

酒精厂酒糟滤液全回流新工艺 固形物循环分析

吴 星 章克昌

(发酵工程系)

摘要 提出以固形物回流比 X 作为描述酒糟粗滤液全回流工艺的参数,并推导了固形物回流比 X 与体积回流比 Y 及酒糟、滤液和滤渣固形物含量的关系。证明酒糟、滤液和滤渣固形物含量在全回流无限循环时存在极限。

关键词 固形物回流比;全回流;酒糟滤液;酒精发酵

0 引 言

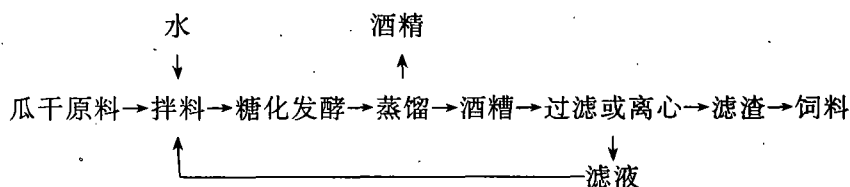
酒糟粗滤液全回流新工艺是一种较好的处理酒精厂酒糟污染的方法^[1]。其主要过程是将酒糟用滚筒筛或离心机进行固液分离,滤渣排出作饲料,滤液作为拌料用水循环使用。酒糟滤液全回流新工艺具有投资少,设备和工艺简单,节约生产用水,无二次废水污染和占地面积小等优点。酒精厂排出的酒糟中含有约5%的固形物,在全回流过程中酒糟经固液分离,一部分固形物随滤渣排出,一部分固形物随滤液返回生产系统,使下一循环的酒糟的固形物有所升高,如此不断循环回用下去,是否生产系统的固形物含量会无限升高呢,已有对可溶性固形物循环使用的分析报道^[2],但假定不溶性固形物被完全分离,实际生产很难做到。我们根据生产实际不区分可溶性和不溶性固形物,提出了固形物回流比 X 作为描述酒糟滤液全回流的参数。分析结果证明,酒糟、滤液和滤渣的固形物量在全回流过程中存在极限,即能达到平衡;不会无限升高,因此从理论上讲,酒糟滤液全回流过程能无限循环下去。

1 酒糟滤液全回流新工艺固形物循环分析

1.1 酒糟粗滤液全回流工艺过程

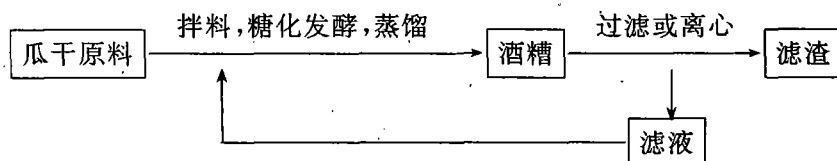
酒糟粗滤液全回流工艺过程如下图所示:

收稿日期:1993-07-07



1.2 酒糟滤液全回流的固形物循环过程

酒糟滤液全回流的固形物循环过程如下图所示:



1.3 固形物循环分析

设酒精厂原酒糟量为 D 升, 原酒糟固形物(包括可溶和不溶性)含量为 $d(w/v)$, 则原酒糟中固形物为 Dd 公斤。

定义滚筒筛或离心机对酒糟进行固液分离后的固形物回流比为 $X(\%, W/W)$

$$X = \frac{\text{滤液中固形物量 } F_w(k_g)}{\text{酒糟中固形物量 } D_w(k_g)} \quad (1)$$

则回用中每一循环的固形物量(kg)的分布情况如表 1。

表 1 酒糟滤液全回流各回用次数中固形物量的分布

回用次数	酒糟固形物量 $D_w(k_g)$	滤液固形物量 $F_w(k_g)$	滤渣固形物量 $R_w(kg)$
0	Dd	DdX	$Dd(1 - X)$
1	$Dd + DdX$ $= Dd(1 + X)$	$Dd(1 + X)X$ $= Dd(X + X^2)$	$Dd(1 + X) - Dd(X + X^2)$ $= Dd(1 - X^2)$
2	$Dd + Dd(X + X^2)$ $= Dd(1 + X + X^2)$	$Dd(1 + X + X^2)X$ $= Dd(X + X^2 + X^3)$	$Dd(1 + X + X^2) - Dd(X + X^2 + X^3)$ $= Dd(1 - X^3)$
3	$Dd + Dd(X + X^2 + X^3)$ $= Dd(1 + X + X^2 + X^3)$	$Dd + Dd(1 + X + X^2 + X^3)X$ $= Dd(X + X^2 + X^3 + X^4)$	$Dd(1 - X^4)$
...	...	...	...
n	$Dd(1 + X + X^2 + \dots + X^{n-1})$ $= Dd(1 - X^n)/(1 - X)$	$Dd(X + X^2 + \dots + X^n)$ $= DdX(1 - X^{n+1})/(1 - X)$	$Dd(1 - X^{n+1})$
$n \rightarrow \infty$	$Dd/(1 - X)$	$DdX/(1 - X)$	Dd

即酒糟、滤液和滤渣中的固形物量 D_w , F_w 和 R_w 随回用次数 n 的变化为:

$$D_w = Dd(1 - X^{n+1})/(1 - X) \quad (2)$$

$$F_w = DdX(1 - X^{n+1})/(1 - X) \quad (3)$$

$$R_w = Dd(1 - X^{n+1}) \quad (4)$$

全回流平衡时, 酒糟、滤液和滤渣中的固形物量 D_e , F_e 和 R_e 为:

$$D_e = Dd/(1 - X) \quad (5)$$

$$F_e = DdX/(1 - X) \quad (6)$$

$$R_e = Dd \quad (7)$$

由表1可看出, 固形物在全回流各循环中为级数分布且收敛, 说明固形物在回流中不会无限增加, 全回流能达到平衡。达到平衡时, 酒糟、滤液和滤渣中的固形物量分别以各初始固形物量 $1/(1 - X)$ 倍为极限。

因此, 当固形物回流比 X 确定后, 固形物在酒糟、滤液和滤渣中的分布就决定了。例如当固形物回流比 X 分别为 0.30 和 0.60 时(设原酒糟量 $D = 100L$, 原酒糟固形物含量 $d = 4.25\%$), 固形物在全回流各循环中的分布如图1和图2所示:

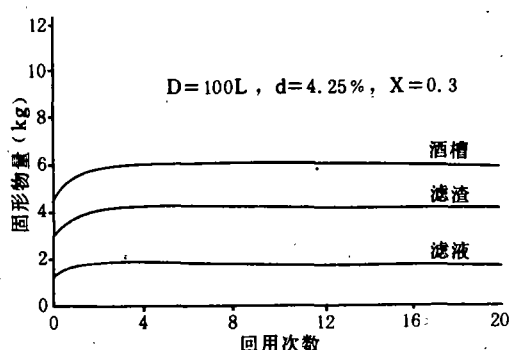


图1 $X = 0.3$ 时固形物在酒糟、滤液和滤渣中的分布

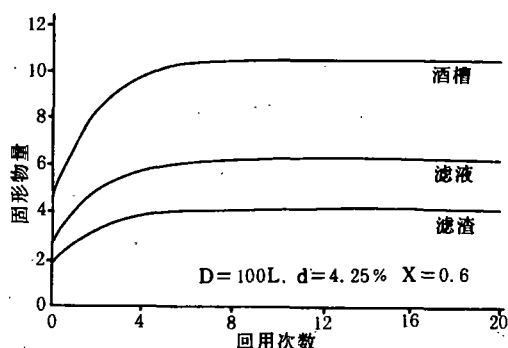


图2 $X = 0.6$ 时固形物在酒糟、滤液和滤渣中的分布

由图1和图2可知, 当改变固形物回流比 X 时, 可以改变滤液中的固形物量。当固形物回流比 X 为 0.3 时, 平衡时滤液和酒糟中的固形物少, 达到平衡只需回流 2~3 次即可, X 为 0.6 时, 滤液和酒糟中的固形物多, 达到平衡需回流 5~6 次。但 X 不管是多少, 达到平衡时, 滤渣中的固形物都一样, 因为根据(7)式, R_e 与 X 无关。

我们也可以用固形物的百分含量(w/v)来表示随回用次数的变化。因为固形物的百分含量比较容易测量。

设酒糟、滤液和滤渣中的固形物含量(w/v)分别为 d' , f' 和 r' , 滤液量为 F 升, 则滤渣量为 $(D - F)$ 升, 将(2)(3)(4)式分别除以其体积得:

$$d' = d(1 - X^{n+1})/(1 - X) \quad (8)$$

$$f' = DdX(1 - X^{n+1})/(1 - X)F \quad (9)$$

$$r' = Dd(1 - X^{n+1})/(D - F) \quad (10)$$

设平衡时酒糟、滤液和滤渣中的固形物含量分别为 d_e , f_e 和 r_e , 同样可得:

$$d_e = d/(1 - X) \quad (11)$$

$$f_e = DdX/(1 - X)F \quad (12)$$

$$r_e = Dd/(D - F) \quad (13)$$

定义体积回流比 $Y = \text{滤液量} / \text{酒糟量}(v/v)$

即:

$$Y = F/D$$

$$F = YD \quad (14)$$

代入(11),(12),(13)式,得平衡时滤液和滤渣的固形物含量分别为:

$$d_e = d/(1 - X)YD \quad (15)$$

$$f_e = F = dX/(1 - X)Y \quad (16)$$

$$r_e = d/(1 - Y) \quad (17)$$

上述公式中, D 和 d 由初始条件决定, 而 f_e (或 r_e) 和 Y 及 X 相关。

因此, 可以通过改变体积回流比 Y 和滤液固形物含量 f_e (或滤渣的固形物含量 r_e) 来控制固形物回流比 X 。

同样, 也可以改变固形物回流比 X 和体积回流比 Y 来控制滤液固形物含量 f_e (或滤渣的固形物含量 r_e)。

我们在山东莒县酒厂进行了酒糟粗滤液全回流试验, 其中酒糟、滤液和滤渣固形物含量随回流次数的变化如图 3 所示。

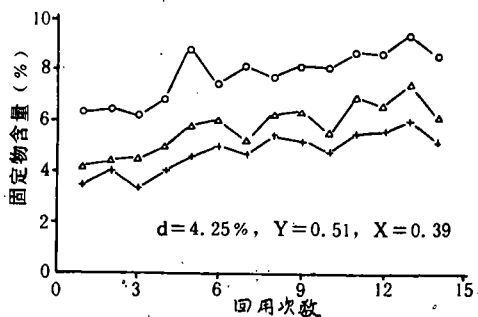


图 3 全回流实验中实际固形物含量随回流次数的变化

—+— 滤液 —△— 酒糟 —□— 滤渣

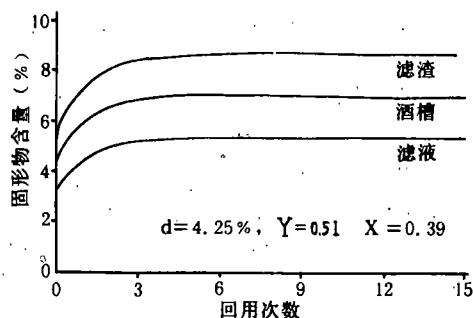


图 4 $Y = 0.51, X = 0.39$ 时理论固形物含量随全回流的变化

在全回流平衡时, 滤液的固形物含量 f_e 约为 5.4%, 滤渣的固形物含量 r_e 约为 8.65%, 根据(3),(4)式可算得: $Y = 0.51, X = 0.39$, 其理论固形物含量随全回流的变化如图 4 所示, 和试验结果基本相符。

以上公式对生产上控制平衡时的固形物含量, 确定 X 很方便。例如希望全回流平衡时滤渣固形物含量 $r_e = 12\%$, 滤液固形物含量 $f_e = 2\%$, 根据(16),(17)式即可算出 $Y = 0.646, X = 0.233$, 控制好 X , 就能达到所需的固形物含量。

2 结果与讨论

在酒糟滤液全回流工艺中, 酒糟、滤液和滤渣中的固形物量随着回用次数无限增加而存在着极限, 因而可以达到平衡, 其极限值为酒糟、滤液和滤渣各初始固形物量的 $1/(1 - X)$ 倍, 因此从理论上说, 只要固形物对发酵不抑制, 全回流工艺就能无限循环下去。

固形物回流比 X 决定全回流中酒糟、滤液和滤渣中固形物的分布, 可用来描述酒糟粗滤液全回流固形物分布的一个指标。

固形物回流比 X 和体积回流比 Y 及平衡时滤液(或滤渣)中的固形物含量有关。根据本文公式, 只需测出回用过程中或平衡时的酒糟、滤液及滤渣的固形物(不必区分可溶性和不溶性固形物)含量(w/v), 就可计算出固形物回流比 X 和体积回流比 Y , 或固形物绝对

量。确定 X 和 Y 后,就可预测全回流过程中或平衡时的酒糟、滤液和滤渣的固形物含量。

固形物回流比 X 越小,滤液中固形物越少,对全回流越有利。而 X 主要由分离设备决定。因此在分离设备和能耗许可的条件下,应使 X 尽可能的小。 X 一定时,增大回流比 Y 可提高滤渣的固形物含量 r_e 。

参 考 文 献

- 1 无锡轻工业学院,山东莒县酒厂. 薯类原料生产酒精节能、固液分离及综合利用新技术鉴定材料. 1989,10
- 2 莫锡荣. 酒精工业. 1986,2:51~56

Analysis on Recyclig Process of Solid of Distillage : Filtrate from Ethanol Fermentation

Wu Xing Zhang Kechang
(Dept. of Fermn. Eng.)

Abstract The solid recycling rate X was used as the parameter for describing recycling process of solid of distillage filtrate from ethanol fermentation. The relations of the solid recycling rate, the volumn recycling rate Y and the solid content of distillage, distillage filtrate and filtration residue was studied. Results show that the limit of solid content of distillage, distillage filtrate and filtration residue exists when distillage filtrate is recycled infinitely.

Key-words Solid recycling rate; Recycling; Distillage filtrate; Ethanol fermentation