

# 非食品原料制造酵母

A.M. 馬尔科夫 著

# 非食品原料制造酵母

(苏)A. M. 馬尔科夫著

刘同昌 吳季夏 林亚勤 译

周德广 校

輕工业出版社

1960年·北京

# 目 錄

|          |     |
|----------|-----|
| 前言 ..... | (6) |
|----------|-----|

## 通 論 部 分

|                                                                       |      |
|-----------------------------------------------------------------------|------|
| 1. 微生物的概念 .....                                                       | (8)  |
| 2. 酵母和类酵母菌 .....                                                      | (9)  |
| (1) 酵母的化学成分 .....                                                     | (12) |
| 水分 蛋白质 肝醣 脂肪 灰分 灰分元素                                                  |      |
| (2) 酵母的营养 .....                                                       | (21) |
| 醣 含氮物质 无机营养物质 磷酸及其盐类                                                  |      |
| (3) 酵母的繁殖 .....                                                       | (27) |
| (4) 酵母的酶 .....                                                        | (32) |
| 水解酶类 氧化酶 酶在活細胞內的作用 自<br>解作用 醣分解的不需氧阶段 醣分解的需氧<br>阶段 呼吸理論 需氧生活和不需氧生活的关系 |      |
| (5) 維生素 .....                                                         | (67) |
| 脂溶性維生素 水溶性維生素 酵母活素                                                    |      |
| 3. 細菌和霉菌 .....                                                        | (69) |
| (6) 細菌 .....                                                          | (69) |
| 細菌生理学簡述 乳酸細菌 醋酸細菌 芽孢<br>桿菌腐敗細菌                                        |      |
| (7) 霉菌 .....                                                          | (75) |

## 专 論 部 分

|                  |      |
|------------------|------|
| 4. 酵母生产的机构 ..... | (77) |
| 5. 生产流程 .....    | (79) |

|                                                                    |       |
|--------------------------------------------------------------------|-------|
| 6. 酵母生产的原料 .....                                                   | (80)  |
| (8) 食品工业和农业的废料 .....                                               | (81)  |
| (9) 林产加工和纤维纸浆厂的废料 .....                                            | (85)  |
| 林产加工的废料(木材水解液) 纤维纸浆厂的<br>废料(亚硫酸废液)                                 |       |
| (10) 水解液和亚硫酸废液酒精工厂的废料(酒糟) .....                                    | (90)  |
| 7. 营养物质和化学物品 .....                                                 | (92)  |
| (11) 营养物质 .....                                                    | (92)  |
| (12) 化学物品 .....                                                    | (94)  |
| 8. 原料的运输和贮藏 .....                                                  | (95)  |
| 9. 培养液的制备 .....                                                    | (97)  |
| (13) 用食品工业的废料制备培养液 .....                                           | (97)  |
| 用糖蜜制备培养液                                                           |       |
| (14) 用粮食加工和农业的废料制备培养液 .....                                        | (100) |
| (15) 用林产加工废料(木材水解液), 亚硫酸废液<br>以及水解液和亚硫酸废液酒精工厂的酒糟制备<br>培养液 .....    | (101) |
| 用木材水解液制备培养液 用木材水解液制备<br>木糖培养液 用亚硫酸废液制备培养液 用水<br>解液和亚硫酸废液 酒糟制备酒糟培养液 |       |
| (16) 辅助营养物质的制备 .....                                               | (113) |
| 过磷酸石灰浸出液的制备 硫酸铵溶液的制备<br>硫酸铁溶液的制备 麦芽汁的制备 酵母自解<br>汁的制备               |       |
| (17) 水和空气 .....                                                    | (117) |
| 水 空气                                                               |       |
| (18) 酵母纯粹培养的制备 .....                                               | (118) |
| 各阶段酵母纯粹培养的制备 酵母自然培养<br>的制备                                         |       |

|                                                            |       |
|------------------------------------------------------------|-------|
| 10. 酵母的繁殖                                                  | (127) |
| (19) 糖蜜制造酵母                                                | (127) |
| 种酵母 I 的制备 种酵母 II 的制备 面包酵母<br>或饲料酵母 (商品酵母阶段 III) 的制造        |       |
| (20) 用水解液和亚硫酸废液制造面包酵母或饲料<br>酵母                             | (133) |
| 种酵母 I 的制备 种酵母 II 的制备 接种酵母<br>的活化酵母的磷酸盐活化 商品酵母的制造           |       |
| (21) 用水解液和亚硫酸废液酒糟制造饲料酵母                                    | (144) |
| (22) 培养酵母的各种方法                                             | (148) |
| “快速发酵”法 循环分离法 培养酵母的<br>半连续法和连续法                            |       |
| (23) 通风、通风的意义和方法                                           | (152) |
| (24) 培养酵母时的化学、物理化学和生物化学过<br>程                              | (159) |
| 11. 原料、营养盐和化学物品的消耗定额                                       | (167) |
| (25) 加工糖蜜时硫酸铵, 过磷酸石灰和硫酸的消<br>耗定额                           | (170) |
| (26) 用水解液和亚硫酸废液制造面包酵母的硫酸<br>铵和过磷酸石灰的消耗定额                   | (173) |
| (27) 用水解液, 亚硫酸废液以及水解液和亚硫酸<br>废液酒糟制造饲料酵母的硫酸铵和过磷酸石<br>灰的消耗定额 | (174) |
| (28) 酵母生产中除泡剂的消耗定额                                         | (175) |
| 12. 用分离机分离酵母                                               | (176) |
| 13. 酵母的压榨                                                  | (180) |
| 14. 酵母的干燥                                                  | (189) |
| 15. 酵母的保存                                                  | (186) |
| 16. 酵母的成型和分装                                               | (187) |

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| (29) 压榨酵母.....            | (187) |
| (30) 干酵母.....             | (189) |
| 17. 酵母的保藏和运输 .....        | (189) |
| 18. 酵母保藏和运输过程中的生化过程 ..... | (190) |
| 19. 成品的鑑定.....            | (192) |
| (31) 面包酵母的国定全苏标准.....     | (193) |
| (32) 饲料酵母的技术条件.....       | (194) |
| 20. 洗滌、清洁和消毒 .....        | (195) |
| 21. 酵母生产中的损失 .....        | (199) |
| 制备培养液时糖分或PB (还原性物质) 的损失   |       |
| 培养商品酵母时糖分或PB 的损失          |       |
| 分离时酵母 (以糖分或PB 計) 的损失      |       |
| 压榨时酵母 (以糖分或PB 計) 的损失      |       |
| 硫酸铵的损失                    |       |
| 过磷酸石灰的损失                  |       |
| 22. 酵母工厂的工业卫生.....        | (200) |
| 参考文献 .....                | (202) |

## 引 言

酵母企业是比较晚近才出现的独立生产单位。第一个制造面包酵母的酵母工厂建立于十九世纪后半期初。

酵母生产兴起以前，烤制面包最初是应用发酵剂，后来才应用啤酒酵母和酒精工厂进行酒精发酵以及多余的酵母。当然，应用发酵剂烤制的面包产品远不及用酵母制造的面包，因为发酵剂是含有各种细菌和酵母的混合物。这些微生物不仅使面粉中的糖分形成碳酸气，而且产生各种有机酸类和醇类，往往使面包具有不美观的外形和不愉快的味道。

酵母生产自兴起以后就获得了相当迅速的发展。

从1860年到現在，关于酵母的学说获得了巨大的进展。巴斯德关于发酵作用是不需要氧气的生活和空气中的氧能促进酵母繁殖的发现，是产生制造酵母的所谓通风法的基础。

酵母生产由于技术操作和工艺过程的改善（例如酵母分离机的制成），在第一次世界大战前夕已达到了这样的水平，使酵母工厂由100公斤粮食（谷物）能制得35公斤酵母和12~15公升酒精（以前仅能制造9~10公斤酵母和30%的酒精）。当时，酵母酿酒工厂都是应用谷物原料，直至第一次帝国主义战争时期才出现了加工非食品原料（糖蜜或饲料糖蜜）的工厂。同时这些工厂已不再生产酒精而专门制造酵母。并且除在酵母繁殖过程中使液体通风外，开始应用稀培养液，使非食品原料制造酵母达到了相当高的产率。培养液是少量地连续流入发酵桶。所以这种繁殖酵母的方法便称为通风——流

加法。直到現在世界各酵母工厂仍然应用着各种形式的通风流加法。

在偉大的十月社会主义革命以前，酵母工厂都是半手工业式的小型企业。在五年計劃期間，酵母工业以加速度的发展，剧烈地改变了自己的面貌。以莫斯科酵母工厂从小型企业轉变为生产面包酵母的大型工厂为例，便不难相信这一点。

从本世紀30年代开始发展利用木材水解液，亚硫酸废液、水解液和亚硫酸废液酒精工厂的酒糟制造酵母的生产。1935年，根据P.B.吉瓦尔托夫斯基，E.A.甫列瓦柯，H.H.庫特格尔茨和M.A.舒馬斯基的研究，在苏联首先建成了利用农业废料（麦杆，玉米芯）和木屑等借稀酸水解以后制造酵母的試驗工厂。但是，产品色澤暗黑而味苦，这是当时所采用的工艺条件的缺陷。1944年，全苏水解酒精工业科学研究所的工作組在著者的领导下，于沙拉托夫斯基酵母工厂制訂并应用了提高水解液酒糟制造的酵母的质量的方法。

在偉大的卫国战争期間，曾有許多酵母工場利用非食品原料制造食用酵母。E.A.甫列瓦柯、B.H.沙尔柯夫、П.Н.費賽尔等首先研究制訂了加工純粹粮食废料水解液及其与木屑水解液混合液的小型酵母工厂的工艺条件，而著者便首先制訂了加工一些木屑的酵母工場的工艺条件。

近年来，酵母生产不仅朝着寻求新原料来源，制訂新工艺方法和工艺条件的方向发展，而且朝向降低产品价格的方向发展。例如，根据苏联专家們的研究，制訂了繁殖酵母的液体通风法，大大地降低了电能的消耗；也找到了酵母干燥等的有利方向。

# 通 論 部 分

## 1. 微生物的概念

微小的、肉眼不可見的真菌和細菌称为微生物。

微生物学說的发展是非常緩慢的。在巴斯德进行微生物生理学的研究工作以前，从現代的观点来看，当时是完全为不可想象的观念所支配，对于細菌和酵母的情况也是如此。就是对早被人类利用的酵母的存在观念也是模糊的。直到十九世紀前半期才有了一些研究，認為酵母是一种生物，能出芽繁殖并可作为酒精发酵的媒介物。

微生物非常广泛地分布于自然界。可以毫不誇張地說，地球上任何地方都能发现存在着某些微生物。微生物借风力和水流能散布到很远的地方。人类和动物在微生物的分布过程中起着很大的作用。

但是，微生物的分布問題并非决定于它們能否从一个地方传播到另一个地方，而是决定于它們发育的适宜条件的存在。

微生物在营养条件和环境的理化条件方面具有一定的特殊性，我們地球上的許多微生物，現在已被研究得很彻底，并且被应用于工业和农业上。

## 2. 酵母和类酵母菌

酵母生产是根据加工原料而应用某种酵母或类酵母菌。主要制造面包酵母的工厂,便应用酵母属(*Saccharomyces*)的原始培养。

酵母属的酵母非常广泛地分布于自然界。酵母属又可分为若干类和种。应用于酒精生产,葡萄酒酿造,啤酒酿造和酵母生产中的酵母都属于这一属。

啤酒酵母(*S. cerevisiae*)广泛地应用于酒精生产,葡萄酒酿造,啤酒酿造和酵母生产中。制造酒精和酵母均应用啤酒酵母的各菌种: RasseⅪ, M, V, K, XV, S, A等。啤酒酿造是应用其他的菌种;而葡萄酒酿造则应用能使酒产生某种芳香物质的特殊酵母菌种(图1)。

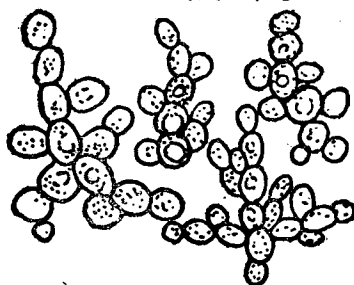


图1 出芽酵母

处理含戊糖的原料而主要制造食用酵母或饲料酵母的工厂均应用类酵母菌。制造食用酵母或饲料酵母也可以应用圆酵母属(*Torulopsis*)的若干种类酵母菌。这些类酵母菌分布非常广泛,但研究甚少。各菌种的外形均呈圆形。在通风不良

的条件下能将糖变成酒精。于静止状态下便形成膜状芽簇。圆酵母属的产膜圆酵母(*T. utilis*)最为有用，常应用于制造食用酵母和饲料酵母(图2)。

膜酵母属(*Mycoderma*)的许多菌种都属于类酵母菌。这一属的类酵母菌呈延长形(似腊肠形)(图3)。在静止状态下呈膜状出芽。是强好气性菌类。例如，啤酒膜酵母

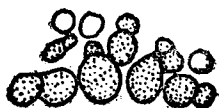


图2 Torula (圆酵母)

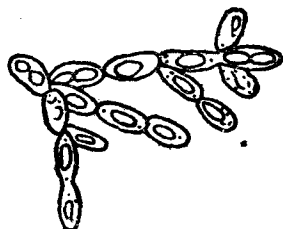


图3 产膜酵母

(*M. cerevisiae*)和葡萄酒膜酵母(*M. vini*)能氧化酒精，因此危害啤酒酿造，葡萄酒酿造和其他生产。所属各菌种均具有酒精发酵的能力，但是，有一些菌种是面包酵母生产的危害者，因其发面力甚弱。

苏联广泛地应用假丝酵母属(*Candida*)的*Monilia murmanica*等类酵母菌作为制造食用酵母和饲料酵母的原始培养。

*Monilia murmanica*于强烈通风的条件下出芽繁殖，无形成菌丝体的倾向。在静止状态下发芽时，便于培养基的表面形成菌丝体。这种类酵母菌能发酵糖而生成酒精和二氧化碳。

实际应用上所采用的术语“酵母”可分为培养酵母和野生酵母。应用于葡萄酒酿造，啤酒酿造，酵母和酒精制造上的酵母称为培养酵母，未被实际应用于这些生产的其他酵母

菌种便属于野生酵母。酵母属是培养酵母，而醭酵母属，圆酵母属，伊氏酵母属（Экзигуус），假丝酵母属等属于野生酵母。

没有形成孢子的能力是野生酵母的特征之一。所有的培养酵母都能在适当的情况下，于细胞内形成2~4个孢子。

实际上，培养酵母还可以分为上面发酵酵母和下面发酵酵母。啤酒酵母主要是属于下面酵母，而酒类，酒精和面包酵母则属于上面酵母。

随着酵母生产的发展而产生了工艺上的术语“饲料酵母”和“食用酵母”。“培养”酵母和“野生”酵母对于制造饲料酵母和食用酵母具有近似或相同的价值。人和动物的机体均能消化啤酒酵母，酒精酵母，面包酵母以及纯粹的饲料酵母，即所谓野生酵母：圆酵母属，醭酵母属，假丝酵母属等。

各种酵母在形态学上的差异甚小，一般呈圆形和延长形，长3~10微米，宽2~8微米。酵母细胞随培养条件而能产生某种变异性的倾向，结果具有完全不是它们典型的和特征形态。

酵母细胞与其形态无关，都是由细胞膜，原生质和核所组成。强壮而年幼细胞的膜在显微镜下很难识别，只有将酵母标本进行适当的处理以后，细胞膜才能区别开来。老酵母的细胞膜厚达0.5~1.0微米，所以在显微镜下容易识别。酵母细胞膜的化学成分与原生质的差异不大，但是，显然有着特殊的构造，而使其在细胞生理学上起着重大的作用。

细胞内容物是由原生质和核所组成。原生质随细胞所在的环境条件而改变其外形和理化性质。强壮而年幼细胞的原生质分布均匀，老细胞和处在不适宜条件下的细胞，其原生质

便开始收缩和失去其保持水分的能力——亲液性。若这种变化发生在细胞的中心——即在原生质中时，则由析出的水分，更确切地说，由细胞汁形成液胞。在全部原生质失去亲液性的情况下，便不可能形成液胞，但是细胞汁通过细胞膜而流至外界环境。同时，原生质呈颗粒状结构，在某些情况下，甚至与细胞膜分离。细胞失去膨胀力而成不正常的形态。这种现象通常是与细胞病害或死亡有关的。正常原生质中还包含有：脂肪粒，肝醣，异染色小体（拟杆菌素——类似核蛋白的含氮化合物）。

原生质中还含有一种十分重要的，在生物学上是主要的细胞成分——细胞核。酵母带负电荷。

### (1) 酵母的化学成分

酵母的化学成分在质的方面是恒定的，但在量的方面则随其营养条件而发生变化。酵母与其种的特性无关，基本上由下列化合物所组成（%）。

|      |           |
|------|-----------|
| 水分   | 68.0~75.0 |
| 粗蛋白质 | 13.0~14.0 |
| 肝醣   | 6.0~8.0   |
| 纤维素  | 1.80      |
| 粗脂肪  | 0.9~2.0   |
| 灰分   | 1.77~2.5  |

### 水 分

压榨酵母含有68~75%的水分。细胞所含水分的数量基本上决定于细胞内胶体的状态，首先是决定于细胞内蛋白质的状态。细胞内胶体保持水分的能力决定着细胞的胀压，细

胞内蛋白质的各种变化(分解, 变性)都能降低胀压和使酵母的水分含量发生变化。

从下列著者的许多观察之一就能说明细胞内蛋白质状态和细胞释出水分之间的关系。

将正常稠度的压榨酵母加热至 $55\sim 60^{\circ}\text{C}$ , 或于 $15\sim 20^{\circ}\text{C}$ 的温度下, 用氯仿, 甲苯, 乙酸戊酯, 异戊醇和其他杀菌剂处理就能立刻释出细胞内的水分, 而变成液体状态。这些酵母的化学分析结果表明, 此时细胞内的蛋白质发生了显著的变化。酵母临死时的自解作用使细胞内的部分胶体(蛋白质)分解而成胨和氨基酸。这些分解作用使起了变化的胶体再不能保持细胞内的水分, 水分流至细胞外的空间(表1)

表 1

| 处理压榨酵母的方法 | 处理后酵母的状态 | 100克干物质中可溶性氮的含量(毫克) |
|-----------|----------|---------------------|
| 食 盐 处 理   | 流动液体     | 110                 |
| 氯 仿 处 理   | 流动液体     | 1000                |
| 甲 苯 处 理   | 粘性液体     | 620                 |
| 异 戊 醇 处 理 | 液 体      | 930                 |

酵母在压榨过程中由于胀压稍微降低而获得一定的稠度, 同时含有最低许可量的水分。当细胞内的胶体保持在良好状态的条件, 酵母的压榨过程能顺利地, 压榨酵母含有约75.0%的水分。

压榨酵母含有细胞间的水分和细胞内的水分, 同时, 细胞内水分是由弱结合水分和强结合水分所组成。用低温干燥的方法, 能从肥壮的酵母中除去其所含水分的85%, 并且酵母本身不发生强烈的变化。在 $50^{\circ}\text{C}$ 以上的温度下, 干燥酵母

会引起細胞的化学状态和物理化学状态的深刻变化，因而导致細胞死亡。

## 蛋 白 质 (阮)

蛋白质平均由50.6~54.5%碳，6.5~7.3%氢，15.0~17.6%氮，0.3~2.5%硫和21.5~23.5%氧所組成。

酵母含有对于干固物約占50%的粗蛋白质。鑑于測定蛋白质的含量一般是用間接的方法，即測定总含氮量和将所得数值乘以系数6.25，所以酵母真正的蛋白质含量稍低于上述粗蛋白质的数据\*。酵母的一切含氮化合物都包含在粗蛋白质的組成中。核酸的衍生物：嘌呤鹼，吡啶鹼和吡咯衍生物等是属于非蛋白质本性的含氮化合物。酵母所含有的少量游离氨基酸氮也包含于粗蛋白质的組成中。酵母于水中进行短时间的搖盪，不会析出其所含有的氮化合物。根据著者的資料，短時間地将酵母与食盐共同研磨，可以析出約占干固物0.1%的氮，即能与甲醛相結合的氨基酸氮。

根据上述資料，应用杀菌剂——乙醇、异戊醇、乙酸戊酯、氯仿、甲苯、重金属盐和高溫等处理酵母，能使細胞內的蛋白质发生临死的自身分解作用而增加酵母的氨基酸含量。当細胞內分解为胨和氨基酸的蛋白质达7~14%时，酵母細胞便死亡。

酵母所含有的蛋白质及其衍生物是由許多各种各样的氨基酸所組成。酵母蛋白质中所含有的若干种氨基酸列于表2。

嘌呤氮的含量占这些类酵母菌所含总氮量的14.1~11.2%。

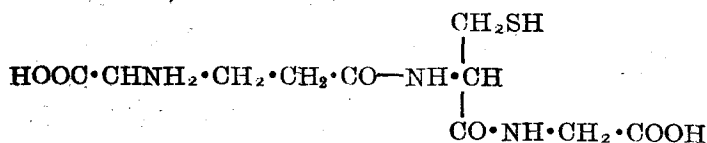
---

\*真蛋白質可用巴尔施則寧 (Барштейн) 或施图采尔 (штудер) 法測定  
酵母的真蛋白質含量为38~46%。

表 2

| 含氮物質 | 木材水解液制<br>造的<br>T. utilis<br>(对干固物<br>的%) | 亚硫酸廢液制<br>造的<br>Candida<br>(对干固物<br>的%) | 含氮物質  | 木材水解液制<br>造的<br>T. utilis<br>(对干固物<br>的%) | 亚硫酸廢液<br>制造的<br>Candida<br>(对干固物的<br>%) |
|------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|-------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 总氮量  | 6.99                                      | 7.41                                    | 亮 氨 酸 | 1.40                                      | —                                       |
| 嘌呤氮  | 0.98                                      | 0.84                                    | 脯 氨 酸 | 1.59                                      | 1.90                                    |
| 丙氨酸* | 5.78                                      | 8.09                                    | 羧脯氨酸  | 2.57                                      | 2.26                                    |
| 胱氨酸  | 0.25                                      | 0.36                                    | 精 氨 酸 | 1.13                                      | 1.40                                    |
| 苯丙氨酸 | 1.72                                      | 2.44                                    | 组 氨 酸 | 0.39                                      | 0.42                                    |
| 色氨酸  | 0.80                                      | 0.75                                    | 赖 氨 酸 | 1.19                                      | 1.52                                    |
| 蛋氨酸  | 0.57                                      | 0.60                                    | 天冬氨酸  | 1.20                                      | 1.20                                    |
| 蘇氨酸  | 1.92                                      | 4.28                                    | 谷 氨 酸 | 4.20                                      | 5.32                                    |
| 纈氨酸  | 3.50                                      | —                                       |       |                                           |                                         |

从上述資料看出，各种类酵母菌含有大概相等数量的某  
种氨基酸。所謂谷胱甘肽的三肽（由三种互相結合的氨基酸  
所組成的复合氨基酸）在酵母中的含量随酵母菌种不同而变  
化很大。



产朊圓酵母(T. utilis)每100克干固物中含有428~459毫  
克谷胱甘肽。

面包酵母每100克干固物中含有647毫克谷胱甘肽。

啤酒酵母每100克干固物中含有863~589毫克谷胱甘  
肽。

\*对总氮量之百分数。

同一酵母菌种的粗蛋白质含量，随培养基中可利用氮化合物的含量而在相当大的范围内发生变动。

蛋白质含量高（高于50%）的酵母，在保藏时其抗自解作用的能力较差，所以易被损坏。弗·恩格斯非常明晰地阐明了蛋白质对各种生物生命活动的价值，就是对于酵母菌也是一样。恩格斯说：“不论是在什么地方，只要我们遇到生命，我们便会发现生命是和某种蛋白质相联系着，并且无论在什么地方，要是我们能遇到任何一种未处于分解过程中的蛋白质，我们便必然会遇见生命现象\*”。

## 肝 糖

肝糖是白色无定形的物质，溶解于水中呈乳光浑浊液。肝糖，象淀粉一样，能被碘染成红褐色。肝糖受酸的作用而分解成d-葡萄糖。在淀粉酶的影响下，肝糖便分解为糊精和麦芽糖。近年来的研究指出，肝糖在细胞内的分解作用和合合作用是在磷酸化酶的影响下进行的。

根据现代的概念，含有大量蛋白质的酵母，一定缺乏肝糖。反之，当蛋白质含量少时，肝糖的含量便很多。肝糖是酵母在繁殖过程中堆积起来的碳水化合的贮备物质。根据著者的资料（1940），在没有培养基的条件下保存压榨酵母时，肝糖便逐渐被消耗，并随其情况或变成酒精和碳酸气；或变成碳酸气和水；或变成不完全的氧化产物，例如醋酸和其他酸类。

实验方法确定，酵母进行自动发酵时，于20小时内损失细胞内的碳水化合物达33~50%。

---

\*Φ恩格斯：反杜林论。