

乳酸発酵による麦焼酎粕を用いた廃棄飲料の再資源化

○國分修三 西村貴志 平田 誠
大分大学 工学部技術部 kokubu@oita-u.ac.jp

【研究背景】

廃棄飲料には、販売過程において売れ残り及び賞味期限間近になったものやポストミックス型販売機の濃縮原料などがある。この廃棄飲料には糖類や有機物が豊富に含まれているが、これらの廃棄飲料処理は、リサイクルにおいても高コストのため、有機廃水処理が大部分を占めており、有効利用されていないことが現状である。

また、麦焼酎粕は水分率 80 %以上、BOD 値で数万 ppm と高濃度の有機物を含むため、その処理は極めて困難である。麦焼酎粕を自然発酵させると発酵速度が遅い問題があり、このため糖源の添加が必要となる。しかし、麦焼酎粕にはタンパク質や炭水化物、アミノ酸類、ビタミン類などの栄養源を豊富に含んでいる。

そこで本研究では、乳酸発酵の糖源として廃棄飲料による有効利用の可能性と乳酸発酵における窒素源として麦焼酎粕の代替利用について検討した。

【実験操作】

乳酸発酵に用いた乳酸菌は *Lactobacillus rhamnosus* 及び *Lactobacillus pentosus* を用いた。乳酸発酵には三角フラスコを用い、調製した培地は滅菌処理（オートクレーブ処理・120 °C、20 分）を行った後に、前培養液と糖源が廃棄飲料では麦焼酎粕を添加した。また、前培養液と糖源がグルコースでは酵母エキス (15 g/L) を添加し発酵を開始した。

発酵は振とう器内で行い、操作容量 100 mL、発酵温度は 37 °C、振とう速度は 100 min⁻¹ に調整した。経過時間毎にサンプリングを行い、採取したサンプルは高速液体クロマトグラフィー(HPLC)で糖・乳酸濃度を測定した。

【結果及び考察】

図 1 に窒素源として麦焼酎粕と酵母エキスを用いた条件での乳酸発酵における、糖・乳酸濃度と発酵時間の経時変化を示す。

また、表 1 には *L.rhamnosus* と *L.pentosus* を用いた乳酸発酵における、廃棄飲料に窒素源として麦焼酎粕

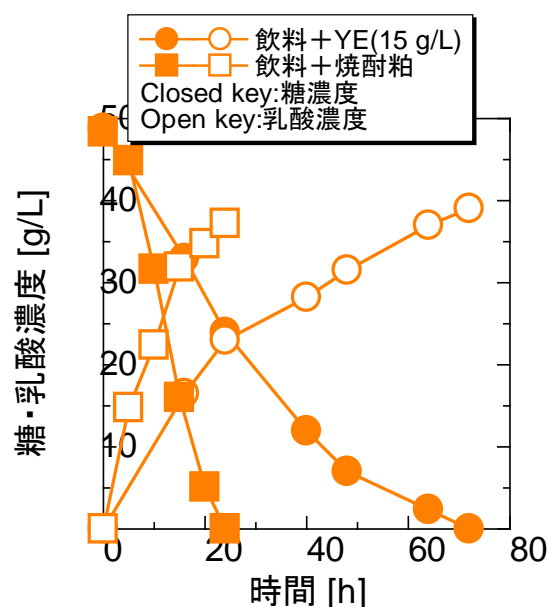


図 1. 糖・乳酸濃度の経時変化に及ぼす窒素源の影響

と酵母エキスを用いた条件における結果を示す。

これまでの研究において、12 種類の廃棄飲料に対して酵母エキスを窒素源とした *L.rhamnosus* による乳酸発酵の検討を行った。この結果より、これまで用いていた *L.rhamnosus* ではオレンジジュースに含まれる全ての糖を完全に資化することはできなかった。

そこで、乳酸菌を *L.pentosus* に切り替えたところ、残存糖は確認されず、オレンジジュースに含まれるほぼ全ての糖を資化することができた。糖利用率に注目すると、*L.rhamnosus* を用いた場合では糖が全て資化しないことから糖利用率が 60 %前後にとどまったが、*L.pentosus* を用いることで 100 %まで向上することができた。

しかし、*L.rhamnosus* を用いた場合と比較すると発酵速度の低下が見られた。そこで生産性向上に効果がある麦焼酎粕を窒素源に用いた。ここで生産性とは発酵の速度を表す。麦焼酎粕を用いた実験では、廃棄飲料と共に液体同士の混合培地となるため、1:1 の割合で混合したものをを用い、全糖濃度は 45 g/L に制御した。酵母エキスを窒素源に用いた場合、発酵時間が 72 時間であったのに対し、麦焼酎粕を窒素源に用いることで発酵時間を 48 時間短縮できた。これ

は廃棄物である麦焼酎粕を窒素源に用いた場合でも阻害や雑菌汚染を起こすことなく発酵が進行する事が示された。

表1. 各パラメータに及ぼす培地組成の影響

培地組成	生産性 [g/(L・h)]	収率 [%]	糖利用率 [%]
飲料+YE (15 g/L) <i>L.rhamnosus</i>	0.35*	100	67.2
飲料+焼酎粕 <i>L.rhamnosus</i>	0.21*	100	57.2
飲料+YE (15 g/L) <i>L.pentosus</i>	0.54	79.9	100
飲料+焼酎粕 <i>L.pentosus</i>	1.55	76.9	100

図2. 1 および2. 2 に *L.rhamnosus* と *L.pentosus* を用いた乳酸発酵における、糖・乳酸濃度と発酵時間の経時変化を示す。

初めに、*L.rhamnosus* のみの単一発酵について検討した場合、*L.rhamnosus* のみの発酵では残存糖が確認された。これはオレンジジュースに含まれるスクロースが使用した乳酸菌では資化できなかったことが原因だと考えられた。

そこで乳酸菌に *L.pentosus* を使用したところ、残存糖は確認されず、オレンジジュースに含まれるほぼ全ての糖を資化することができた。

次に新たな検討事項で、これまでの発行条件とは異なる、培地の滅菌処理を行わない開放系での複合微生物 (*L.rhamnosus*, *L.pentosus*) による複数の乳酸菌を用いた複合培養発酵を行った。その結果、全ての糖を資化することが示された。さらに発酵時間が6時間短縮され発酵開始後18時間で発酵が終了した。この要因として、どちらの乳酸菌が優勢に作用したかは言及できないが、生物学的に開放系で発酵を行った方が高い発酵性能を与える可能性が示唆された。

【結言】

廃棄飲料に酵母エキスを添加することで、乳酸発酵における糖源として利用できることが示された。さらに、窒素源の代替として麦焼酎粕を添加することで、乳酸発酵時間の短縮と生産性の向上につなが

った。

L.pentosus を用いることで、廃棄飲料に含まれる全ての糖を資化することができた。さらに、複合微生物による乳酸発酵において、高い発酵性能が示され、廃棄飲料を糖源として、窒素源を麦焼酎粕に代替した乳酸発酵において、再資源化の可能性が示唆された。

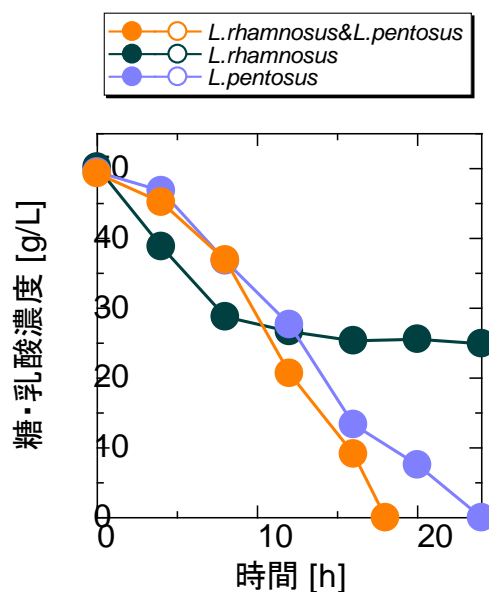


図2. 1 糖・乳酸濃度の経時変化に及ぼす単一培養発酵、複合培養発酵の影響

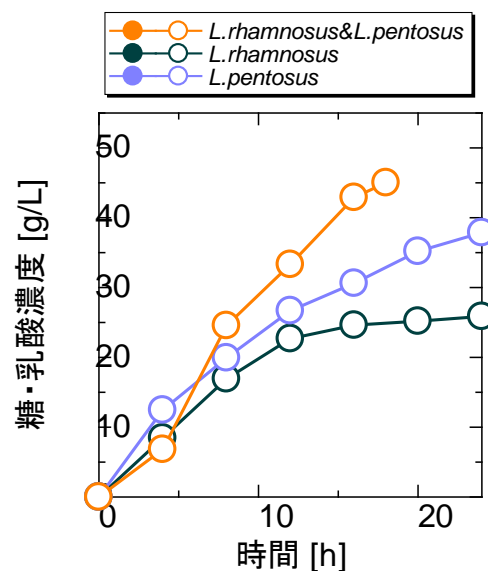


図2. 2 糖・乳酸濃度の経時変化に及ぼす単一培養発酵、複合培養発酵の影響