

北方酱香型白酒生产过程微生物及温度变化规律分析

杜新勇,范志勇,赵殿臣,吴兆征,陈华丽

(古贝春集团有限公司,山东 武城 253300)

摘要: 研究了酱香型白酒生产酒醅堆积过程的温度变化规律,并将温度变化与细菌和酵母数量变化结合分析,确定温度变化和微生物发酵的阶段变化之间存在一定规律。结果表明,微生物大量繁殖产生热量导致堆积醅温度的升高,所以酒醅温度的变化滞后于微生物数量的变化;堆积醅温度的升高在一定程度上对微生物的生长起作用,堆上层温度升高到一定温度后,微生物数量会下降;酒醅入窖后,温度在前几天快速升高,随后缓慢下降,前期主要是酒精的主要产生阶段,中后期主要是微量成分的酯化合成阶段。

关键词: 酒醅; 滞后; 繁殖; 堆积; 富集

中图分类号:TS262.33;Q93-3;TS261.1;TS261.4

文献标识码:A

文章编号:1001-9286(2013)05-0051-05

Analysis of the Relations between Temperature Change and Microbial Quantity Change in the Production of Jiang-flavor Liquor in North China

DU Xingyong, FAN Zhiyong, ZHAO Dianchen, WU Zhaozheng and CHEN Huali

(Gubei Chun Group Co. Ltd., Wucheng, Shandong 253300, China)

Abstract: Temperature change rules in the stacking process of fermented grains in the production of Jiang-flavor liquor were investigated and the relations between temperature change and microbial quantity change were analyzed. It was found that mass propagation of microbes produced heat and further resulted in temperature rise of stacking fermented grains, so temperature change of fermented grains lagged behind microbial quantity change; furthermore, temperature rise of stacking fermented grains would advance microbial growth, however, microbial quantity began to decrease as fermented grains temperature rose to certain degrees; after pit entry of fermented grains, its temperature rose rapidly in the first few days and then dropped slowly, and alcohol produced mainly in the prior period and esterifying synthesis of trace elements occurred mainly in late fermenting period.

Key words: fermented grains, lag; propagation; accumulation; enrichment

酱香型白酒是中国白酒的典型香型之一,其“四高一长”(高温制曲、高温堆积、高温发酵、高温流酒和长期贮存)的独特工艺造就了酱香型白酒独特的风味特征,特别是酱香型白酒的堆积工艺对酒体风格的形成产生重要的作用^[1]。高温堆积可以使堆积醅的温度最高可达55℃,甚至更高,并且可以加速美拉德反应,产生更多更丰富的香味前体物质。堆积结束的标志是整个堆表面均匀分布有5~10cm的白色霉菌,堆边和堆上的温度可达50℃左右。古贝春公司生产的酱香古贝元酒始于1982年,其工艺是茅台酒厂酿酒师杜安民先生所创,杜安民先生集茅台生产工艺结合北方气候创立了酱香古贝元生产工艺,经古贝春人20多年精心研究,结合科技,将传统的大甑小窖变为小甑大窖,并增加了冷天人造温室,适当增加酿造车间的湿度,改进了北方酿造车间的人造自然环境,使传统的酱香工艺适应了北方的气候特点。通过堆积及入窖后的温度跟踪记录,客观展现了酱香型白酒生产

收稿日期:2012-09-17

作者简介:杜新勇(1976-),男,工程硕士,现任古贝春集团有限公司副总,工程师,全国酒协白酒评酒委员。

优先数字出版时间:2013-02-05;地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/52.1051.TS.20130205.1456.003.html>。

过程温度的变化规律,同时通过对生物量的记录,从生物量变化角度上分析温度的变化原因。温度变化是白酒微生物发酵的外在表现,对其分析可以为进一步分析研究酱香微量成分产生阶段提供基础。

1 材料与方法

1.1 材料

酒醅样品:古贝春酱香古贝元生产车间二车间第1轮次、第3轮次、第4轮次、第5轮次堆积酒醅;入窖发酵酒醅温度的记录和对酒醅微生物的分析资料。

1.2 实验方法

1.2.1 温度跟踪测定

堆积过程温度测定:温度测定点选择为堆上、堆中、堆下、堆边,堆上(堆顶距表层5~15cm)、堆中(堆中间位置距表层50~60cm)、堆下(距表层50~60cm)、堆边(堆四周边缘距表层5~10cm)。整个窖池酒醅蒸馏结束

后为堆积0 d,24 h后测温为堆积1 d,后隔1 d测定1次,直至入窖。

入窖后温度测定点选择为表层以下1 m左右,入窖当天为入窖1 d,以后为2 d、3 d……30 d。测温仪器为济南雪娜斯仪器厂生产的数显型窖池测温器。

1.2.2 酒醅样品的采集

样品采集点同上,采集工具为自制取样器。

1.2.3 微生物分离培养及计数^[2]

微生物分离培养及计数采用稀释平板菌落分离计数法;酵母培养温度为30℃,采用酵母鉴定培养基;细菌培养温度为37℃,采用营养琼脂培养基。

酵母鉴定培养基1 L:酵母膏4 g,蛋白胨5 g,葡萄糖50 g,琼脂20 g,每1 L酵母培养基中加入储液A(40 mL)、B(1 mL),调pH6.5,121℃灭菌20 min后每1 L中加入C(1 mL),青霉素1 mL。

储液A:KH₂PO₄ 5.5 g,KCl 4.25 g,CaCl₂ 1.25 g,MgSO₄ 1.25 g,定容至400 mL。

储液B:FeCl₃ 0.5 g,MnSO₄ 0.5 g,定容至200 mL。

储液C:溴甲酚绿0.44 g溶于20 mL水与无水乙醇中(用量为1:1)。

青霉素:0.1 g青霉素溶于1 mL无菌蒸馏水中(1 L培养基)。

细菌液体培养基1 L:牛肉膏5 g,蛋白胨10 g,氯化钠10 g,调pH7.0。

2 结果与分析

2.1 酒醅堆积过程温度及微生物数量的变化

由于采用冬季人造温室的方法,冬季车间室温可以达到18℃左右。生产上起堆温度需根据季节气温变化予以相应调整,一般控制在25~28℃,堆积时间受季节影响,冬季在3~6 d,初夏一般为3 d左右。生产上判断堆积成熟与否的方法:一看堆积四周起温是否均匀且达到50℃左右;二看周围白色霉菌是否达到一定厚度且分布均匀。温度变化总体趋势是随堆积时间延长,温度逐渐上升,前期升温缓慢,后期升温快,堆心升温缓慢,表层升温快。从微生物角度分析,不同位置微生物生长情况有差异,微生物生长分解淀粉产热促进了堆积醅温度的升高,另一方面温度的升高在一定程度上又抑制微生物的生长,实验对细菌和酵母的生长情况做了统计。以第4轮次堆积酒醅5个窖池跟踪数据为例,说明堆积过程中温度及微生物量的变化。测温及取样过程尽量保证在相同位置。

2.1.1 堆上层温度及微生物数量的变化

酒醅堆积过程中堆上层温度变化见图1。从图1中可看出,初始堆积温度在25~30℃范围内,堆积过程前期0~1 d升温缓慢,2 d以后升温较快,3~4 d堆积结束时温度可达50℃左右。整个堆积过程上层升温幅度超过

20℃。酒醅堆积过程堆上细菌数量变化见图2,酵母数量的变化见图3。从图中可以看出,堆上细菌、酵母的生长情况相似,都是开始数量较少,在1 d以后大量生长,到2 d时生物量达到最大值,然后随时间的延长,生物量又慢慢减少。通过温度图与生物量图比较,生物量减少的过程正是堆上层温度快速上升的阶段,考虑微生物生长有最适温度生物量的较少与温度的升高存在必然的联系,即温度超过微生物生长最适温度时,一些种类的细菌和酵母大量死亡。通过细菌和酵母生物量比较发现,酵母生长繁殖能力超过细菌,比较容易富集。

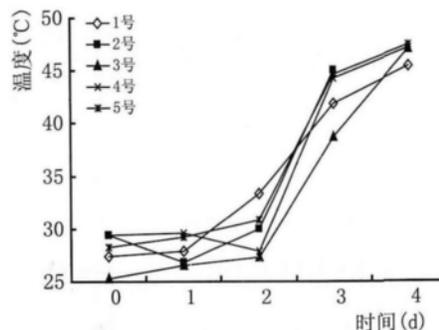


图1 第4轮次堆积堆上层温度变化

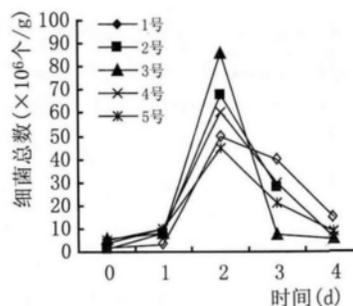


图2 第4轮次堆积堆上层细菌数量的变化

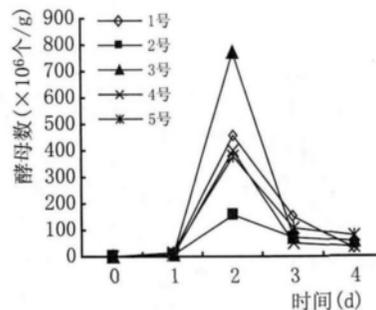


图3 第4轮次堆积堆上层酵母数

2.1.2 堆中层温度及微生物数量的变化

酒醅堆积过程中堆中层温度变化见图4,通过堆积中层温度的分析,中层初始温度一般在28~30℃范围内,和同一堆上层比较,温度略高,在初始的0~1 d间温度呈现较平稳或略有下降的趋势。1 d以后温度持续上升,总体升温趋势较为平缓,最终温度在35~40℃,升温幅度达7~10℃。酒醅堆积过程堆上层细菌数量变化见

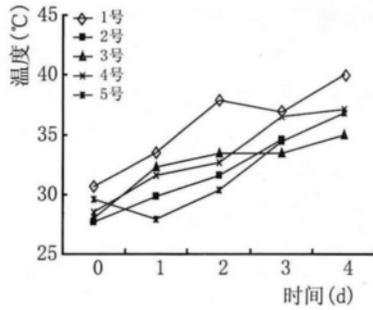


图4 第4轮次堆积堆中层温度变化

图5,酵母数量的变化见图6,堆中在开始阶段细菌便大量繁殖,堆积中层细菌数量较上层少。中层细菌生长曲线和堆积上层有明显差异,堆积上层细菌量最大值出现在第2天,而堆积中层细菌量最大值出现在第3天,考虑可能是上层温度变化和中层温度变化趋势存在差别的原因,中层最终升温达到 $35\sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$,适合细菌的生长,随后细菌数目下降的原因在于氧气的消耗,导致好氧菌的大量死亡。酵母在2d以后开始大量繁殖,第3天达到数量最大值,随后又逐渐减少,酵母的生长数量要远多于细菌。

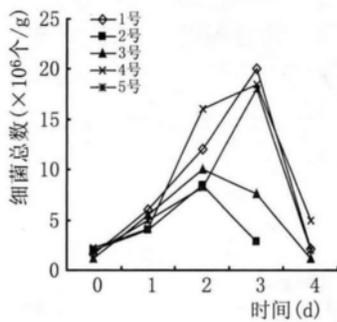


图5 第4轮次堆积堆中层细菌数量的变化

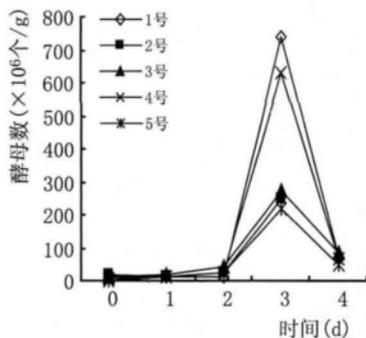


图6 第4轮次堆积堆中层酵母数

2.1.3 堆下层温度及微生物数量的变化

酒醅堆积过程中堆下层温度变化见图7,堆下层温度变化不大,最终温度和初始温度相比温度略有上升或基本持平。酒醅堆积过程堆下层细菌数量变化见图8,酵母数量的变化见图9。底层细菌和酵母生长曲线相似,细菌和酵母生长较平稳,最后阶段细菌和酵母数量仍然很多,考虑可能是厌氧菌较多的原因。

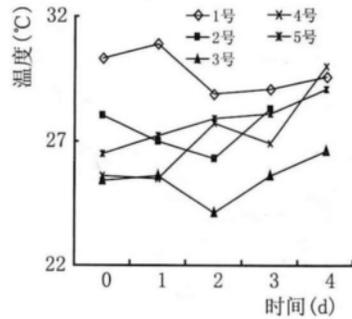


图7 第4轮次堆积堆下层温度变化

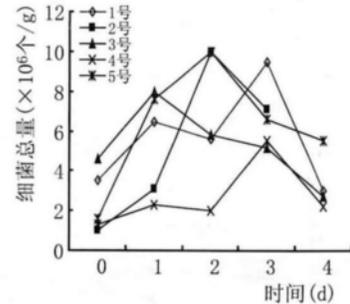


图8 第4轮次堆积堆下层细菌数

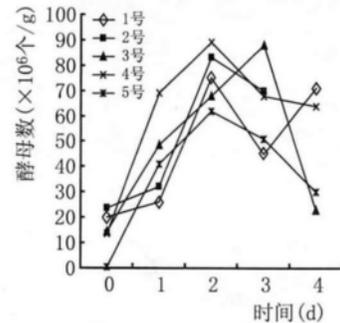


图9 第4轮次堆积堆下层酵母数

2.1.4 堆边温度及微生物数量的变化

酒醅堆积过程中堆边温度变化见图10,堆边温度的初始温度在 $25\sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间。0~1d温度变化不大,温度持平或略有下降,1~2d温度缓慢升高,2d以后温度升高幅度较大,最终温度在 $45\sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 内,升温幅度达到 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上。酒醅堆积过程堆下层细菌数量变化见图11,酵母数量的变化见图12。堆边细菌和酵母数量都明显多于堆上层、堆中层、堆下层,细菌和酵母在第1天开始大量生长,第2天开始急剧增加,到发酵末期生物量仍然保持较大的数量。堆积边缘空气较充足,适合好氧细菌和酵母的大量富集,随着温度的升高耐高温细菌大量富集。

2.1.5 堆上层、堆中层、堆下层、堆边温度变化及微生物数量对比分析

通过对堆积过程中温度变化的分析,温度变化最明显的是堆上层和堆边,两者温度变化的规律相似即0~1d温度变化不明显,1~2d缓慢升高,2d以后快速升高;堆下层温度变化不大;堆中层温度升高较为平缓,温度升高的幅度较堆边和堆上层小,最高可达 $37\sim 38\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

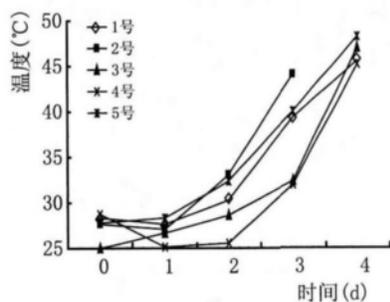


图10 第4轮次堆积堆边温度的变化

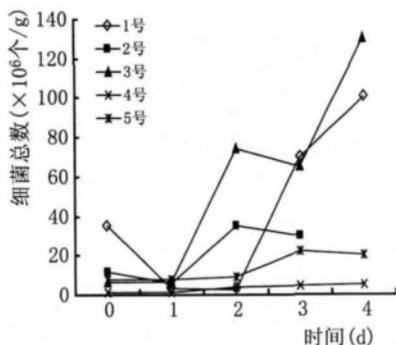


图11 第4轮次堆积堆边细菌数

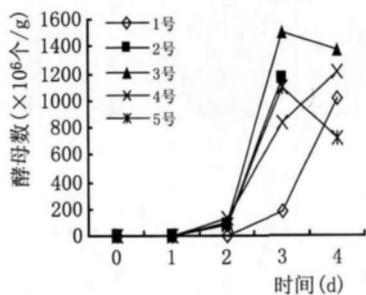


图12 第4轮次堆积堆边酵母数

通过生物量的分析,摊晾后堆积醅细菌和酵母量较少,空气和大曲中的微生物接种到酒醅上需要一定时间的活化阶段,当微生物达到一定数量后将以几何级数增长。同一位置的酵母数量要多于细菌,分析可能是酵母富集能力较强的原因。堆积最后阶段堆上层和堆中层微生物数量将逐渐减少,堆下层和堆边微生物保持一定的数量。细菌和酵母的大量繁殖会产生大量热量,导致温度升高。从图中可以看出,细菌的大量繁殖阶段要早于温度的上升阶段。通过温度的变化可以印证,温度升高应该是微生物生长繁殖产热造成,以好氧微生物繁殖产热为主,第1天是微生物活化期,由于数量相对较少,所以温度升幅不大。1d后形成大量微生物个体,产热较多,所以升温较迅速。从微生物数量上分析,堆积过程温度的变化很大程度上是由于堆积醅表层和上层细菌、霉菌、酵母的大量繁殖造成的。堆积过程中堆积醅表面形成一层白色霉菌,这层霉菌为入窖发酵提供大量糖化酶,保证淀粉类物质分解成小分子糖类。

2.2 入窖后酒醅温度和微生物数量的变化

入窖时,将堆积醅表层、堆中层和堆下层混匀后入窖,这样操作,一方面可保证入窖温度的均匀性,另一方面将表层霉菌分散开,便于霉菌产生的糖化酶在发酵过程中最大程度的发挥作用,分解糖类物质,同时不同的微生物也可以分散在不同层次。测定入窖后的温度,选择封泥下1m左右的位置,并尽量保证在相同的位置连续测定。酒醅入窖温度变化见图13,从图13中可以看出,入窖后温度基本稳定在35~36°C,开始阶段迅速上升,4~6d后温度升高到最高值40°C左右,温度会缓慢下降,最后降到28~30°C。入窖后细菌数量变化见图14,酵母数量的变化见图15,细菌和酵母数量总体呈下降趋势,由于糖类氧化产生二氧化碳和水以及在无氧条件下产生酒精的过程都会产生大量的热量,产酒精的主阶段温度也应该会升高,入窖温度的最高点应该是产热和散热达到平衡时。酱香型白酒生产入窖后在前期大量产生酒精,中后期产生酒精的量会相应减少,后期主要是微量成分合成和酯类物质进一步酯化过程。实际生产中缩短发酵周期可以提高酒的产量但口感质量降低,在一定程度上可以印证以上说法。入窖后,细菌的数量比酵母多,这与堆积过程情况相反。通过图可以看出,在前10d微生物的量迅速减少,分析应该是由氧气大量消耗而导致好氧菌大量死亡,使得存活下来的多数为兼性厌氧菌,所以在入窖发酵中后期,微生物的数量减少幅度较小或生物量较稳定^[3]。

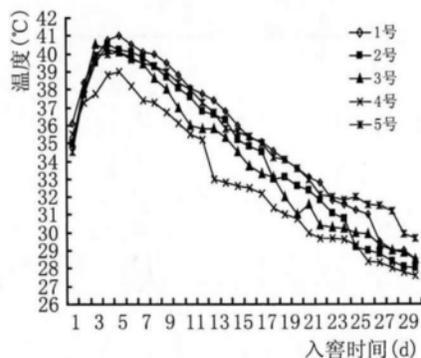


图13 第4轮次入窖温度变化图

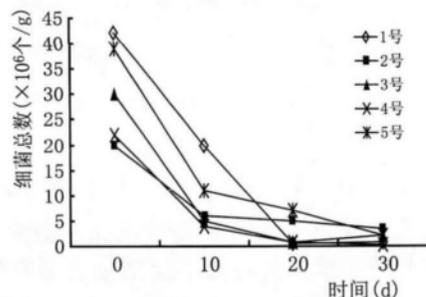


图14 窖池中细菌数量变化情况

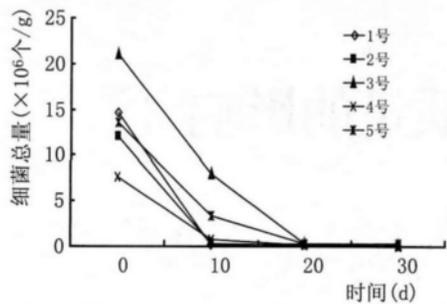


图15 窖池中酵母数量变化情况

3 小结与讨论

3.1 酱香古贝元酒生产在堆积过程中温度有较大幅度上升,堆积结束时,堆积表层和堆上层的温度可以达到 $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上。堆下层温度升幅较小,考虑堆下层微生物生长量较小,产热少,温度变化不大。堆上层和堆中层温度前期缓慢升高,后期温度迅速上升,考虑生物量生长过程,温度的变化滞后生物量的变化,堆上层和堆边的温度变化规律基本相似。入窖后温度在前6d内迅速上升至 $41\sim 42\text{ }^{\circ}\text{C}$,然后缓慢下降,经过30d发酵周期后温度下降至 $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右。入窖前期温度升高主要是由氧分解和糖类物质分解产酒精的过程中产生热量的原因,中后期由于产热分解反应减弱,温度在热传导的作用下缓慢降低。

3.2 堆积过程中酒醅中微生物数量增长较快,酵母富集能力要比细菌强,同一位置酵母数量一般多于细菌。堆积

过程堆底微生物数量较少且生长过程比较平稳,没有出现急速增加又快速减少的现象。堆上层和堆边在第1天时微生物数量开始大量生长,在第2天时微生物数量急剧增加,堆积的末期堆上层微生物数量出现快速减少的现象而堆边减少的幅度相对较小,分析可能是堆边富集了大量耐高温的细菌的原因。堆中层微生物数量增长过程较堆上层和堆边出现延后现象,可能是由于堆中层氧气含量不如堆边和堆上层多,所以限制了微生物的快速增殖,在细菌的数量上堆中层明显少于堆上层和堆边。入窖后,细菌的数量反而比酵母略多,在入窖发酵过程中细菌和酵母的数量都是在减少的,前10d微生物数量减少的幅度较大,10d以后减少幅度变小。分析入窖微生物的减少主要是因为氧气的消耗殆尽,好氧菌逐渐死亡,存活的主要是兼性厌氧菌。

3.3 对酱香型古贝元酒生产过程中温度及生物量变化的分析能更清楚的了解酱香型白酒生产过程不同阶段的发酵情况,为研究微生物的作用及微量成分形成提供参考,对微量成分形成的阶段和机理需进一步研究。

参考文献:

- [1] 周恒刚.酱香型白酒生产工艺的堆积[J].酿酒科技,1999(1): 15-17.
- [2] 沈怡方.白酒生产技术全书[M].北京:中国轻工业出版社,2007.
- [3] 唐玉明,姚万春,任道群,等.酱香型白酒窖内发酵过程中糟醅的微生物分析[J].酿酒科技,2007(12):50-53.

(上接第50页)

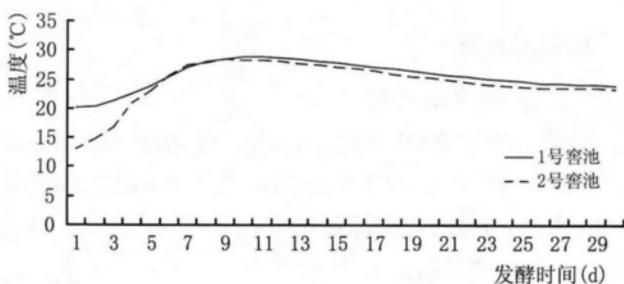


图3 第3轮试验二糙发酵温度变化曲线

度变化符合“前紧,中挺,后缓落”的变化规律,没有出现酒醅入池后温度先下降后上升的情况。而且顶火温度也在逐渐升高,1号窖池最高顶火温度达 $28.9\text{ }^{\circ}\text{C}$,2号窖池与之前相比,升温幅度也非常大,2号窖池的最高升温幅度为 $15.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

发酵结束后,2个窖池所产酒根据气相色谱分析与口感尝评结果显示,酒质明显优于前两轮试验所产的酒,乙酸乙酯和乳酸乙酯含量均较高,符合清香型大曲白酒的特征,而且产量也有所提高,可见地温对在黑龙江省酿造清香型大曲白酒的影响至关重要。

3 结论

通过试验,基本摸索出黑龙江省酿造清香型大曲白酒最适宜的生产工艺参数。实验表明,地温是东北地区酿造清香型大曲白酒非常重要的影响因素。由于东北地区常年温度及地温均比山西地区低,即使在夏季也能做到“低温缓慢发酵”。综合来看,“低温缓慢发酵”对产酒量及酒质均有重要作用,致使产酒量高、酒质好、酵母菌不易过早衰亡,使酵母菌产酒能力提升。但这并不表明,入池温度越低越好。由于东北地区冬季寒冷,地温偏低,若入池温度过低的话,会导致糖化发酵过程中升温过于缓慢,发酵温度偏低,不能适时顶火,并且糖化发酵也难以进行,会出现只有糖化,发酵缓慢或不发酵等情况,导致发酵不完全,出酒率低,并且酒质也较差,不够绵软,后味寡淡等等。

综上,要结合本地四季地温的变化规律总结出每个季节最适宜的入池温度,尤其是冬季。入池温度不可过高也不可过低,而且冬季还要做好相应的保温措施。

参考文献:

- [1] 沈怡方.白酒生产技术全书[M].北京:中国轻工出版社,1998: 332-345.
- [2] 章克昌.酒精与蒸馏酒工艺学[M].北京:中国轻工业出版社,1995:465-472.