氨酸、谷氨酸用于调节胃液；L-谷氨酸与L-谷氨酰胺用于治疗脑出血后的记忆力障碍等。

在化妆品生产中，因氨基酸及其衍生物与皮肤的成分相似，具有调节皮肤pH值和保护皮肤的功能，现已广泛用于配制各种化妆品。例如，胱氨酸用于护发素中，丝氨酸用于面霜中。又如，谷氨酸、甘氨酸、丙氨酸与脂肪酸形成的表面活性剂，具有清洗、抗菌等功能，用于护肤品、洗发剂中。

在农业上，一些氨基酸在体外并无杀菌功能，但它们能干扰植物与病原菌之间的生化关系，使植物的代谢及抗病能力发生变化，从而达到杀菌的目的。例如，苯丙氨酸和丙氨酸可用于治疗苹果疮痂病。又如，美国一家公司用甘氨酸制成了除草剂。这类农药易被微生物分解，不会造成环境污染。

1.2 接受生产任务书

本学习情境的工作任务是以北京棒杆菌 AS1.299 为菌种，以玉米淀粉、葡萄糖为碳源，以豆饼粉、尿素为氮源，以 $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 、 KH_2PO_4 等为无机盐，以玉米浆为生长素，各成分按一定比例混合制作培养基，通过菌种的扩大培养，把扩大培养的合格种子液接种到已经灭菌的通风搅拌发酵罐中进行发酵，发酵醪液通过预处理后，再经过等电点和不容盐法提取谷氨酸，谷氨酸再用 Na_2CO_3 中和制成谷氨酸钠，通过脱色、浓缩结晶精制、产品气流干燥等生产过程，制得产品——味精。生产任务书见表 1-1。

表 1-1 生产任务书

产品名称	调味品——味精	任务下达人	教 师
生产责任人	学生组长	交货日期	年 月 日
需求单位		发货地址	
产品数量		产品规格	谷氨酸钠 99%
一般质量要求 (注意：有客户要求， 标注生产)	GB/T 8967—2000《谷氨酸钠质量标准》		
进度备注：			

注：此表由市场部填写并加盖部门章，共 3 份。在客户档案中留底一份，总经理（教师）一份，生产技术部（学生小组）一份。

2 工作任务分析

依据接受的工作任务书，已经明确我们的任务是味精生产。虽然上一节我们已经介绍

了味精的物化性质、产品用途、发展简史，对味精产品有了初步了解。但要完成味精的生产任务，还须了解生产味精所需的原料、菌种、设备和管道灭菌、发酵工艺、生产运行的参数操控以及发酵的主要设备等相关知识。下面就完成工作任务所需的原料、培养基、发酵技术和生产工艺等进行详细分析。

2.1 生产原料

谷氨酸生产原料有碳源、氮源、无机盐和生长因子等。作为发酵原料的选择要考虑多方面的因素，其中包括：菌体生长繁殖的营养需求、有利于谷氨酸大量积累、产品提取容易、生产周期短及原料价格便宜、因地制宜等因素。

2.1.1 碳源

碳源是构成菌体和合成谷氨酸的碳骨架以及能量的来源。工业上谷氨酸发酵采用的碳源一般都是淀粉原料，如玉米、小麦、甘薯、大米等，其中甘薯和淀粉最为常用。这些淀粉原料要先通过制糖工艺水解成微生物可直接利用的葡萄糖，然后经过中和、脱色再投放到发酵罐。工业中常用的碳源：

1) 淀粉

应用最广的是玉米、马铃薯、木薯淀粉。淀粉水解后得葡萄糖。使用条件：微生物必须能分泌可以水解淀粉、糊精的酶类。

优点：来源广泛、价格低廉，可解除葡萄糖效应。

缺点：(1) 难利用、发酵液比较稠，一般 $>2.0\%$ 时需加入一定的 α -淀粉酶。

(2) 成分较复杂，有直链淀粉和支链淀粉等。

2) 葡萄糖

所有的微生物都能利用葡萄糖，但会引起葡萄糖效应。工业上常用淀粉水解糖，但是糖液必须达到一定的质量指标。

3) 糖蜜

糖蜜是制糖工业上的废糖蜜或结晶母液。包括：甘蔗糖蜜（糖高氮少）；甜菜糖蜜。糖蜜使用的注意事项：除糖分外，还含有较多的杂质，对发酵产生不利影响，需要进行预处理才能使用。

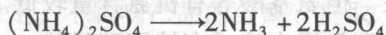
2.1.2 氮源

氮源是合成菌体蛋白质、核酸及氨基酸的原料。又可分为无机氮和有机氮。

1) 无机氮（又称速效氮）

种类：氨水、铵盐或硝酸盐、尿素。

特点：吸收快，但会引起 pH 值的变化。如硫酸铵，反应式：



选择合适的无机氮源有两层意义：满足菌体生长；稳定和调节发酵过程中的 pH 值。

2) 有机氮

来源：一些廉价的原料，如玉米浆、豆饼粉、花生饼粉、鱼粉、酵母浸出膏等。其中玉米浆（玉米提取淀粉后的副产品）和豆饼粉既能做氮源又能做碳源。一般来说，有机氮



成分复杂：除提供氮源外，还提供大量的无机盐及生长因子。

微生物早期容易利用无机氮，中期菌体的代谢酶系已形成可利用有机氮源。有机氮源来源不稳定，成分复杂，所以利用有机氮源时要考虑到原料波动对发酵的影响。

相对来说：氮源比碳源对谷氨酸发酵影响更大，约85%的氮源被用于合成谷氨酸，另外15%氮源用于合成菌体。一般发酵工业碳氮比为100:(0.2~2.0)，谷氨酸发酵的碳氮比为100:(15~21)。目前生产上多采用尿素作为氮源，进行分批流加，流加时温度不宜过高（不超过45℃），否则游离氨过多，使初始pH值升高，可抑制菌体生长。

2.1.3 无机盐及微量元素

无机盐是微生物维持生命活动不可缺少的物质。可以调节渗透压、pH值等，也可作为自养菌的能源。无机盐包括：磷酸盐、钾盐、镁盐和钙盐；还有一些微量元素：锰、钴、铁等。

许多金属离子对微生物生理活性的作用与其浓度有关，低浓度往往具有刺激作用，而高浓度具有抑制作用。

无机盐含量对菌体生长和产物的生成影响很大，其中磷酸盐在谷氨酸发酵中非常重要，它是谷氨酸发酵过程中必需的，但浓度不能过高，否则会转向缬氨酸发酵。

2.1.4 生长因子

生长因子是微生物生长不可缺少的微量有机物质，如氨基酸、嘌呤、嘧啶、维生素等。生长因子不是所有微生物都必需的，只是对于某些自己不能合成这些成分的微生物才是必不可少的营养物。如以糖质原料为碳源的谷氨酸生产菌均为生物素缺陷型，必须以生物素为生长因子。

1) 生物素作用

生物素主要影响细胞膜通透性，影响菌体的代谢途径。生物素浓度对菌体生长和谷氨酸积累均有影响。大量合成谷氨酸所需要的生物素浓度比菌体生长的需要量低，即为菌体生长需要的“亚适量”。

生物素过量：菌体大量繁殖，不产或少产谷氨酸。

生物素不足：菌体生长不好，谷氨酸产量低。

2) 提供生长因子的农副产品

生物素存在于动植物组织中，多与蛋白质呈结合状态，用酸水解可以分开。那么，生产上有哪些原料可以作为生物素的来源呢？

(1) 玉米浆：最具代表性。玉米浆主要用作氮源，但含有乳酸、少量还原糖和多糖，含有丰富的氨基酸、核酸、维生素、无机盐等。也常作为提供生长因子的物质。

(2) 麸皮水解液：可代替玉米浆，但蛋白质、氨基酸等营养成分比玉米浆少。

(3) 糖蜜：可代替玉米浆。但氨基酸等有机氮含量较低。

(4) 酵母：可用酵母膏、酵母浸出液或直接用酵母粉。

总之，谷氨酸发酵以生物素为生长因子。“亚适量”的生物素有利于谷氨酸积累。在实际生产中常通过添加玉米浆、麸皮水解液来满足谷氨酸生产菌的需求。

2.2 培养基

培养基就是提供微生物生长繁殖和生物合成各种代谢产物所需要的,按一定比例配制的多种营养物质的混合物。

2.2.1 培养基的基本要求

- 1) 原料因地制宜,价格便宜;性能稳定,资源丰富,便于储运,能满足大规模生产。
- 2) 能满足微生物生长和代谢合成,副产物少,不产生有毒性物质。
- 3) 能满足发酵生产工艺的需要,不影响通气、搅拌、提取、纯化和废物处理。

2.2.2 培养基的分类

培养基按其组成物质的来源、状态、用途可分为三大类型:

1) 按营养来源划分

- (1) 合成培养基:采用化学成分明确、性质稳定的物质配制的培养基。
- (2) 天然培养基:采用天然的动植物原料配制的培养基,其化学成分不明确。
- (3) 综合培养基:在合成培养基中加入天然物质配制的培养基。
- (4) 基础培养基:只能满足微生物生长的最低需要。

2) 按状态分

(1) 固体培养基:在液体中加入凝固剂(琼脂),与水和无机盐混合配制的培养基。适合于菌种、孢子的培养和保存。

(2) 半固体培养基:即在配好的液体培养基中加入少量的琼脂,一般用量为0.5%~0.8%,主要用于微生物的鉴定。

(3) 液体培养基:常温下呈液体状态的培养基。80%~90%是水,其中配有可溶性的或不溶性的营养成分,是发酵工业大规模使用的培养基。

3) 按用途分

(1) 孢子培养基:孢子培养基是供制备孢子用的。要求该培养基能使孢子迅速发芽和生长,形成大量优质孢子,但不能引起菌种变异。一般来说孢子培养基中的基质浓度(特别是有机氮)要低些,否则影响孢子形成。无机盐浓度要适量,否则影响孢子的数量和质量。孢子培养基组成因菌种不同而异。

(2) 种子培养基:种子培养基是供孢子发芽和菌体生长繁殖用的。营养成分应是易被菌体吸收利用、营养成分比较丰富和完整,其中氮源和维生素含量应略高些,但总浓度以略稀薄为宜,以便于菌体的生长繁殖。

(3) 发酵培养基:发酵培养基是供菌体生长繁殖和合成大量目的产物使用的。要求该培养基组成应丰富完整,营养成分的浓度和黏度适中,利于菌体生长、合成大量目的产物。采用的原材料质量相对稳定,不影响产品的分离、提取、精制和发酵产品的质量。

2.2.3 味精生产用培养基

味精生产用培养基均是合成培养基,由多种组分按一定比例配制而成。可分为:

1) 斜面培养基(%)

葡萄糖0.1,牛肉膏1.0,蛋白胨0.5~1.0,NaCl 0.5,琼脂2.0,pH值7.0~7.2。