

白酒生产工艺

全国就业训练酿造专业统编教材



中国劳动出版社

全国就业训练酿造专业统编教材

白酒生产工艺

劳动部教材办公室组织编写

中国劳动出版社

(京)新登字 114 号

图书在版编目 (CIP) 数据

白酒生产工艺/刘沛龙主编;劳动部教材办公室组织编写 北京:中国劳动出版社,1995
全国就业训练酿造专业统编教材

ISBN 7-5045-1716-X

I. 白… I. ①刘… ②劳… III. 白酒-酿造-生产工艺-技术教育-教材
IV. TS262. 3

·中国版本图书馆 CIP 数据核字 (95) 第 02577 号

白酒生产工艺

劳动部教材办公室组织编写

责任编辑 张文梁

中国劳动出版社出版

(100029 北京市惠新东街1号)

北京印刷二厂印刷 新华书店总店北京发行所发行

1995年3月第1版 1995年 月北京第1次印刷

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 12.25

字数: 292千字 印数: 7000

定价: 10.00元

前 言

大力发展职业培训事业，是改革开放、促进经济发展、适应社会主义市场经济的需要，是实现社会主义现代化的一项战略任务。就业训练是职业培训不可缺少的组成部分。《劳动法》规定：“从事技术工种的劳动者，上岗前必须经过培训。”因此，就业训练工作不仅是对待业求职人员进行基本的职业技能训练，创造就业条件，使他们成为具有良好的职业道德、有一定专业知识和生产技能的劳动者，而且对提高职工队伍的素质起着重要作用。

要做好就业训练工作，搞好教材建设是关键的一环。教材建设是职业培训和职业考核鉴定的一项基础性工作。有了好的教材，才能建立起规范的职业培训制度和实施职业技能考核鉴定。

为了加强教材建设，解决就业训练及初级职业技能培训所需要的教材，使就业训练工作逐步走向规范化，自1986年7月以来，中国劳动出版社会同劳动部有关司局委托部分省、市劳动人事部门（劳动服务公司），多次组织编写了适合初中毕业以上文化程度的青年使用的就业训练教材。共有烹饪、食品糕点、宾馆服务、商业经营、美容美发、公交客运、土木建筑、服装、钟表眼镜修理、无线电修理、家用电器修理、机械、纺织、丝织、针织、幼儿保教、会计统计、造纸、玻璃制造、汽车修理、化纤、广告装璜、胶鞋制造、轧钢、电工、化工、陶瓷、制冷技术、印刷、林业、粮食、塑料加工、物资仓库保管、酿造、制糖、锅炉、办公自动化、茶叶加工、煤矿、公共关系、机电维修等40余个专业及《职业道德》、《就业指导》、《法律常识》三门公用教材，共计200余种。

这些教材也适合职业学校、转岗培训及社会团体办学使用。

为了加强学员的动手能力和处理实际问题的能力，专业课教材突出了操作技能的传授，力求把经过培训的人员培养成为有良好职业道德、遵纪守法、有一定专业知识和生产技能的劳动者。

编写教材既是一件艰苦的事，也是一件光荣的事，谨向为编写教材付出辛勤劳动的有关同志表示衷心的感谢！

百年大计，质量第一。但由于编写时间仓促和缺乏经验，这套教材尚有许多不足之处，恳请各位专家及读者指正，以便再版时补充、修订，使其日趋完善。

劳动部教材办公室

1994年10月

目 录

绪 论	1
第一章 白酒生产中有关的微生物	6
第一节 微生物的种类和特点	6
第二节 微生物的营养及生长	7
第三节 白酒生产中的霉菌、酵母菌和细菌	10
第四节 微生物在白酒生产中的应用	15
习 题	18
第二章 原料和辅料	19
第一节 制曲原料	19
第二节 酿酒的原料和辅料	20
第三节 生产用水	23
习 题	25
第三章 曲的生产工艺	26
第一节 曲的类型、特点	26
第二节 制曲生产工艺	28
第三节 曲的质量鉴定	46
习 题	48
第四章 白酒生产工艺	49
第一节 白酒的发酵机理	49
第二节 大曲酒生产工艺	54
第三节 小曲酒生产工艺	66
第四节 麸曲酒生产工艺	71
习 题	74
第五章 白酒的贮存与老熟	75
第一节 白酒的老熟	75
第二节 白酒的人工老熟	77
习 题	78
第六章 白酒的尝评	79
第一节 尝评的意义和作用	79
第二节 尝评的基础知识	79

第三节	白酒尝评的步骤与方法	82
第四节	怎样当好评酒员	85
第五节	评酒员训练方法	87
习 题	.....	91
第七章	勾兑	92
第一节	勾兑的原理和作用	92
第二节	基础酒的组合	93
第三节	调味	98
第四节	勾兑中常用的名词.....	103
习 题	.....	104
第八章	低度白酒生产工艺	105
第一节	加浆水的要求和净化.....	105
第二节	低度白酒的生产技术.....	106
第三节	解决低度酒浑浊的方法.....	108
习 题	.....	110
第九章	白酒中主要微量成分	111
第一节	微量成分基础知识.....	111
第二节	白酒中微量成分的来源.....	115
第三节	白酒中的沉淀和异杂味.....	117
第四节	酒中有害物质对人体健康的影响.....	119
习 题	.....	121
第十章	生产检验与白酒分析	122
第一节	检验的相关基础知识.....	122
第二节	生产检验分析.....	125
第三节	曲药分析.....	129
第四节	白酒的化验.....	132
习 题	.....	139
第十一章	白酒生产计算	141
第一节	原料、淀粉出酒率的计算.....	141
第二节	产量、消耗的计算.....	142
第三节	白酒酒度及勾兑计算.....	143
习 题	.....	144
第十二章	白酒生产机械设备概述	145
第一节	粮食的输送及磨粉设备.....	145
第二节	制曲工艺机械设备.....	148
第三节	酿酒机械设备.....	150
第四节	包装机械设备.....	153
习 题	.....	154
附录	.....	155

一、历届全国评酒会简介	155
二、附表	161
附表 1 各种酒度折合成 65 度酒重量换算表	161
附表 2 酒精容量%、密度、重量%对照表	163
附表 3 酒精计温度、酒精度 (乙醇含量) 换算表	171
三、白酒生产工艺教学计划及教学大纲	179

绪 论

一、白酒的起源

我国的白酒是世界著名的六大蒸馏酒之一。它的独特工艺是千百年来我国劳动人民生产经验的总结和智慧的结晶。其技艺精湛，产品的色、香、味备受各界人士的青睐，尤其是国家名白酒，色泽澄清透明、玉洁冰清，香气馥郁芬芳、幽雅细腻，味甘润柔和、醇厚绵甜，余味爽净，风格独特，深受人们喜爱，有着广阔的国内和国际市场，在国民经济中占有着十分重要的地位。

我国白酒的起源，现有多种说法，尚未定论。公元前2世纪的《吕氏春秋》上说“仪狄作酒”，说酒是仪狄这个人发明的。在西汉刘向编订的《战国策》中说得更加具体：“昔者，帝女令仪狄作酒而美，进之禹。禹饮而甘之。”这说明酒作为一种饮料进入人们的生活已有4000~5000年历史了。从龙山文化遗物和山东大汶口文化遗址中发现的许多酒具尊、罍(jiǎ)、盃(hé)、高脚杯、小壶等酒器也说明了这一点。晋代江统所著《酒诰》中说：“酒之所兴，肇自上皇；或云仪狄，一曰杜康。有饭不尽，委余空桑，郁积成味，久蓄气芳，本出于此，不由奇方。”我国早期所作的酒，多是不经蒸馏的酿造酒，直到后期才出现了蒸馏白酒。唐代诗人白居易的“荔枝新熟鸡冠色，烧酒初开琥珀香”和雍陶的“自到成都烧酒熟，不思身更入长安”佳句，说明唐朝时代已有了烧酒，即蒸馏酒。明朝名医李时珍对白酒说得更明确，他在《本草纲目》中写道：“烧酒非古法也，自元时创始，其法用浓酒和糟入甑，蒸令气上，用器承取滴露。凡酸败之酒皆可蒸烧。近时唯以糯米或黍或秫或大麦蒸熟，和曲酿瓮中七日，以甑蒸取，其清如水，味极浓烈，盖酒露也。”这里不但讲了烧酒产生的年代，而且还论述了其制作方法。也有研究者提出了我国的蒸馏酒产生于唐朝之前的一些考证。

酒曲是我国酿酒技术的重大发明，也是世界上最早的一种复合酶制剂。公元前12世纪，商王武丁和他的大臣有过“若作酒醴，尔维曲蘖”的对话。对话中所说的“曲蘖”就是指的酒曲和发芽的谷物。这说明距今3200多年前，我们的祖先就掌握了利用酒曲酿酒的技术了。由于制曲技术的进步，《汉书·食货志》记载：“用粗米二斛，曲一斛，得成酒六斛六升。”至北魏时，贾思勰著《齐民要术》中记载：“用神曲一斛，杀米三石；笨曲一斛，杀米六升。”这表明用曲量是在不断下降。古代制曲技术的进步，是由散曲发展到茂密生衣曲，最后发展到今天的曲丸和曲饼。欧洲人到19世纪末，才了解到我国酒曲的作用，称之为淀粉发酵法。

从上述内容我们可以推断，白酒的起源并非引自国外，是我国古代人用极其简单的酿造设备，酿出了具有独特风格的、香味浓郁的白酒，是由酿造酒演变进化而为蒸馏白酒的，这是我国劳动人民的创举。

二、白酒的地位

白酒是我国劳动人民创造出来的一种特殊饮料，千百年经久不衰，并不断发展提高，国内消费量逐年上升，出口量不断增加，这是我们中华民族的骄傲。在我国古代商品交换中，白酒仅次于盐、铁，是国家财政收入的重要财源之一。

白酒是一种特殊的消费品，具有丰富人民生活，繁荣市场的作用。早在明、清时代，白酒就逐渐取代黄酒。1949年至1985年期间，白酒的年产量一直居我国酒类总产量之首，1986年以后，由于啤酒的快速发展，白酒居酒类产量第二位。白酒在人民生活中占有特殊地位，无论是喜庆丰收、欢度佳节、婚丧嫁娶、宾宴旅游，还是医药保健等都离不开酒，而耗量最大，且经济实惠的数白酒。我国一些行业的作业工人、农民，高寒地区的牧民、居民，对白酒具有某种职业需要和生活需要。适量的饮用白酒，可以佐饮食，助消化，振奋情绪，促进血液循环。从饮食学的角度看，酒既是一种调味品或刺激剂，也是一种营养料。乙醇在肝脏转化过程中能发出约三分之一热量，这部分热量可以补偿肝脏为乙醇代谢所消耗的75%的能量，其余三分之二的能量在肝脏外与一般营养素参与能量代谢。白酒有杀菌、去腥、防腐作用，用于医药源远流长。酒与历代文人也有不解之缘，饮酒成了助长文思的一种方式。现代酒类，是人们交际礼仪中的“桥梁”、“纽带”和人际关系中的“润滑剂”，成为家庭备品和交往的工具，使得我国酒类市场特别繁荣。酒类也是一种奢侈品，高档酒类极具艺术性，有很高的文化内涵和珍藏价值，比如我国名酒中的五粮液特制珍藏品，从酒质到包装装璜都是一个别具匠心的艺术品，极为珍贵，每瓶万余元还很难买到，轰动国内外。

我国历代政府对酒类，特别是白酒实行高税政策，是国家回笼货币，积累建设资金的重要财政收入之一。如1979年，全国产酒309.8万吨，其中工业税利16亿元，商业销酒254万吨，商业利润22亿元，年积累为38亿元。由于人民生活水平的提高，对白酒的需求量不断增大，全国白酒产量迅速上升，1980年产215万吨，到1987年达420万吨。1992年已达500多万吨。在为国家创税利和换取外汇方面，白酒工业的贡献是很大的。

白酒工业的迅速发展，促进了配套工业的同步发展。近年来，白酒行业机械化作业有了较大的发展，需要的包装材料越来越多，配套的玻璃、陶瓷、造纸、印刷、纸箱加工、软硬塑料、胶套、瓶盖、装潢、美术等一系列的加工配套工业也有了大发展，并引起了连锁反应，如麻纺、香料、药材、制糖等也相应得到了发展。

酿酒后酒糟的综合利用，促进了农牧业、能源的发展。丢糟中，含有8~10%的淀粉，还有较多的酵母菌体及其分解物和多种维生素等营养物质，是猪、牛、鸡、鱼等的良好饲料，对发展农牧渔业，提高农民的收入有着重要意义。丢糟经补充营养成分、造粒、烘干制成颗粒饲料，可以出口，其经济效益超过玉米。酒糟还可以用于生产真菌，供生活所需，也可用以制取甘油等。液态酒糟固形物是良好的饲料，糟液补足营养成分，可培养白地霉、假丝酵母，生产饲料酵母和单细胞蛋白，提取核苷酸等医药产品，以取得更大的经济效益。废液废糟的处理还可进行沼气发酵，补充能源。酿酒发酵过程产生的二氧化碳也可利用。白酒生产过程中的三废治理目前已大见成效，环境污染大大减轻。

三、白酒的分类

白酒产品由于地理条件、气候条件、原料品种、用曲、生产工艺、酿酒设备等不同，品种繁多、名称各异，一般可按以下方法进行分类：

1. 按使用原料分类 白酒使用原料多为高粱、大米、糯米、玉米、小麦、薯干、地瓜干、马铃薯干、木薯干、粉渣等含淀粉物质或含糖物质。用这些原料酿成的白酒常冠以高粱酒、瓜干酒、玉米酒等名称。其中以高粱做原料酿制的白酒最多，酒质好，销量大。

2. 按使用的曲分类 白酒生产过程中，由于糖化、发酵使用的曲不同，而产生的酒名称也各异。

(1) 大曲酒 大曲酒是以大曲做糖化发酵剂生产出的白酒。一般是用小麦、大麦、豌豆等原料为培养基，制成块状大曲，在特定的环境中富集自然界中的微生物自然接种，在曲胚上生长代谢，成为糖化发酵剂。它是多菌种、多酶、多种代谢物的载体。利用大曲酿制出的白酒香味浓郁，醇甜适口，味觉较丰富，质量较好；但糖化发酵较缓慢，生产周期长。目前的国家名白酒都是大曲酒。

(2) 小曲酒 小曲酒是利用小曲做糖化发酵剂生产的白酒。小曲是利用纯种或自然界中的根霉、毛霉等微生物生长在大米等原料上制成的小块曲。一般采用固态或液态发酵和蒸馏的方法制成白酒。小曲酒生产具有发酵周期短，用曲量小，不用或少用辅料的特点，酒质比较纯净、口感较怡畅。

(3) 麸曲酒 麸曲白酒是采用麦麸做培养基接种的纯种曲霉做糖化剂，用纯种酵母为发酵剂生产的白酒。生产中所使用的菌种都是经过反复纯化、诱变筛选出来的性能优良的菌种，所以糖化力和发酵力很强，用曲量小，出酒率高，生产周期短，但大多数不如大曲酒风味好，也有相当一部分经过特殊工艺酿造的麸曲白酒可以达到国家优质白酒水平。

3. 按发酵方法分类

(1) 固态发酵白酒 在配料、蒸粮、糖化、发酵、蒸酒等生产过程都采用固体状态流转而酿制的白酒，称固态发酵白酒。其工艺特点是，配料时加水量多控制在50~65%之间，使全部酿酒过程的物料流转都在固体状态下进行，发酵容器主要是采用地缸、窖池、大木桶等设备，多采用甑桶蒸馏。固态发酵的酒质一般都比较好，目前国内的名优酒绝大多数是固态发酵白酒。

(2) 液态发酵白酒 液态发酵白酒，一种是生产出符合食用的酒精，再将此酒精经勾兑或串香而生产出白酒；另一种是在小曲酒生产中采用固态糖化、液态发酵，液态蒸馏而生产的白酒（亦称半固态半液态发酵）。前者是目前液态发酵生产白酒的主要形式，其特点主要是发酵成熟醪中含水量较大，发酵和蒸馏均处在液体状态下进行，生产上相当部分采用酒精生产设备，只是在工艺中加强了蒸馏时的排杂工作。

4. 按白酒的香型分类

(1) 浓香型白酒 浓香型白酒又称窖香型白酒。从工艺上分，一种是以五粮液酒为代表的，以五种粮食为原料的循环式的跑窖生产，其质量特点为：香气悠久，味醇厚，入口甘美，落喉净爽，各味谐调，恰到好处，并以酒味全面著称。另一种是以泸州老窖酒为代表的以高粱为原料的本窖还本窖的定窖生产，质量特点为：无色透明，醇香浓郁，饮后尤香，清冽甘爽，回味悠长。再一种是以高粱为原料采用老五甑生产工艺的，如古井贡酒、洋河大曲酒、双沟大曲酒等。浓香型大曲酒的主体香为己酸乙酯，都是采取续糟混蒸，泥窖发酵固态法生产的。

(2) 酱香型白酒 酱香型白酒是以贵州茅台酒为代表。其酒的风格特点是：酱香突出，口感柔和，幽雅细腻，回味悠长，空杯留香持久不散，酒度低而不淡。主体香：一般认为前香主要是由低沸点的醇、醛、酸类物质组成，后香主要是由高沸点的酸类物质起作用。工艺特点是：以高粱为原料，使用高温曲（大曲），经高温润料，高温堆积回酒发酵等特殊工艺酿制而成的。

(3) 清香型白酒 清香型白酒是以汾酒为代表。其风格特点是：清香纯正，口感柔和、协调，绵甜爽净，饮后有余香。在含有各种芳香物质的比例中，乙酸乙酯是主体，围绕乙酸乙

酯构成了各种芳香物质的配合比例使酒味协调。工艺特点是以高粱为原料清蒸清烧、地缸发酵。

(4) 米香型白酒 米香型白酒是以桂林三花酒和全州湘山酒为代表的小曲米香特点的蒸馏酒，其风格特点是：米香纯正，入口绵甜，落口爽净，回味怡畅。一般是以大米为原料，小曲作糖化发酵剂，经半固态半液态发酵酿制而成。

在实际生产中，或由于各种条件和因素的差异，或由于使用固定独特的生产工艺，有的白酒独具风格，有兼香、芝麻香、特殊的酒香和药香、豉香、凤香、特型等香型，在白酒类评比中暂列入其它香型。

白酒的分类，有的还按质量分名优白酒和普通白酒，按酒度高低分高度白酒、中度（降度）白酒和低度白酒。但是酒类评比中，均要对以上各项分类因素进行综合考虑，在合理的可比条件下归类评比。

四、白酒发展方向

我国白酒工业，应向优质、高产、低消耗、低酒度、多品种、高效益发展，努力改变旧的传统观念，大胆开拓，利用高科技，改造和发展传统工艺，实现白酒酿造全面机械化。

目前我国白酒的总产量在 500 万吨/年左右，其中国家名优白酒量在白酒总产量的 10% 以下。特别是有些名牌品种产量亟待发展，如宜宾五粮液酒，市场奇缺，成为群众争相购买的紧俏商品，迫切需提高产量。因此，白酒要积极提高质量，发展名牌产品，以满足市场对优质、高档的名优产品的需要。

固态法生产白酒，质量虽好，但成本较高，产量在饮料酒中虽然占第二位，但消耗却占第一位，每生产一吨白酒的耗粮约 2.5 吨左右。如果采用液态法生产白酒，每吨酒耗粮只有 1.8 吨左右，可节约粮食 0.7 吨左右，其产量显然比固态法生产高，这样既降低了成本又提高了经济效益。因此，在白酒生产中，除积极改进固态法生产工艺外，还应推广液态法生产。

液态法生产白酒，目前主要是采用酒精生产的工艺路线，先产出优质食用酒精，再经精心勾兑调味或串香、加香技术，生产出不同风格的白酒，其质量可以达到或接近某些传统固态法白酒的水平。当然，采用液态法生产白酒还有很多值得探讨的问题，如勾兑技术，名优白酒中微量成分含量及其量比关系，各种呈香、呈味物质互相结合的特点，都有待于进一步深入研究。因此不断促进液态法白酒质量的提高和发展，也是白酒生产努力的方向。

名优白酒生产使用的糖化发酵剂，多采用自然培菌生产的多菌种大曲，其生产操作落后，劳动强度大，耗粮也高。目前，虽然有不少白酒厂从大曲中选育了一些产酒产香性能优良的菌种，生产出了优质白酒，使白酒生产从必然向自由方面迈进了一大步，但产品质量还达不到国家名酒水平，所以还有待进一步深入研究，探讨各种微生物在酿酒中的生香机理，选育出更多更好的优良菌种，使白酒生产达到优质、高产、低消耗的水平。

白酒生产的提香靠蒸馏。发酵中产生的香味物质要靠蒸馏才能提取出来，生产中常因蒸馏技术掌握不好而使酒醅中的酒精成份和香味成份不能按一定的要求蒸馏出来。为提高白酒质量，对蒸馏原理和技术都应进行深入研究。

刚生产出的白酒味燥而不醇和，不能立即做商品出售，必须经贮存、老熟，使酒质柔和，无刺激感，才能精心勾兑、调味。调味后有的还需一定稳定期，最后再经过滤后包装出厂。贮存老熟这个过程，多则达 3 年以上，少则也要十几天或几十天，这对企业流动资金的占用和市场需求影响较大，若采用物理方法或化学方法进行人工催陈，加速白酒老熟，对企业提

高经济效益具有重要意义。目前，在白酒上使用人工催陈的方法不少，对中低档白酒已有一些效果，而对高档的名优白酒效果甚微。因此，在生产中进一步加强白酒老熟机理的研究是十分必要的。

为了增加生产，提高经济效益，满足消费者的需求，减轻生产工人劳动强度，白酒生产应实现全过程机械化。解放以来的几十年中，机械化程度有了很大的提高，但还有相当数量的白酒厂，特别是名优酒厂，仍是采用传统的固态发酵和固态蒸馏，生产条件一变动，就会影响产品质量，还未能摆脱笨重的体力劳动方式，如起醅、拌料、上甑、摊凉等基本上还离不开手工操作。随着改革开放的大跨步前进和人们物质精神文明的提高，繁重的体力劳动操作若不改善，就不能适应当前文明生产的要求。

根据国内人民生活习惯的改变和国际市场的需求，传统的高度白酒已不受人们欢迎，应转变观念，向低度酒发展。目前我国生产的白酒，相当部分仍多在 52~65%VOL 之间，属于烈性饮料酒，饮用过量对人体是有害的，有些国家已禁止饮用高酒精度的饮料，我国政府和有关领导人也十分重视这个问题。因此在保证产品风格特点的前提下，适当降低白酒的酒度，这样既可减轻高度酒对人体的危害，又满足了不同消费者的需要。

为了适应市场的需求，白酒产品的研制要多风格，多品种。各名优白酒厂，应根据自己所处地区的自然条件，有选择地学习别人的长处，发挥自己的特长，广开思路，生产出具有典型特色的，深受广大消费者欢迎的白酒产品。近年来各名优酒厂相继生产一些不同酒度的低度白酒产品，一定数量的“疗效保健”白酒，最近又有一部分白酒厂正在研制“营养型”白酒，取得了一定的成效，为开辟多品种新领域探索出了新路子。

近年来，我国白酒工业有了较大的发展，技术水平不断提高，科研工作取得了可喜的成果，但与现代化的要求相比，还有一定的差距，我们还需继续努力，为白酒质量的提高，作出新的贡献。

第一章 白酒生产中有关的微生物

第一节 微生物的种类和特点

微生物是指那些个体微小，构造简单的一群小生物。大多数微生物都是单细胞（例如，细菌和酵母），部分是多细胞（如霉菌）。一般说来，微生物主要指细菌、放线菌、酵母菌、霉菌和病毒五大类。与酿酒有关的主要微生物有酵母菌、细菌及真菌中的霉菌，它们在白酒生产中对酒的质量、产量起到重要的作用。

微生物个体微小，其中有的肉眼可以看见，如毛霉、青霉、曲霉、假丝酵母等，也有肉眼看不见，必须借助显微镜才能看见的，如酵母菌、细菌和放线菌。但是，当这些微生物的群体，集成几亿或者更多时，也就是成了堆，我们的肉眼就看见了，如产膜酵母在酱柚上形成的白膜；又如泡菜坛内有时生的花，这些我们都直接看得见。在我们日常生活中，由微生物所引起的许多现象是经常可以遇到的，例如，热天牛奶容易变酸凝固，吃剩的饭菜容易变馊腐败发臭，梅雨季节保管不善的衣服、皮鞋等东西容易长霉；人喝了脏水容易生病等，这些都是有害微生物生长活动引起的。

而很多微生物可为人类造福，为人类利用。如在白酒生产中，人们说曲药是酿酒的引子，其实曲药中含有需要的霉菌、酵母菌和细菌。其中根霉、曲霉等霉菌在培养中生成一种淀粉酶，这种淀粉酶能将蒸熟的粮食变成糖份。我们在吃饭时，唾液的作用与淀粉酶一样，多嚼几下饭感到有甜味，就是唾液把饭糖化了。曲药中的酵母菌在制酒过程中能将糖份发酵生成酒精，其生成酒精的多少，就是白酒产量或出酒率的高低。一些产酯酵母不仅可产酒精，还可产乙酸乙酯和其它酯类等等，这些产生的酯类就跟白酒质量有关，影响白酒的香和味。曲药中的乳酸菌能生成乳酸。但是，并不是所有的曲霉、根霉都有很大的糖化力，所有的酵母都有很大的发酵力，相反有的种，如黑根霉、灰绿曲霉、烟曲霉和野生酵母也是有害的。在白酒工业上我们要选择适合于高产优质的菌种，要研究它们的特点，了解它们的繁殖、生长条件，如营养、温度、水分、空气等，使这些微生物更好地为白酒工业服务。

微生物有许多特点，如体积小，种类多，繁殖快，分布广，容易培养，容易发生变异，代谢能力强等，了解这些特点，对利用微生物有一定的意义。

1. 体积小 前已述及，许多微生物个体微小，必须借助显微镜才能观察到。测量微生物的大小以微米（ μm ）、纳米（ nm ）或埃（ \AA ）表示。（ $1\text{mm}=10^3\mu\text{m}$ ， $1\mu\text{m}=10^3\text{nm}$ ， $1\text{nm}=10\text{\AA}$ ）。一般酵母和霉菌的直径约为20微米，杆菌长度约2微米，而病毒的长度仅为0.02微米。

2. 种类多 据有关资料介绍，在自然界，目前已发现的微生物有十万种以上，我们已研究过的微生物仅占自然界的10%左右。由于土壤中具备了微生物生活所需的各种物质、水份和温度，所以微生物在土壤中数量最大、类型最多。由于不同种类的微生物具有不同的代谢

方式，能分解各种各样的有机质，因此，在自然界中虽然存在着千万种分解程度难易不同的物质，但长期来，地球上没有积累任何一种物质，这就是因为不同种类的微生物能分解不同的物质所致。发酵工业上常利用各种微生物来生产各种发酵产品，如酒类、酒精、丙酮丁醇、酶制剂、有机酸、医药和化工产品等。白酒生产特别是其中的名酒都是利用自然界中多种微生物来生产的。

3. 繁殖快 在适宜的条件下，有些杆菌能在20~30分钟繁殖一代，一昼夜能繁殖72代，若照此繁殖速度推算，一个细菌在适合条件下，经过24小时，菌体数目可达 47×10^{22} 个，如果把这些细胞排列起来可将整个地球表面盖满。但是，随着菌体数目增加，营养物质迅速消耗，排泄产物逐渐积累，影响了微生物的繁殖速度，永远也达不到上述生长水平。但是毕竟比高等动植物的生长速度还是要快千万倍。例如，培养酵母生产蛋白，每8小时可收获一次，若种大豆生产蛋白质，最短也要100天，所以利用微生物繁殖快的特点是有用的，在白酒生产要注意适当掌握，不然会影响产量。例如，制大曲时，曲块入房要注意前期不要升温太猛，也就是微生物繁殖不能太快，太快曲质就差。浓香型酒生产入窖前期升温不能过猛；当天摊场上的入窖糟要入窖，不能留到第二天入窖（特殊工艺操作除外），因为有害的微生物会迅速生长，影响产质量。

4. 分布广 在自然界中，上至天空，下至深海，到处都有微生物存在。特别是土壤，更是各种微生物的大本营。浓香型酒生产传统使用的土壤窖池，就是利用土壤微生物协同作用的发酵产品。大曲的生产采用的是自然接种法，就是利用小麦、水、稻草和环境中的微生物，控制其曲块的水份、温度等使有益的菌种生长，如采用单一菌种接种培养，这样的曲酿出的酒口感反而单调、不丰满。

5. 容易培养 大多数微生物在常温常压下，利用简单的营养物质生长。如大曲制造中，一般用粉碎过的麦子（生麦粉）压成的料块培养生长。在人工培养窖泥中，丁酸菌、己酸菌在加过黄水、酒尾的黄泥中都能生长。

6. 代谢能力强 由于微生物的个体小，具有极大的表面积和容积的比值，因此，它们能够在有机体与外界环境之间迅速交换营养物质与废物。从单位重量看，微生物代谢强度比高等动物大几千倍至几万倍。例如酒精酵母，1千克菌体一天内可发酵几千千克糖而生成酒精。从发酵工业的角度来看，代谢能力强，在短时间内能把大量原料转化为产品，这是极其有利的。

第二节 微生物的营养及生长

一、微生物对营养的要求

微生物虽然是低级生物，但是它和一般生物一样，具有新陈代谢、生长发育、传代等生命活动规律，需要从外界吸收营养物质，通过新陈代谢作用，从中吸取能量，并合成新细胞，同时把体内废物排出。因此，营养物质是微生物生命活动的物质基础。

所谓营养物质，是指环境中可被微生物利用的物质。微生物对营养物质的要求是多种多样的，如有些微生物要求得比较粗，有的却比较细。尽管微生物对营养的要求是各种各样的，但微生物的化学组成、微生物所需营养及其主要功能等方面，都具有共同的规律。

营养物质的确定，主要依据组成细胞的化学成分，及我们所需的代谢产物的化学组成。一

般微生物细胞含水分、蛋白质、碳水化合物、脂肪、核酸和无机元素，其中碳、氢、氧和氮，占全部干重的90~97%。还有一部分微量元素，如钾、镁、钙、硫、钠、铁等。此外，还有含量很少，但缺少它们就不能生长的一些物质，称为生长素。

一般来说，某种微生物要求什么营养素，产生什么物质有一定的规律，但要产生什么跟微生物周围的环境（物理和化学）有关，所以原料的决定和了解微生物的环境都相当重要。

二、影响微生物生长的因素

1. 水分 微生物没有水就不能进行生命活动。微生物细胞中含水量很大，一般细胞含水70~90%。细菌的芽孢和霉菌的孢子含水量较少。一切营养物质要先溶解于水，才能扩散到细胞内被吸收利用，细胞的各种生化反应也必须在水里进行。制曲生产中，小麦润料粉碎后要加适当的水；在酿酒过程中，粮粉经蒸煮糊化后要加适当量的水，就是要考虑到微生物活动需要水分。

2. 碳源 碳素化合物是构成微生物细胞成份的主要元素，也是产生各种代谢产物和细胞内贮藏物质的主要原料。凡是能够供应微生物碳素营养物质的叫作碳源。白酒工业上使用的含淀粉原料，如高粱、大米、玉米等是微生物很好的碳源。

3. 氮源 氮是微生物一种不可缺少的营养。氮是构成微生物细胞蛋白质和核酸的主要元素，而蛋白质和核酸是微生物原生质的主要组分，也可以为微生物有机体提供能量。氮的来源可分为无机氮（指铵盐、硝酸盐等）和有机氮（指蛋白质、各种氨基酸、尿素、豆饼粉等）。粮食中一般含一定的蛋白质，适合于微生物生长繁殖利用。

4. 无机盐类 无机盐类是构成微生物菌体的成份，也是酶的组成部分，对于维持酶的作用、调节培养基的渗透压及pH值等有直接关系。微生物所需要的无机盐类包括硫酸盐、磷酸盐氯化物，以及含钾、钠、镁、钙等元素的化合物，不过对这些化合物的需要量一般很少，其中的一些元素，只要稍微有一点就已能满足微生物生长繁殖的需要。例如，窖泥中含极微量的铁离子和钙离子能促进己酸菌的生长，但含量太高反有毒害作用。

5. 生长因素 有些微生物在具有合适的水分、碳源、氮源、无机盐的条件下，仍生长不好或不生长，如果加入少量麦芽汁或酵母汁等就生长良好，这是因为我们给微生物提供了生活必须的某些物质，而微生物本身又不能合成这些东西。这些物质，称为微生物的生长因素，狭义讲是指维生素。

生长因素的主要功能是提供辅酶的组成成分。与此相反，有些微生物不必从外界取得生长因素就可维持生命，它们自身可以合成所需的生长因素，一些微生物甚至可以在细胞里积累某种生长因素。因此工业上可以利用这些微生物来生产各种维生素产品。

6. 温度 温度对微生物的影响很大，因为微生物的生长发育是一个极其复杂的生物化学反应，这种反应需要在一定的温度范围内进行，所以温度对微生物的整个生命过程有着极其重要的影响。

从微生物总体来看，生长温度范围很广，可在0~80℃。每种微生物按其生长速度可分为三个温度界限，即最低生长温度、最适生长温度、最高生长温度。超过最低和最高生长温度，生命活力就要中断。

那么，什么是最低生长温度呢？它是指微生物生长与繁殖的最低温度，在这个温度时，微生物生长最慢，低于这个温度，微生物就不能生长。最适生长温度是指微生物生长最适宜的温度，在这个温度时，如果其它条件适当，则微生物生长最快。而最高生长温度就是在一定

的条件下,微生物能维持生长繁殖温度的上限,高于这个温度,微生物的生命活动就要停止,甚至死亡。

每种微生物有自己的最适温度,所以我们在生产中,可以通过温度的控制来促进有益微生物的生长,抑制或消灭有害微生物的发育。例如,在人工培养窖泥时,掌握了己酸菌等厌氧菌的最适生长温度为34℃左右,所以一般人工培窖选在夏季或采用保温办法。制大曲生产传统提出的秘诀“前火不能过大,后火也不能过小”;酿酒生产中提出高产优质的操作要点“低温入窖,缓慢发酵”。都是利用温度的大小来控制微生物的生长和繁殖,使它们朝人们有利的方面进行。高温对微生物的影响较大,微生物在超过最高生长温度以上的环境中生活,就会引起死亡,温度越高,死亡越快。微生物对高温的抵抗力依菌的种类、发育时间、有无芽胞而异。例如,无芽胞的细菌在液体中,55~60℃经30分钟即可死亡;100℃仅几分钟就可死亡。酵母营养细胞及霉菌菌丝体,在50~60℃10分钟左右即可杀死;而它们的孢子在同样时间内却要70~80℃才能杀死。芽孢杆菌中的芽孢对热的抵抗力很强,如枯草菌芽孢在沸水中煮一小时也不死,这是因为芽孢内所含的水分较少,菌体蛋白不易凝固。

微生物在高温下死亡的原因,是由于菌体中的酶(一种特殊的蛋白质)遇热后失去活性,使代谢发生障碍而引起菌体死亡。利用这个性质,在白酒生产中,通过蒸粮或蒸馏操作,既可以把酒蒸馏出来把粮食蒸熟,又可以起到杀菌作用。

7. 氢离子浓度(pH值) 氢离子浓度对微生物生命活动的影响,是由于氢离子浓度影响细胞原生质膜的电荷,原生质膜具有胶体性质,在一定pH值时,带正电荷,而在另一种pH值时又带负电荷,这种正负电荷的改变,同时会引起原生质膜对个别离子渗透性变化,从而影响微生物对营养物质的吸收。例如,酵母在pH值5左右时,其产物是乙醇,而pH值为8时则产生甘油。各种微生物生长最适pH值范围,如表1-1所示。

表 1-1 各种微生物生长最适 pH 值范围

微生物种类	最低 pH 值	最适 pH 值	最高 pH 值
细菌和放线菌	5.0	7.0~8.0	10.0
酵母菌	2.5	3.8~6.0	8.0
霉菌	1.5	3.0~6.0	10.0

在白酒生产中,常利用pH值控制微生物的生长,对入窖糟(醅)、出窖糟(醅)的酸度都有一定的控制范围,以利生产的正常进行。

8. 空气 空气中含有氧。按照各种微生物对氧的要求不同,可将它们分成三类。

(1) 好气性微生物,也称氧性微生物,如根霉、曲霉等。制曲过程中多数是这一类微生物。制

麸曲有的是采用厚层通风培养的,可提高生产能力,减轻工人劳动强度。

(2) 厌氧微生物,也称专性嫌气微生物,如窖泥中己酸菌等。分子态的氧对这类微生物有毒害作用,它们只能在无氧或缺少氧状态下生活。

(3) 兼性嫌气性微生物。如酵母菌,在有氧条件下迅速生长繁殖,产生大量菌体;在无氧条件下,则进行产酒。在浓香型酿酒中,粮糟(醅)入窖后一般要进行踩窖,踩窖的松紧有所讲究,它可左右(控制)入窖糟中的空气含量,使之够酵母生长繁殖到一定的数量,氧耗完后酵母能够转入厌氧发酵产酒。

9. 界面 固态法白酒生产,界面与微生物关系很大。界面就是不同相(气、液、固)的接触面。在界面上的微生物,其生长与代谢产物,在不同界面有明显的不同。白酒的固体发酵,同原料颗粒的大小、糊化程度、加水量、糠壳用量都有关,这些物理因素同样严重地影响白酒生产质量。

以上讲的物理、化学方面的因素对微生物的影响，是相互交织的，以致构成复杂的白酒发酵过程。了解它们的影响和作用后，更能理解白酒生产每一个操作的道理，并利用其规律来指导生产。

第三节 白酒生产中的霉菌、酵母菌和细菌

一、霉菌

霉菌是我们日常生活中常见的一类微生物，在固体培养基上形成绒毛状、絮状或蜘蛛网状的菌丝体。这类微生物广泛应用于白酒、淀粉酶、蛋白酶、抗生素等发酵工业上。但某些霉菌能使粮食、食品、仪器设备等霉变，值得人们重视。

1. 霉菌菌落的特征 在固体培养基上，接种某一种菌，经过培养，它们向四周蔓延繁殖后所生成的群体称为菌落。通常在大曲表面看到霉斑就是某些霉菌的菌落。不同的霉菌在一定的培养基上又能形成特殊的菌落，肉眼容易分辨，是曲药上的培菌管理和质量鉴定的重要依据之一。

霉菌最初生长时往往是白色或浅色的，这是生长菌丝的颜色。随后由于各种霉菌的分生孢子等子实体有一定的形状和颜色，所以在菌丝体上最后形成黄、绿、青、橙、褐、黑等各种不同色泽孢子的菌落。有的霉菌在菌落中间部分产生分生孢子头，呈色较深，它的边缘菌丝发育较慢，所以逐渐消失。有的霉菌的菌丝生长时扩展极快，在合适的条件下，能迅速布满培养基，无法分辨菌落。在制麸曲和大曲中，可根据菌落颜色来观察和判断曲质。

2. 霉菌的个体形态 霉菌是多细胞真菌的代表，个体形态因种类不同而不相同，要了解霉菌需认识它的形态。

霉菌孢子较微小，一般用显微镜进行观察。孢子在适宜的条件下，首先吸水膨大，再开始萌发，即在孢子表面露出一个或多个芽管，俗称发芽。然后芽管迅速增长，并长出分枝，分枝上再生分枝，结果形成网状的菌丝体，生长的各过程如图 1-1 所示。

再继续生长后，某些菌丝可形成孢子，即形成子实体。整个菌丝体和子实体称为菌丛，我们用肉眼可观察到。

菌丝体可分为营养菌丝和气生菌丝两种。营养菌丝是培养基内部贴附在表面上的菌丝；气生菌丝是向空间生长的。霉菌的菌丝还有两种不同的结构：一是不生横隔膜的根霉和毛霉等，即整个菌丝及其分枝连成长管状，因而只能是单细胞的；另一是菌丝中各细胞由隔膜分开，即形成简单的多细胞，如曲霉、青霉等大多数霉菌即属此类。

3. 白酒生产中常见的霉菌菌种

(1) 曲霉 曲霉是酿酒业所用的糖化菌种，是与制酒关系最密切的一类菌。菌种好坏与出酒率和产品质量关系密切。现在各白酒厂广泛应用的优良曲霉菌种中，黑曲霉（邬氏曲霉、泡盛曲霉、甘薯曲霉）是糖化力较强的菌种。白曲霉（肉桂色的河内白曲、B₁₁号曲霉及东酒 2 号白曲霉等）已普遍使用，效果良好。黄曲霉现在应用于白酒生产的不多，因其出酒率不高，糖化力和耐酸程度不如黑曲霉；但是由于其蛋白酶活力强，广泛应用在酱油及制酱工业。

曲霉的形状如图 1-2 所示。