

## 第一章 白酒生产的基本原理

要了解生料酿酒技术，首先从传统白酒生产的基本原理说起。白酒生产中物质的生成可从两条路线来看，一条是：淀粉  $\xrightarrow{\text{糖化}}$  糖  $\xrightarrow{\text{发酵}}$  乙醇（酒）；另一条是：淀粉、蛋白质、脂类  $\xrightarrow{\text{多步复杂反应}}$  白酒中的微量成分（通常其总量仅占白酒的 1% ~ 2%）。前一条路线决定着白酒的出酒率，后一条路线决定着白酒的香型、质量的优劣、典型性等。应当指出，这两条路线并不是孤立存在的，它们之间有十分密切的联系，这里只是为研究和学习的方便，人为地将其分开而已。

从现阶段研究水平来看，人们对用淀粉生产白酒这一条路线研究得较为透彻，而对微量成分的生成路线研究得较少，而且影响微量成分的因素十分复杂，给研究工作增添了许多困难。本章将重点阐述第一条路线的作用原理即糖化、发酵的基本原理。

### 第一节 传统酿酒的基本原理及典型工艺流程

#### 一、传统酿酒的基本原理

高粱、大米、玉米、薯类、野生植物等富含淀粉的淀粉质原料在白酒生产中一般都要进行高温蒸（煮），使植物组织和细胞彻底破裂，原料所含的淀粉颗粒由于吸水膨胀，发生糊化，目的

是使其易受淀粉酶的作用，将淀粉水解成可发酵性糖，其次还可以杀灭原料表面附着的大量微生物，防止发酵过程中的杂菌污染。淀粉质原料在蒸（煮）过程中由于白酒产品的不同，其生产方式也有差异。其中大曲清香型的汾酒采取粮食单独蒸煮；大曲浓香型的五粮液、全兴大曲酒采取粮食与酒醅混蒸；小曲清香的四川小曲酒则采取粮食单独泡粮、煮粮

### （一）淀粉质原料的物理特性

淀粉经蒸（煮）糊化后，在有关酶或稀酸作用下可发生水解，生成一系列由葡萄糖基组成的高分子物质。它广泛地存在于植物种子（如高粱、大米、玉米、小麦等）、块根（如红薯、木薯等）、块茎（如马铃薯）里。淀粉是由直链淀粉、支链淀粉、少量的矿物质和脂肪酸等混合形成的颗粒状淀粉颗粒。各种植物中淀粉的含量因品种、气候、土质以及其他生长条件的不同而异。

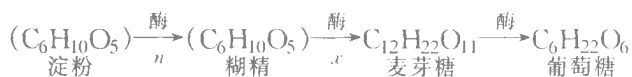
淀粉是白色微小颗粒，不溶于冷水和有机溶剂，颗粒内部是颇复杂的结晶组织，在显微镜下观察，淀粉颗粒呈透明状，具有一定形状和大小。不同原料淀粉具有不同的形状和大小，其形状有圆形（如甘薯淀粉颗粒）、椭圆形（玉米淀粉颗粒）和多角形（高粱淀粉颗粒）3种。

淀粉颗粒具有抵抗外力作用的较坚固的外膜，其化学成分与内部淀粉相同，但由于外层水分损失和胶粒结构更加紧密，因而其物理性能与内部淀粉不同。谷类淀粉的外膜不甚坚固，易受糖化酶作用而分解；马铃薯淀粉颗粒的外膜较坚固，不易受糖化酶的作用。

淀粉经热水处理分为两部分：一部分极易溶于热水，其水溶液粘度较小，而且又不稳定，静置后可析出沉淀，被称为直链淀粉；另一部分难溶于热水，被称为支链淀粉。无论是直链淀粉还是支链淀粉，其分子结构都是以葡萄糖为基本单位。

## (二) 淀粉糖化过程的物质变化

酿酒原料在蒸(煮)过程中,原料开始吸水膨胀,此时不仅淀粉膨胀,而且纤维也膨胀,细胞间的物质和细胞内的物质部分溶解,使植物组织的坚固性减弱蒸(煮)结束后,虽原料被不断软化,但大部分仍没有失去原有状态。本过程的目的是使淀粉糊化,以便于有关酶的作用,首先生成糊精,再经麦芽糖而最后得到葡萄糖。



直链淀粉的大分子是葡萄糖单元之间 $\alpha$ -1,4键相 $\overline{H}$ 缩合而成直链。直链淀粉平均含200~980个葡萄糖单元,相对分子质量为32 000~160 000。

支链淀粉的分子结构较直链淀粉复杂,除 $\alpha$ -1,4键缩合的葡萄糖链以外,还以 $\alpha$ -1,6键使葡萄糖单元缩合,呈树枝状分支结构。支链淀粉平均含600~6 000个葡萄糖单元,相对分子质量为100 000~1 000 000。

无论直链淀粉还是支链淀粉,受到 $\alpha$ -淀粉酶作用时,淀粉糊的粘度都很快降低,淀粉液因碘色反应会迅速失去蓝色,由紫→红→褐→黄→无色,表现出极强的液化能力,故又称为液化型淀粉酶。细菌和霉菌都能产生 $\alpha$ -淀粉酶。碘色反应与淀粉分子链的长度有关,链长在30个葡萄糖单位以上呈蓝色,30~20之间为紫色,20~13之间为红色,7以下无色。

淀粉的糊化是在蒸煮过程中进行的,而水解成糊精、麦芽糖、葡萄糖则是加入糖化剂后发生的(固态法白酒主要为曲药,液态法白酒为淀粉酶和糖化酶)。在这一系列变化过程中起糖化作用的主要是: $\alpha$ -淀粉酶、 $\beta$ -淀粉酶、糖化型淀粉酶、麦芽糖酶及转移葡萄糖苷酶。淀粉糖化的第一阶段是淀粉的液化。所谓液

化就是淀粉分子被  $\alpha$ -淀粉酶分解为小片段糊精，淀粉的网状结构被破坏。液化后的淀粉醪在固态法生产白酒的工艺中，由于糖化作用较为缓慢，糖化、发酵同时进行等诸多原因，在感观上不易察觉到；而在酒精或一步法液态白酒生产中，液化后的淀粉醪可以明显观察到，且冷却后不再凝固成胶体，成为有粘性的流动液体。糖化时，糖化剂中的  $\alpha$ -淀粉酶与其他糖化型的淀粉酶共同作用于淀粉，因而糖化和液化作用实际上是同时进行的，但由于各种糖化剂和各种霉菌所含淀粉酶系各不相同，故在糖化时所引起的糖化动态也不同。淀粉糖化的最终结果是淀粉被分解为葡萄糖。

### （三）糖化过程中其他物质的变化

#### （1）蛋白质

酿酒原料中的蛋白质在蛋白酶的作用下水解为胨、多肽和氨基酸等，这些小分子的氨基酸在发酵时可作为酵母菌的营养物质。同时，酵母菌可利用氨基酸中的氮，经脱酸后生成杂醇油，故蛋白质含量高的原料，生成的杂醇油也多。另外，蛋白质及蛋白质类似物质的分解，也可以产生一些具有臭味的物质，如硫化氢、硫醇、硫醚等，其中还可以生成一些酸类。

#### （2）果胶质和半纤维素

在糖化过程中果胶质和半纤维素发生水解作用，因糖化剂的种类不同而产生不同的产物。

#### （3）单宁

高粱中的单宁属邻位苯二酚单宁，在高粱皮壳中含量较多。单宁有收敛性，能将蛋白质凝固，所以单宁对酶有一定的削减作用。但存在微量单宁时，其发酵产物能赋予白酒特有的香气。一般黑曲霉能产生单宁酶及果胶酶。

#### （4）脂肪

脂肪可被脂肪酶分解为脂肪酸及甘油。曲霉等产生这种酶。

#### (四) 发酵过程物质的变化

白酒生产中的发酵类型较多，常有常压与带压（如酒精生产、一步法液态白酒生产），间歇、半连续或连续，敞口、半密闭或密闭之分。但从原料及生物化学变化与发酵的进程来分，又可分为如表 1.1 所示的几种类型。

表 1.1 白酒发酵类型

发酵类型	含义（定义）	例子
单式发酵	使用糖质原料，无需糖化过程	伊拉克枣制白酒
单行复式发酵	使用淀粉质原料，先糖化，然后进行发酵	液态发酵法制白酒
并行复式发酵	使用淀粉质原料，糖化与发酵同时（平等）进行	大曲及麸曲固态发酵法制白酒

注：以小曲为糖化剂的半固态发酵法制白酒，虽然在补水稀释前以糖化作用为主，但其后仍然是进行并行复式发酵。

##### 1. 单式发酵

单式发酵是指使用糖类原料，无需糖化过程的一类发酵。例如以各种果类及制糖副产物等为原料制取烧酒等。

##### 2. 复式发酵

复式发酵是指使用含淀粉的原料（淀粉质原料），需经淀粉酶进行的一类发酵。

##### (1) 单行复式发酵

指淀粉质原料经蒸煮后，先由曲类等糖化剂将淀粉糖化为可发酵性的糖，再添加发酵剂进行发酵的一类发酵。例如以高粱、玉米、薯类等为原料，采用液态发酵法生产白酒，即属于这种发酵类型。

##### (2) 并行复式发酵

指使用淀粉质原料，将糖化和发酵同时进行的一类发酵。例

如大曲及麸曲固态发酵法制白酒，以及小曲酒的生产，均属这种发酵类型。在小曲白酒生产中，如三花酒的发酵前期，物料呈固态，以糖化作用为主，故人们习惯上称其为先糖化；然后再加水继续进行糖化发酵。但实际上由于小曲本身既是糖化剂，又是发酵剂，且物料呈固态，发酵前期的温度等条件也适于发酵菌的发酵，故总的说来，其整个发酵过程仍应称为并行复式发酵，因为它与上述的液态发酵法制白酒的单行复式发酵有实质性的区别。

进行酒精发酵的酵母菌体内与酒精发酵关系密切的酶主要有两类：一类为水解酶，如蔗糖酶、麦芽糖酶、肝糖酶；另一类为酒化酶，主要包括己糖磷酸化酶、氧化还原酶、烯醇化酶、脱羧酶及磷酸酶等，这类酶只能存在于酵母细胞内，而不被酵母分泌到细胞外，故称为胞内酶。

## 二、传统酿酒的工艺流程

原料→浸泡→初蒸→焖粮→复蒸→出甑摊凉→  
加曲→装箱培菌→配槽→装桶发酵蒸馏→成品酒

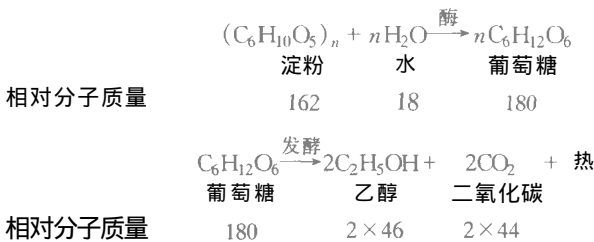
## 第二节 生料酿酒的基本原理及生产过程实例

### 一、生料酿酒的基本原理

了解了传统熟料固态发酵过程，对掌握生料发酵有极大的帮助，因为无论传统的熟料固态发酵，还是现在的生料液态发酵，其基本原理是完全一致的。其区别在于传统酒曲糖化能力不强，所以必须先蒸煮原料使其糊化以便于酶起作用。而生料酒曲使用糖化能力相对较强的酶及其分解酶直接作用于淀粉颗粒的外膜，使淀粉分解生成糊精再转化成麦芽糖，最终得到可发酵性葡萄糖。

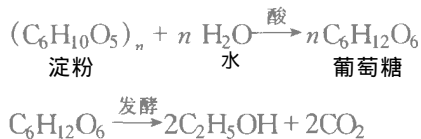
## 二、生料酿酒的物质转化

前面讲到生料酿酒是采用糖化能力较强的酶直接分解原料，而用来酿酒的原料一般采用的是粮食。粮食基本由淀粉、水分、粗蛋白、粗纤维、粗脂肪、灰分等组成。例如大米中的主要成分淀粉的变化如下：



以大米为例，其主要成分为：淀粉 70%~74%，水分 12%~14%，粗蛋白 7%~10%，粗纤维 1%~2%，粗脂肪 1%~3%，灰分 1%~2%。水和灰分当然不会转化成酒，粗纤维、蛋白质、脂肪都有可能转化成酒及相关物质。

粗纤维可以转化成酒，这一点已被证明，一些酒精厂就用纤维质原料通过分解法来生产酒精。粗纤维里多含有缩己糖  $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_6$ ，经酸分解成己糖  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ，己糖经发酵生成酒精。现在市场一般使用较多的“纯力醇”生料酒曲在发酵过程中产生多种酸，这些酸可将缩己糖水解为己糖，其化学反应式如下：



蛋白质和脂肪都可转化成酒。蛋白质由多种氨基酸组成，不同的氨基酸其分子结构各不相同，但都由 C、N、H、O 这 4 种

元素组成。脂肪含有脂肪酸，脂肪和脂肪酸都由 C、H、O 组成。己糖所需的元素 C、H、O 在蛋白质和脂肪中都有，这就使蛋白质和脂肪转化成酒成为可能，这是其一。其二，生料酒曲本身含有多种酶和其他微生物，而这些酶和微生物中的一种或几种有可能将蛋白质和脂肪催化成糖，继而转化成酒。

淀粉除转化成酒外，还转化成其他物质，其糖化过程中的分解产物的组成及特性如表 1.2 所示。

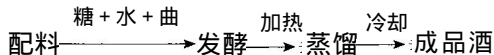
表 1.2 糖化过程中分解产物的组成及特性

成分	分子组成及特性
淀粉	淀粉是由许多葡萄糖为基本单位连接起来的，可分为直链淀粉和支链淀粉两大类。直链淀粉是由大量葡萄糖分子以 $\alpha$ -1,4 键脱水缩合，组成不分支的链状结构。支链淀粉则呈分支的链状结构，且在分支点的两个葡萄糖残基以 $\alpha$ -1,6 键结合。凡糯性的高粱、大米、玉米等淀粉几乎全是支链淀粉；而粳性的粮谷中，大约有 80% 是支链淀粉，20% 是直链淀粉
直链淀粉	相对分子质量为几万至几十万，易溶于温水，溶液粘度不大，容易老化，酶解较完全，遇碘液呈蓝色
支链淀粉	相对分子质量为几万至几百万，热水中难以溶解，溶液粘度较高，不易老化，糖化过程中易留有具有分支的 $\beta$ -界限糊精，糖化速度较慢，遇碘液呈蓝紫色，每隔 8~9 个葡萄糖单位即有一个分支
糊精	比淀粉相对分子质量小，但分子组成在 10~20 个葡萄糖残基单位，按其相对分子质量的大小通常又有大糊精和小糊精之分，凡具有分支结构的小糊精又称为 $\alpha$ 、 $\beta$ -界限糊精，糊精不溶于酒精

续表 1.2

成分	分子组成及特性
低聚糖	相对分子质量在 3~10 个葡萄糖残基单位。凡直链淀粉分解至相对分子质量少于 6 个葡萄糖残基时，不与碘反应，因为每 6 个葡萄糖残基的链形成一圈螺旋，可以束缚 1 个碘分子。碘液与淀粉及其分解物的呈色反应顺次为蓝、紫、红褐、黄（碘液色）
双糖	如由两个葡萄糖分子脱 1 个分子水而成的麦芽糖，由 1 个葡萄糖分子和 1 个果糖分子脱 1 个分子水而成的蔗糖
可发酵性糖	葡萄糖、果糖等单糖及上述双糖能被一般酵母所利用，是最基本的可发酵性糖类

### 三、生料酿酒工艺流程



### 四、生料酿造工艺的前景

相信各位读者看了以上两节的介绍之后，对传统酿造方法和生料酿造方法有了一定的了解。其实每一种新工艺的发展及其演变都需要一定的时间、特定的环境不断地实践之后才能得到认可、推广。综上所述，生料酿造工艺明显地优于传统的酿造工艺，虽然传统酿造工艺复杂，需大量的人力、物力和时间，但在大多数人意识里认为传统方法还是行得通的，这是为什么呢？因为生料酿造作为一种新工艺，暂时还没有被广泛应用于生产实践，但看其生料酿造工艺的特点及产品的优势，能否很快地被普及应用于实践，相信每一位读者都会明白。以大米为例，如果用传统方法可出 50 度的酒 25~30kg，用生料酿造方法则可出 45kg 以上，而且节省了蒸煮糊化所用的燃料，其经济效益是显而易见的。

## 第二章 生料优质白酒的原料和辅料

酿酒工业所需的原料有粮谷、以甘薯干为主的薯类及代用原料三大类，因地区不同而略有差异。一般说来，酿造名优白酒都用粮谷原料，酿造普通白酒惯用薯类原料。为了节约粮食，提倡搭配辅料。不同的蒸馏酒使用不同的粮食，制成不同的酒种，具有不同的名称。粮谷和薯类是国内生产白酒的主要原料，其他含糖原料和含有淀粉的野生植物等辅料，也在不同的情况下用以酿酒。例如，威士忌以谷物及麦芽为原料，俄得克以玉米或马铃薯为原料，金酒以玉米及杜松子为原料，日本烧酎以薯类为主要原料。

### 第一节 制生料白酒的原料

#### 一、制生料白酒原料的基本要求

白酒界有“高粱香、玉米甜、大麦冲、小麦净”的说法，概括了几种原料与酒质的关系。这一关系在生料制酒过程中同样能体现出来。对制白酒原料总的基本要求，可归纳为以下 3 项。

##### 1. 名优白酒原料

一般列为国家名优酒的大曲酒，必须以高粱为主要原料，或搭配适量的玉米、大米、糯米、小麦及荞麦等。

## 2. 粮谷原料

粮谷原料以糯者为好。要求籽粒饱满，有较高的干粒重（成熟度高），原粮水分在 14% 以下。

## 3. 对制白酒原料的一般要求

优质的白酒原料，要求其新鲜，无霉变和杂质。淀粉或糖分含量较高，含蛋白质适量，脂肪含量极少，单宁含量适当，并含有多种维生素及无机元素。果胶质含量越少越好。不得含有过多的氰化物、番薯酮、龙葵苷及黄曲霉毒素等有害成分。

## 二、制生料白酒原料的成分及特性

制生料白酒的原料，按主要成分含量可分为淀粉质原料和糖质原料两大类。糖质原料如糖蜜之类只用于制液态发酵法白酒，其成分及特性可参见一般的《酒精工艺学》等书籍，本书仅介绍淀粉质原料的情况。淀粉质原料又可分为粮谷及薯类两大类。

为清晰起见，采用“由总及分”的叙述方法，对制白酒的各种原料含量及特性进行总的比较。生产白酒用主要粮谷及薯类原料的成分分析见表 2.1。

表 2.1 生产白酒用主要粮谷及薯类原料的成分

单位：%

原料名称	水分	淀粉	蛋白质	脂肪	维生素及其他	果胶质	氢氰酸
高粱	12~14	61~63	9.4~10.5	4~4.3			
玉米	13	61	8~11	4~4.3	14		
大米	12~14	70	7~8	0.4			
薯干	12~14	65~70	5~6				
马铃薯干	12~14	65~70	7	0.4		3.6	
木薯干	12~14	70	2.64	2.64			0.011~0.012 8

生产白酒用主要粮谷及薯类原料的特性比较见表 2.2。

表 2.2 生产白酒用主要粮谷及薯类原料的特性比较

原料	成分特点	结构特点
高粱	含五碳糖的半纤维素约 2.8%。皮壳中含单宁, 少量单宁对生成香兰酸等特殊芳香成分有利; 若含量过多, 则抑制酵母发酵, 并在加压蒸馏时会被带入酒中, 使酒带苦涩味	蒸料后变得疏松适度, 粘而不糊
大米	淀粉含量高, 蛋白质及脂肪含量较少, 有利于低温缓慢发酵, 成品酒酒质较纯净	若蒸煮不当而太粘, 则发酵不易控制
玉米	各种成分含量适中。含植酸多, 在发酵中可水解为环己六醇及磷酸, 前者呈甜味, 后者可促进甘油的生成, 因而玉米酒较醇甜。应先脱胚后使用。含半纤维素量高于高粱, 因而常规分析时淀粉含量与高粱相当, 但出酒率不及高粱	蒸煮后不粘不糊, 但因其淀粉结构紧密, 质地坚硬, 故难以蒸煮
麦类		荞麦因去壳不净而使酒呈苦涩味, 故五粮液已用小麦代替荞麦
薯干	淀粉纯度高, 含脂肪及蛋白质较少, 发酵中升酸幅度小, 因而淀粉出酒率高于其他原料。含有 0.35%~0.4% (绝干计) 的甘薯树脂, 对发酵稍有影响。含果胶质较多, 使成品酒中甲醇含量较高。成品酒有薯干味。染有黑斑病的薯干, 将番薯酮带入酒内, 有“瓜干”苦味	淀粉颗粒大, 组织不紧密, 吸水能力强, 易糊化

续表 2.2

原料	成分特点	结构特点
马铃薯	鲜马铃薯含填充料多。发芽呈紫色，含有毒的龙葵苷为 0.12% 左右，经日光照射而呈绿色的部分，龙葵苷含量增加 3 倍，幼芽部分含量更高	冻薯若一冻一化，使有用物质流失，并难以糊化
木薯	淀粉纯度高。含氢氰酸配糖体，常被带入酒内，有时其质量浓度高达 25 ~ 30 mg/L。果胶质含量也较多	易糊化

### 1. 高粱的成分及特性

高粱，又名红粱、红秫、蜀黍或蜀秫，学名 *Holcus soughum* L 英文名 sorghum。

按粘度不同，高粱分为粳、糯两类，北方多产粳高粱，南方多产糯高粱。糯高粱所含淀粉几乎全部为支链淀粉，结构较疏松，能适合根霉生长，以小曲制高粱酒时，淀粉出酒率较高。粳高粱含有一定量的直链淀粉，结构较紧密，蛋白质的含量高于糯高粱。高粱含有单宁及花表素等色素成分，其衍生物酚元化合物可赋予白酒特有的芳香。不同品种高粱的成分及构造比例如表 2.3 和表 2.4 所示。

表 2.3 不同品种的高粱成分

单位 :%

品 种	水分	淀粉	粗蛋白	粗脂肪	粗纤维	灰分	单宁
东北 17 种粳高粱(平均)	13.13	62.46	10.12	—	—	—	—
贵州糯高粱 I	12.20	61.03	8.96	4.03	—	1.75	0.6
贵州糯高粱 II	12.77	61.62	8.26	4.57	1.84	1.80	0.57
四川泸州糯高粱	13.87	61.31	8.41	4.32	1.64	1.47	0.16
四川永川糯高粱	12.78	60.03	6.74	4.06	—	1.75	0.29

表 2.4 不同粳高粱构造部分的比例

单位 :%

构造部位	白高粱	青高粱	黄高粱	红高粱	黑高粱
胚乳	83.3	81.1	81.1	79.9	79.1
胚	6.8	7.4	6.8	6.6	6.7
种皮	9.9	11.6	12.1	13.5	14.2

## 2. 玉米的成分及特性

玉米也称玉蜀、包谷、包米、珍珠米，玉米有黄玉米和白玉米、糯玉米和粳玉米之分。

### (1) 玉米的成分

通常黄玉米的淀粉含量高于白玉米。玉米的胚芽含有大量的脂肪，若利用带胚芽的玉米制白酒，则酒醅发酵时生酸快，升酸幅度大，且脂肪氧化所形成的异味成分带入酒中会影响酒质，故用以制白酒的玉米必须脱去胚芽。玉米中含有较多的植酸，可发酵为环己六醇及磷酸，磷酸能促进甘油（丙三醇）的生成。多元醇具有明显的甜味，故玉米酒较为醇甜。不同地区玉米的主要成分如表 2.5 所示。

表 2.5 不同地区玉米的成分比较

单位 :%

玉米产地	水分	粗蛋白	粗脂肪	碳水化合物	粗纤维	灰分
杭州	10.20	7.70	4.80	74.60	1.40	1.30
安徽	12.60	9.20	3.80	70.90	2.00	1.50
德州	11.30	7.30	4.00	73.80	1.30	1.50
内蒙古	9.90	8.00	3.90	75.40	1.20	1.60
兰州	11.60	8.60	5.30	70.50	2.50	1.50
甘肃	16.90	9.40	1.50	68.40	1.80	2.00
新疆	15.70	5.90	4.00	71.80	1.10	1.50
东北	11.30	7.20	4.50	73.00	1.30	1.40

## (2) 玉米的结构特点

其淀粉颗粒形状不规则，呈玻璃质的组织状态，结构紧密，质地坚硬，故难以蒸煮。但一般粳玉米蒸煮后不粘不糊。

### 3 谷类的成分及特性

大米的农业学名是稻谷，俗称“大米”，学名 *Oryza sativa* L 英文名 rice。

大米是稻谷的籽实。大米有粳米和糯米之分。粳米中又有粘度介于糯米和籼米之间的优质粳米和籼米之分。江浙等地将优质粳米简称为粳米，北京等地称为好大米。北方有些地区将籼米称为机米。现在已有许多杂交稻谷。各种大米均有早熟和晚熟之分，一般晚熟稻谷的大米蒸煮后较软、较粘。

#### (1) 大米的成分

大米的淀粉含量较高，蛋白质及脂肪含量较少，故有利于低温缓慢发酵，成品酒也较纯净。一般粳米与糯米的成分比较如表 2.6 所示。

表 2.6 粳米与糯米的成分比较

单位：%

米种	水分	淀粉	蛋白质	脂肪	粗纤维	灰分
粳米	15.8	68.12	9.15	1.61	0.53	0.92
糯米	15.8	70.91	6.93	2.20	0.34	0.63

从表 2.6 可知，粳米的蛋白质、纤维素及灰分含量较高；而糯米的淀粉和脂肪含量较高。

#### (2) 大米的特性

粳米淀粉结构疏松，利于糊化。但如果蒸煮不当而太粘，则发酵温度难以控制。大米在混烧的白酒蒸馏中，可将饭的香味成分带至酒中，使酒质爽净。故五粮液、剑南春酒、叙府大曲酒等均配有适量的粳米；三花酒、玉冰烧、长乐烧等小曲酒均以粳米为原料。糯米质软，蒸煮后粘度大，故须与其他原料配合使

用，使酿成的酒具有甘甜味。如五粮液及剑南春酒等均使用一定量的糯米。

#### 4. 麦类的成分及特性

小麦除用以制曲外，还可用于制酒。小麦中的碳水化合物除淀粉外，还有少量的蔗糖、葡萄糖、果糖（2%~4%）以及2%~3%的糊精。小麦蛋白质的组分以麦胶蛋白和麦谷蛋白为主，麦胶蛋白中含有较多氨基酸。这些蛋白质可在发酵过程中形成香味成分。故五粮液、剑南春及叙府大曲酒等，均使用一定的小麦。但小麦的用量要得当，以免发酵时产生过多的热量。

#### 5. 薯类的成分及特性

##### (1) 甘薯

甘薯，又名山芋、白薯、地瓜、红苕、红薯，按肉色分为红、黄、紫、灰4种；按成熟期分为早、中、晚熟3种。鲜甘薯及白薯干（简称薯干）分别含有2%及7%的可溶性糖，有利于酵母的利用。

各地鲜甘薯及薯干的成分比较如表 2.7 所示。

表 2.7 各地鲜甘薯及薯干的成分比较

单位：%

薯 别	水 分	淀 粉	粗蛋白	粗脂肪	粗纤维	灰 分
四川鲜薯	69.8	27.7	1.1	0.23	0.7	0.74
华北鲜薯	81.6	14.58	1.3	0.1	0.3	0.5
广东鲜薯	74.6	18.18	0.6	0.5	0.2	0.6
上海鲜薯	75.25	21.49	1.08	0.19	—	0.62
天津薯干	10.9	70.2	2.3	3.2	3.3	2.0
河南薯干	10.1	68.06	4.61	0.89	—	2.77

危害甘薯的病毒有黑斑病、烂心的软腐病、内腐病、经冻伤的坏死病，以及受水浸泡，后的水腐病等，尤以黑斑病危害最大。黑斑病薯蒸煮时有霉坏味及有毒的苦味，这种苦味能抑制黑

曲霉、米曲霉、毛霉、根霉的生长，影响酵母的繁殖与发酵，但对醋酸菌、乳酸菌等抑制作用则很弱。其成分是番薯酮，分子式为  $C_{15}H_{22}O_3$ ，是由黑斑病菌作用于甘薯树脂而产生的。若酒内含这种油状苦味物质 100 mg/L，则呈严重的苦味和怪味。以黑斑病严重的薯干制酒得的酒糟，对家畜也有毒害作用。

如果在甘薯种植时用 55℃ 温水将薯种浸泡 1 小时，则可以预防黑斑病。对于病薯石料，应采用清蒸配醅的工艺，尽可能将坏味挥发掉。但对黑斑病及霉坏严重的薯干，清蒸也难以解决问题。若为液态发酵法制白酒，可采用精馏或复馏方法提高成品酒的质量。有苦味的白酒若用  $KMnO_4$  处理后再复馏，收效甚微。可用活性炭吸附法使苦味稍为减轻，但也不能根除，且操作复杂并造成酒的损失。甘薯的软腐病和内腐病是感染细菌及霉菌造成的，这些菌具有较强的淀粉酶及果胶酶活性，致使甘薯改变形状。使用这种甘薯制酒并不影响出酒率，但在蒸煮时应适当多加填充料及配醅，采用大火清蒸，并缩短蒸煮时间，以免糖分流失和生成多量焦糖而降低出酒率。用这种原料制成的白酒风味很差。

## (2) 马铃薯

又名洋山芋、土豆或山药蛋。采用固态法制白酒，有类似土腥气味，因而多先以液态发酵法制得酒基，再进行串蒸制白酒。通常以鲜马铃薯制成马铃薯干的出酒率约为 25%。

## (3) 木薯

一般采用木薯干制酒。因木薯干含有较多的果胶质及氢苷等有害成分，可将木薯粉碎成通过 80 目筛的粉末，进行清蒸后，出甑扬冷，加入原料量 1% 的工业硫酸，加曲加酒母，入窖发酵酿酒。也可以此法生产酒基后，再串蒸得液态发酵法白酒，这样除杂效果更好。