

製糖副産物からのカリウム分離技術の開発

—三番蜜を原料とした醸造酢の製造—

食品・化学部 ○安藤浩毅, 古川郁子, 松永一彦, 向吉郁朗

1. はじめに

製糖工場より排出されるバガスや三番蜜等の製糖副産物は、本県の有用なバイオマス資源の1つである。現在、バガスのほとんどは粗糖製造における燃料に利用され、また三番蜜は県外の業者に販売され、配合飼料原料として利用されている。しかし、さらに付加価値の高い利用が求められている。そこで本研究では、三番蜜の付加価値の高い利用の一つとして醸造酢原料としての利用を検討した。

今回、発酵阻害や味(苦みやえぐみ成分)の原因となっているカリウム(以下、Kとする)について、鹿児島県産の天然ゼオライトを用いた分離方法を検討したので報告する。

2. 実験方法

2. 1 供試試料

供試試料として、糖蜜は徳之島産の三番蜜を用い、天然ゼオライトは鹿児島ライト(20メッシュ以下)を使用した。天然ゼオライトの成分組成は表1に示すとおりであり、あらかじめ十数回の蒸留水で洗い、105°Cで乾燥したものをを用いた。

2. 2 天然ゼオライトのイオン交換能試験

純水で希釈した三番蜜(Brix: 16.0, 糖濃度: 10wt%, K濃度: 1.36wt%)を10本のスクリーキャップ付きの試験管に10mLずつ加え、それぞれ1~9gの天然ゼオライトを添加後、攪拌(150 min⁻¹, 1hr)を行い、液に含まれるK濃度を測定した。

2. 3 発酵試験

三番蜜を所定濃度に純水で希釈した後、希釈液100に対して重量比0~120の割合で天然ゼオライトを加えてK分離を行い、滅菌後、当センター保有の酵母(*Saccharomyces cerevisiae*)を植菌し、アルコール発酵がほぼ終了した時点(4~5日後)で酢酸菌(*Acetobacter pasteurianus*)を植菌した。発酵経過を見るために、アルコール発酵では1日間隔で1mLのサンプリングを行い、酢酸発酵では10日~2週間間隔とした。なお、酢酸発酵に関しては、目視にて生育が認められない場合、必要に応じて2~3回の植菌を行った。

2. 4 分析方法

糖およびエタノールはHPLCにより測定を行い、酢酸はNaOHによる中和滴定法により測定した。また、陽イオンおよび陰イオンは、イオンクロマトグラフで測定した。

3. 結果および考察

3. 1 天然ゼオライトのイオン交換能

図1に示されるように、糖濃度を10wt%に調整した三番蜜(K濃度: 1.36wt%)では、10mLの希釈糖蜜に対して、等重量の天然ゼオライトを添加することで、9割以上のKを吸着することがわかった。

表1 天然ゼオライトの成分組成

けい酸(SiO ₂)	66.18 %
酸化アルミニウム(Al ₂ O ₃)	15.26 %
酸化ナトリウム(Na ₂ O)	9.15 %
酸化カリウム(K ₂ O)	5.44 %
酸化カルシウム(CaO)	4.22 %
酸化鉄(Fe ₂ O ₃)	2.31 %
酸化マグネシウム(MgO)	1.05 %
チタン(TiO ₂)	0.57 %
燐酸(P ₂ O ₅)	0.23 %
水分(H ₂ O)	6.46 %

引用文献: (株)アクシーズのホームページ

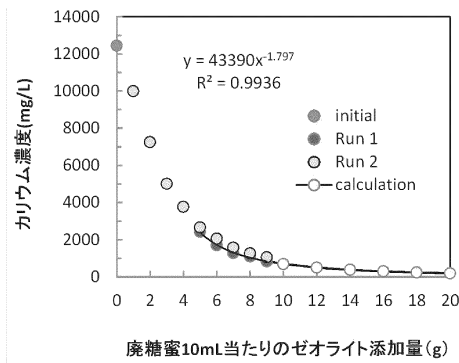


図1 天然ゼオライトのカリウム吸着効果

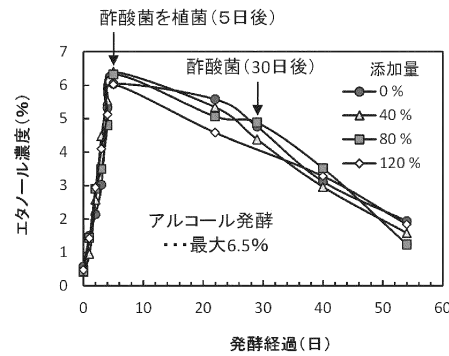


図2 天然ゼオライトで処理した糖蜜の発酵経過

また、Run 1 および Run 2 の指数近似式から、天然ゼオライトのK置換容量は、 $6.8 \text{ ng} / 1 \text{ g} (= 1.36 * 0.1 / 20 * 1000)$ となるが、天然ゼオライトはポーラスであるため、添加量が多くなると液が保持され回収率が下がるので、回収量とのバランスを考慮する必要がある。

3. 2 発酵経過および醸造酢の試作

酢酸濃度6~7%を目標とするため、三番蜜の糖濃度を21wt%に調整し、希釈糖蜜100に対して、重量比0, 40, 80, 120の割合で天然ゼオライトを加えてK分離を行った後、アルコール発酵、酢酸発酵を行った。その結果、図2に示されるように、アルコール濃度は5日目で最大6.5vol%となり、酢酸菌添加後にエタノール濃度は徐々に下がった。この結果から、酢酸の生成が期待されたが、表2に示されるように2ヶ月経過後の酢酸濃度は1.2~1.3 wt%であった。そこで、酢酸発酵が進む条件(糖濃度:10wt%)で再度発酵試験を行った。その結果、表3に示されるようにゼオライトを添加しない無添加の糖蜜と30%添加した糖蜜で、それぞれ3.44%, 3.29%の酢酸が生成した。一方、60%以上のゼオライトを添加した糖蜜では酢酸発酵は進まなかった。イオンクロマトグラフによる分析から、Na, Ca, Mgのイオンが検出されたことから、K分離に伴う天然ゼオライトからの陽イオン(表1)の溶出が考えられた。塩濃度が発酵阻害の要因とは考えにくい。酢酸菌はデリケートな細菌であり、その培養は難しいことが知られていることから、三番蜜を原料とする場合は、培地組成をさらに検討する必要がある。以上の結果を基に、酢酸発酵が進む10%糖濃度の糖蜜を原料として、30%の天然ゼオライトを添加してK除去を行い、醸造酢の試作を行った結果、食酢としてはやや酢酸濃度が低かった(酢酸濃度:4 wt%程度)が、Kの苦みやえぐみが抑えられ、適度な塩味を有する良質の食酢が得られた。

4. おわりに

三番蜜を醸造酢の原料として利用するにあたり、酢酸濃度を上げるための課題は残されたが、天然ゼオライトによりKの一部を除くことで、香味の良い醸造酢を製造することができた。

最後に、本研究を進めるにあたって、南西糖業(株)より三番蜜を、(株)アクシーズケミカルより鹿児島ライトを提供していただいた。ここに記して謝意を表す。

表2 糖濃度21wt%における最終酢酸濃度

ゼオライト添加量 (%)	無添加	40	80	120
酢酸濃度 (wt%)	1.23	1.29	1.29	1.16

表3 糖濃度10wt%における発酵経過

ゼオライト添加量 (%)	無添加	30	60	90
4日後のアルコール濃度 (vol%)	3.74	3.74	3.78	3.66
12日後の酢酸濃度 (wt%)	3.44	3.29	1.32	1.68
20日後の酢酸濃度 (wt%)	—	—	2.68	0.96