

入窖七因素的变化规律及相互关系的研究(二):入窖温度

赖登燁 梁 诚

(四川水井坊股份有限公司,四川 成都 610036)

摘要: 根据浓香型白酒微生物发酵系统论的观点,通过实验详细论述了入窖温度与窖内发酵温度的关系,即在正常配料的情况下,入窖温度-升温速率、幅度及发酵顶温-窖内微生物系统演替过程,并根据实践,确定浓香型白酒生产在适宜条件下最佳入窖温度应在16~18℃。根据不同入窖温度下的配料及工艺控制要点研究,对进一步认识浓香型白酒生产传统工艺及实践有一定的指导作用。

关键词: 浓香型白酒; 微生物区系; 入窖温度; 发酵温度; 配料; 生产工艺

中图分类号:Q93-3;TS262.3;TS261.4 文献标识码:A 文章编号:1001-9286(2011)01-0033-04

Study on the Change Rules of Seven Factors for Pits Entry and Their Correlations (II): Pit Entry Temperature

LAI Deng-yi and LIANG Cheng

(Sichuan Shuijingfang Co.Ltd., Chengdu, Sichuan 610036, China)

Abstract: The correlations between pit entry temperature and fermentation temperature in pits, namely, the correlations between the rising rate and rising range of pit entry temperature and the maximum fermentation temperature and microbial evolution in pits in condition of normal ingredients, were elaborated through experiments based on microbial fermentation system theory of Luzhou-flavor liquor. The optimum pit entry temperature should be at 16~18℃ according to production practice. The study of the ingredients and key technical points in condition of different pit entry temperature was helpful for further understanding of the production of Luzhou-flavor liquor. (Tran. by YUE Yang)

Key words: Luzhou-flavor liquor; microflora; pit entry temperature; fermentation temperature; ingredients; production techniques

前文已说明,环境因素影响微生物的生长代谢。在生产上最常遇到的是温度、水分、氧气、pH、某些重金属离子、乙醇及发酵副产物等的影响,而由于浓香型白酒生产的特殊性,温度已成为影响生产工艺控制的关键。

1 浓香型白酒发酵过程中温度的变化及入窖温度范围的确定

1.1 温度与浓香型白酒发酵的关系

1.1.1 温度对浓香型白酒发酵中微生物区系的影响

在浓香型白酒生产中,糟醅入窖时,糟醅内的微生物种群较多,彼此间的数量差别不大^[1],主要微生物种类见表1。需要指出的是:

①对某一种类的微生物而言,最适生长温度并非固定不变,其受pH值、水活度、发酵界面以及培养基等诸多因素的影响。因此,在浓香型白酒生产实际中,微生物种类的最适温度也是有一定变化的。

表1 入窖糟醅微生物种群

类别	种类	代表菌种名	适宜温度范围(℃)
细菌类	芽孢杆菌	枯草芽孢杆菌	28~37
	乳酸菌	土生芽孢乳杆菌	30~40
	梭状芽孢菌	丁酸梭菌	30~37
	醋酸菌	恶臭醋酸杆菌	28~33
霉菌类	曲霉属	黑曲霉	30~37
	青霉属	青霉	30~33
	犁头霉属	犁头霉	33~35
	汉逊酵母属	异常汉逊酵母	28~30
德克酵母属	布鲁塞尔德克酵母		
假丝酵母属	产肮假丝酵母		
管囊酵母属	--		
酵母类	酵母属	酿酒酵母	
	卵孢酵母属	--	

②由于浓香型白酒生产的地域性特征差异,在浓香型白酒发酵过程中微生物区系的个别种类不尽相同,这

收稿日期:2010-11-24

作者简介:赖登燁(1948-),男,四川水井坊股份有限公司副总经理,高级工程师,教授级注册咨询师,中国白酒专家组专家,中国酿酒大师,首届中国白酒科学技术大会表彰的突出贡献科技专家,从事酿酒工作39年,获得部、省、市科技进步奖13项,发表科技论文30余篇。

也是浓香型白酒风格各异的原因所在。

③从系统论的角度讲,虽然微生物种类因地而异,在整个发酵过程中,微生物优势种群的演替依然呈现出相应的规律,这一点在总论中已经述及。

1.1.2 浓香型白酒固态发酵方式对温度的影响

浓香型白酒是采用泥窖固态发酵,随着微生物生长,会产生大量的热,由于固态发酵传热效率差,导致醅温急剧上升,从而影响微生物生长繁殖和代谢产物的产率。

事实上,由于浓香型白酒采用固态发酵的生产方式使发酵体系很难维持在最佳温度,实验证明,在进入浓香型白酒发酵主酵期后,醅层间温度差可超过3℃以上,实验结果见表2。

表2 浓香型白酒发酵过程醅层间的温度变化情况

发酵时间 (d)	上层糟醅 (℃)	中层糟醅 (℃)	下层糟醅 (℃)	窖壁糟醅 (℃)
0	18.2	17.0	17.8	17.8
3	21.3	20.2	19.4	18.8
6	26.0	27.2	27.8	24.4
10	29.2	30.9	33.4	30.2
15	27.6	29.5	32.7	29.2
20	24.3	26.8	30.6	27.5
30	21.6	23.3	28.3	25.8
40	17.5	20.8	24.8	23.7
70	13.9	16.7	18.9	14.3

由表2可以看出:

①在浓香型白酒发酵前期(0~3 d),各层糟醅均迅速升温,中、上层糟醅升温速率略大于下层及靠近窖壁的糟醅,即中、上层糟醅的微生物种群较下层糟醅更早进入生长期。这因中、上层糟醅的酸度低于下层糟醅,而含氧量高于下层糟醅,更利于好氧细菌、酵母菌生长繁殖。

②在进入主酵期(6~10 d)及发酵后期(30 d以后),下层糟醅的温度远高于中、上层糟醅,且其温度下降幅度也低于中、上层糟醅,这是由于浓香型白酒采用固态发酵方式,传导是窖内微生物生长、代谢所产生的热量传递的阻力所在。下层糟醅较高温度的保持对浓香型白酒下层糟醅的产酸、产酯有积极意义。

③靠近窖壁的糟醅的升温幅度及速率在整个发酵期间均低于下层糟醅而高于中、上层糟醅,其原因与窖壁的传热系数、生产时的踩窖方式以及糟醅中的微生物区系不尽相同有关。

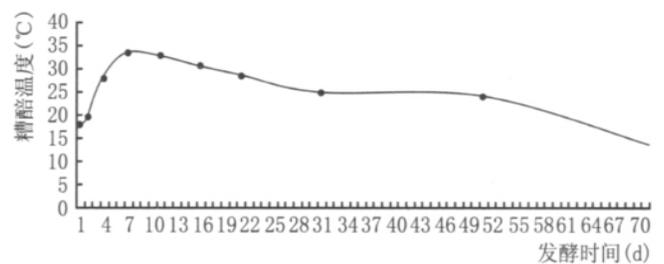
④由于固态发酵传质传热的特点,从发酵过程可以看出,糟醅的基质特征(黏度、颗粒大小)、水分含量以及疏松度不仅仅影响着窖内微生物,也直接影响着糟醅的传质传热系数,从而影响整个发酵过程中温度的变化,这些因素与实际生产中采用分层配料、分层蒸馏原因有关,同时,也是构建浓香型白酒发酵动力学模型的难点所在。

1.2 浓香型白酒发酵过程温度的变化规律及入窖温度范围的确定

在浓香型白酒的生产实践中,温度检测是酒醅入窖后了解发酵状况的最重要的手段,通过大量对窖内发酵温度检测结果以及窖内微生物区系研究结果的分析,使笔者对浓香型白酒入窖七因素中的核心——入窖温度的工艺控制有了更为科学而准确的认识。

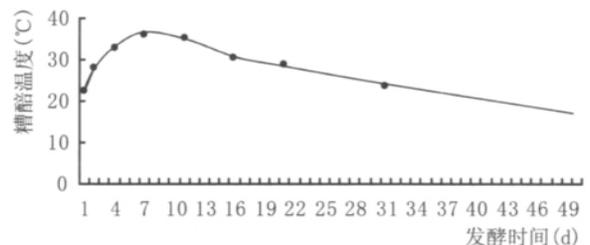
1.2.1 入窖温度与浓香型白酒发酵温度的关系

在浓香型白酒生产中,窖内温度的变化与入窖温度的高低有着直接的关系,通过实验,根据不同的入窖温度,绘制出差异明显的浓香型白酒发酵温度曲线,实验结果见图1~图3。



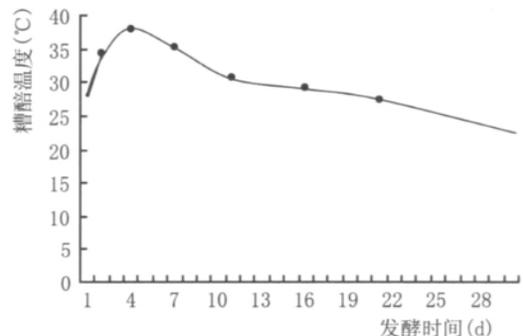
注:入窖温度 17.8℃,实验气温 12.7℃,地温 10.3℃,入窖时间:10月份。

图1 入窖温度 17.8℃ 发酵过程酒醅温度变化曲线



注:入窖温度 22.4℃,实验气温 23.7℃,实验地温 20.3℃,入窖时间 5月份。

图2 入窖温度 22.4℃ 发酵过程酒醅温度变化曲线



注:入窖温度 28℃,实验气温 35.2℃,实验地温 29.4℃,入窖时间 8月份。

图3 入窖温度 28℃ 发酵过程酒醅温度变化曲线

由于环境条件所限,本实验对更低的入窖温度条件实验缺失。周庆伍等^[2]进行了相关研究,实验数据见

表3。

表3 低温入窖发酵酒醅发酵过程温度变化情况

入窖温度(℃)	发酵达到的最高温度(℃)	温差(℃)
6~8	23~25	17~20
8~10	25~26.5	16~19
12~14	26~27	13~14
14~17	29~32	12~13.5
17~20	31~35	11~12.5

由表3实验数据表明:

①实验气温及地温对整个发酵过程中窖内发酵温度无明显影响。在正常配料下,窖内发酵温度曲线均呈现出升温-稳定-回落的三段式特征。从浓香型白酒发酵系统论的角度而言,这与总论中所述浓香型白酒发酵系统中微生物区系的演替是按照一定方向进行的论点相符。

②入窖温度对窖内发酵温度的升温速率有明显的影响。在18℃以上,随着入窖温度的升高,发酵温度升温速率明显加快,同时温度回落速率也快,稳定期缩短;入窖温度越低,升温越慢,在6℃以下,糟醅升温时间甚至达到45d以上^[2]。

③入窖温度与发酵顶温的高低及升温幅度有关,入窖温度高,则发酵顶温越高,而升温幅度随入窖温度的升高而减小,反之亦然。由于顶温不足,产酸细菌的繁殖及酯化反应受阻,因此,入窖温度在14℃以下时,虽然出酒率有所上升,但酒质下降。

1.2.2 对传统工艺中“低温入窖”的认识

从长期的生产实践中总结出了“低温入窖”的工艺控制要点,通过对糟醅以及所产酒质的感官检测,证明了合理控制入窖温度的必要性。入窖温度与酒醅发酵过程的感官及其产酒的关系见表4。

表4 入窖温度与发酵过程酒醅感官及其产酒关系

温度	入窖温度过高	入窖温度过低
糟醅	母糟黑硬、酸度大,冲头大(酒味大)	母糟色嫩,黏度大
黄水	呈黑色,清亮,酸而不涩,有甜味	黏度大,现花
酒质	酒味糙辣、淡薄,香气短	甜味重,香味差,产质量下降

从表4表明,合理控制入窖温度,可以使:

①糟醅发酵升温缓慢,升温幅度大,可达15℃左右,主发酵期可长达15d左右。发酵温度一般不高于35℃左右,加之缓慢升温,吹口不猛,酒精和挥发性香味物质损失少。发酵较彻底,出酒率高,且酒质好。

②抑制有害杂菌的生长繁殖。根据浓香型白酒发酵系统的控制原理,可以通过控制入窖温度以控制窖内微生物优势菌群的演替。随着窖内温度的升高,细菌类才开

始进入优势菌群,利用糖类代谢生酸,低温入窖可以使酵母菌等有益菌生长繁殖健壮,而且达到30~35℃时,窖内发酵已基本完成,故乳酸菌等杂菌对产量影响小。

③窖内生酸、温度幅度小。由于低温入窖,生酸菌生长受到阻碍,故生酸少,而淀粉、糖度、酒精的损失少,且母醅正常,有利于下排生产。

④提高酒质,有利于醇甜物质与酯类物质的生成。

酵母菌在厌氧条件下进行酒精发酵的同时,产生以甘油(丙三醇)为主的多元醇,增强了酒的甜味感。而多元醇往往是在酵母活动末期产生。缓慢发酵,即发酵时间适当延长,这样有利于酒中甜味物质的形成(如多元醇外,还有联酮、三羧基丁酮、2,3-丁二醇等,它们可以相互转化)。反之,入窖温度高,酵母易早衰、死亡,醇甜物质生成量就会减少。

从酯类物质的生成来看,酯类在窖内生成十分缓慢,如果入窖温度过高,发酵速度加快,窖温上升猛,产酸菌大量繁殖,使酒醅酸度上升,酒精含量少,形成酸多酒少的结果,对产酯极为不利。

1.2.3 入窖温度范围的确定

综上所述,发酵温度的变化体现了浓香型白酒生产中窖内微生物系统的演替变化过程,从微生物生理学角度来讲,温度的变化必然会影响到微生物体内所进行的多种生物化学反应。适宜的温度能刺激生长,不适的温度会改变微生物的形态、代谢等,甚至导致死亡。具体表现在两个方面:一方面,随着微生物所处环境温度的升高,微生物细胞中的蛋白质和酶活性增强,生物化学反应速度加快,生长速率提高;另一方面,随着温度上升,微生物细胞中对温度较敏感的组成成分(如蛋白质、核酸等)会受到不可逆的破坏。超过最适温度以后,生长速率随温度升高而迅速下降,并最终导致死亡。而在浓香型白酒生产实践中,入窖温度是影响其变化的重要因素。根据实践及上述实验数据,可以确定出合理的入窖温度范围:最佳入窖温度为16~18℃。考虑到生产实际,建议合理的入窖温度为:冬天和初春为16~18℃;夏天和热季为平地温或低地温1~2℃。地温是指靠近窖池阴凉干燥的地面温度。当地温高于28℃以上时,对浓香型白酒生产已极为不利,一般应当停产或采用调整生产时间等其他方法。

2 浓香型白酒配料与入窖温度的关系

在总论中,已经述及入窖温度是影响浓香型白酒生产配料的关键因素。一年四季生产的配料(如配糠、配量水、配粮、配曲)都是以入窖温度为依据,即配料随温度的变化而变化,并由于其相互制约、相互联系的关系而构成一个有机整体。相关论述在后续文章中加以说明,现根据

实际操作将其列入表5。

表5 浓香型白酒配料与入窖温度的关系 (%)

项 目	旺季 (14~18 ℃)	淡季 (20 ℃以上)	平季 (17~19 ℃)
入窖淀粉浓度	19~22	16~19	18~20
入窖酸度	1.7~1.8	2.0	1.9
水分含量	53左右	56	54
辅料(糠)用量	23~25	20~22	22~24
曲药用量	23~25	20~22	22~24

3 浓香型白酒生产中有关入窖温度控制的工艺控制要点

3.1 坚持“低温入窖”的工艺控制原则

地温在 20 ℃ 以下时,入窖温度为 16~18 ℃;地温在 20 ℃ 以上时,入窖温度平地温或低于地温 1~2 ℃。

3.2 合理配料

根据入窖温度确定入窖糟醅的酸度、淀粉、水分的大小。

3.3 根据发酵周期调整入窖温度

发酵周期不同,入窖温度亦应在相应范围内调整:一般而言,发酵周期长,入窖温度应降低,反之则高。

3.4 甑间入窖温度控制

甑与甑之间的入窖温度应基本一致,相差在 1 ℃ 之内,温度要求均匀、准确。

3.5 面糟入窖温度控制

地温在 20 ℃ 以下时,第一甑糟醅(窖底)应高于规定温度 3~5 ℃ 入窖,有利于升温;面糟入窖温度也可适当提高 1~2 ℃,这样能起到保温产酒效果,对保障糟醅正常发酵有好处。

3.6 夏季性生产入窖温度控制

.....

(上接第 32 页)

中性(6.5~8.0),但也有例外,如胃蛋白酶的最适 pH 值为 1.5,而 β -葡聚糖酶的最适 pH 值大多偏酸性(4~5)。实验结果表明, β -葡聚糖酶的最适 pH 值为 4.8,在 pH 值 4~6、温度 50~60 ℃ 时作用效果最佳。 β -葡聚糖酶在 pH2 和 pH8 的缓冲液中浸泡 4 h 后,酶活分别保留 73% 和 64%,受 pH 值影响较小,酶活相对比较稳定。

参考文献:

- [1] 顾国贤. 酿造酒工艺学[M].北京:中国轻工业出版社,1996.
- [2] 陆健. 酿造微生物木聚糖酶的研究[D].无锡:江南大学,2002.
- [3] 陈日云. 啤酒的稳定化处理[J].啤酒科技,2010,(2):58.
- [4] Magdalena wrobel-Kwiatkowska,Katarzyna Lorenc-Kukula, Michal Starzycki,Jan Oszmianski,Ewa Kepczynska,Expression of β -1,3-glucanase in flax causes increased resistance to fungi

夏季生产因气温高,入窖温度能低则低,一般平地温或低 1~2 ℃ 为宜,多数厂采用停产检修或调整为夜间生产的办法,而不能采用违背规律地强行降温,这是因为:

①通过延长摊凉时间,降温会造成淀粉糊化后的逆转,从而造成淀粉无法被利用;

②热季摊凉,晾糟机上糟醅层较薄,若停机吹凉,会使淀粉老化程度加重;

③摊凉时间过长,水分大量损失,会造成入窖水分不足;

④摊凉时间过长,会使杂菌感染多,从而造成窖内发酵升温猛,升酸幅度大,产、质量下降。

4 小结

入窖温度是浓香型白酒生产工艺控制的关键。在实际生产中,由于生产环境的不同,生产工艺参数亦有变化。只有通过对浓香型白酒发酵微生物系统的进一步研究认识,才能理解浓香型白酒传统工艺之精髓,从而结合实践经验,在生产中根据糟醅实际状况,把握入窖温度这一关键控制要素,使浓香型白酒生产达到优质高产的目的。
(未完待续)

参考文献:

- [1] 张文学,乔宗伟,胡承,王忠彦.PCR 技术对浓香型白酒糟醅细菌菌群的解析[J].四川大学学报,2005,(5):82-87.
- [2] 周庆伍.白酒固态发酵温度变化与产、质量关系的研究[J].酿酒,2008,(6):62-64.
- [3] 沈怡方.白酒生产技术全书[M].北京:中国轻工业出版社,1998.
- [4] 李大和.白酒勾兑技术问答[M].北京:中国轻工业出版社,2006.
- [5] 赖登辉.浓香型白酒生产中“增己降乳”科学、合理性的研究[J].酿酒,2007,(5):4-7.

[J].Physiological and Molecular Plant Pathology 2004,(65): 245-256.

- [5] Tere sa Sanchez-Ballesta,M.Jose Gosalbes,M.Jesus Rodrigo,Antonio Granell,Lorenzo Zacarias.Characterization of a β -1,3-glucanase from citrus fruit as related to chilling-induced injury and ethylene production[J].Postharvest Biology and Technology 2006,(40):133-140.
- [6] 徐斌.啤酒工业的原辅材料与啤酒酿造质量[J].啤酒科技,2004,(10):7-16.
- [7] 李永仙,尹象胜,陆健,顾国贤.刚果红法测定麦汁和啤酒中的 β -葡聚糖[J].无锡轻工业大学学报,1997,7(1):8-13.
- [8] 邹东恢,江洁. β -葡聚糖酶的开发与应用研究[J].农产品加工学刊,2005,(8):7-9.