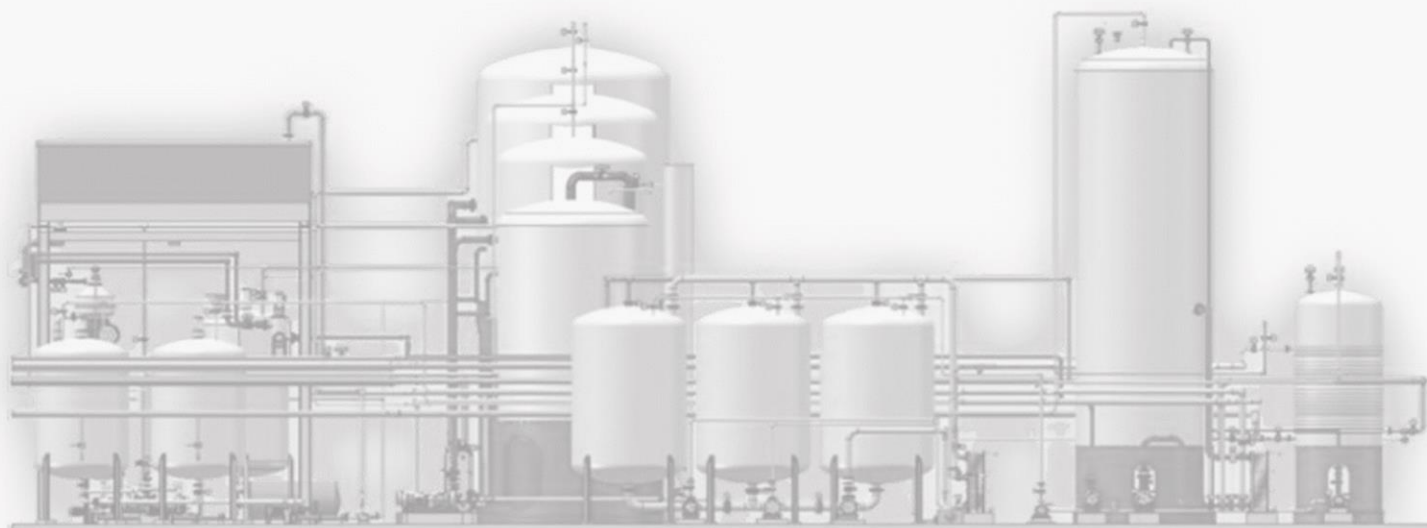




Andrietta
Soluções em Bioprocessos

CONTAMINAÇÃO DOS PROCESSOS FERMENTATIVOS CONTÍNUOS COM MICRORGANISMOS PRODUTORES DE GOMA

INFORMATIVO



Dr. Silvio Roberto Andrietta

FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA

CONTAMINAÇÃO DOS PROCESSOS FERMENTATIVOS CONTÍNUOS COM MICRORGANISMOS PRODUTORES DE GOMA

A presença de microrganismos produtores de goma em processos fermentativos que utilizam caldo de cana-de-açúcar como matéria-prima é relativamente comum. Entre as bactérias mais frequentemente encontradas nesse meio destaca-se *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *dextranicum*. Esse microrganismo é heterofermentativo e utiliza a glicose para a produção de dextrana e a frutose para a formação de ácido lático.

Embora a dextrana apresente baixa solubilidade, ela pode permanecer dispersa ou parcialmente solubilizada nos materiais em processo, contribuindo para o aumento da viscosidade. Essa característica afeta principalmente a fabricação de açúcar, pois retarda o crescimento dos cristais de sacarose nos cozedores em razão da elevada viscosidade da massa.

Atualmente, são raros os casos de acúmulo de partículas de dextrana nas dornas de fermentação e nos trocadores de calor utilizados para o resfriamento do mosto, principalmente em razão da melhoria das condições de assepsia dos equipamentos e das tubulações.

Mais raramente, podem ocorrer contaminações por fungos filamentosos produtores de goma, capazes de promover a aglomeração de materiais e formar esferas constituídas por uma mistura de polissacarídeos e micélio no interior das dornas de fermentação. Esse fenômeno é especialmente favorecido por processos que apresentam condições inadequadas de circulação e facilitam o acúmulo de sólidos.

Nos últimos anos, foram relatados dois casos dessa natureza na região Centro-Sul, ambos em unidades que operavam com fermentação contínua. Em um deles, o problema ocorreu em um fermentador do tipo torre, cuja alimentação era realizada pela parte inferior e a saída do material pela parte superior. Nos dois casos, o microrganismo contaminante identificado foi o fungo *Thielaviopsis paradoxa*, anteriormente denominado *Ceratocystis paradoxa*.

Apesar de causar transtornos operacionais, esses casos foram rapidamente controlados. Como o fungo está associado à cana-de-açúcar, a área do canavial contaminada foi isolada e posteriormente submetida ao tratamento adequado.

Em uma unidade localizada na região Nordeste, entretanto, a contaminação foi detectada durante um curto período, no final de uma safra. O material acumulado nas dornas de fermentação foi enviado à lavoura juntamente com a vinhaça, durante a fertirrigação. Essa prática contribuiu para a disseminação da contaminação por toda a área plantada, transformando o problema em uma ocorrência persistente nas safras subsequentes.



Material removido do fundo da dorna de fermentação

Como a cana-de-açúcar era fornecida por pequenos produtores, a usina não conseguiu implementar ações coordenadas para tratar as áreas contaminadas e erradicar o fungo. A situação foi agravada pelo fato de a unidade utilizar caldo não tratado em um processo contínuo que apresentava sérios problemas de escoamento e de deslocamento de sólidos. Entre as principais características desse sistema estavam o fundo plano das dornas, a alimentação realizada pela parte inferior e a retirada do material pela parte superior.

Esse arranjo favorecia a sedimentação e o acúmulo das esferas constituídas por polissacarídeos e micélio, criando condições para a permanência e a multiplicação do microrganismo no processo fermentativo.

Características do microrganismo *Thielaviopsis paradoxa*

Thielaviopsis paradoxa, anteriormente conhecido como *Ceratocystis paradoxa*, é um fungo filamentoso patogênico que causa diversas doenças em plantas tropicais, incluindo a cana-de-açúcar. Esse fungo é o agente causador da doença conhecida como "podridão abacaxi" devido ao cheiro característico de fermentação que produz, semelhante ao aroma de abacaxi. Ele afeta a cana-de-açúcar principalmente através de ferimentos nos toletes de plantio, penetrando na planta e causando danos extensivos aos tecidos.

O fungo é favorecido por solos encharcados, condições de alta umidade e temperaturas moderadas (em torno de 28°C), que permitem seu rápido crescimento. Ele é transmitido pelo solo, principalmente por meio de esporos resistentes, como clamidósporos, que podem sobreviver por longos períodos.

Desenvolvimento e impacto na fermentação alcoólica

Durante o processo de fermentação alcoólica, *T. paradoxa* pode proliferar nas dornas e formar gomas mucilaginosas compostas por exopolissacarídeos e micélio fúngico. Esse material viscoso tende a se acumular principalmente ao final do processo e não é facilmente removido quando existem deficiências no escoamento do material fermentado.

A goma pode se acumular no fundo das dornas, interferindo negativamente na drenagem, na transferência do material e no processo de centrifugação. Além disso, pode ser arrastada para os trocadores de calor, contribuindo para sua obstrução e aumentando a frequência necessária de limpeza.

A formação dessas estruturas pode proteger as células fúngicas e alterar as características físicas do meio, especialmente por meio do aumento da viscosidade. Como consequência, podem ocorrer dificuldades na transferência de nutrientes, prejuízos à atividade das leveduras fermentativas, perdas durante a drenagem e a centrifugação e aumento da frequência de limpeza dos equipamentos.

Fatores que contribuem para a contaminação

A contaminação do processo industrial por *T. paradoxa* pode ocorrer por meio da cana-de-açúcar. A infecção pode se iniciar no campo, onde a planta entra em contato com estruturas do fungo presentes no solo. Os toletes

contaminados são posteriormente enviados à unidade industrial, podendo contribuir para a contaminação do caldo, do mel, dos equipamentos e das tubulações.

Quando a goma se forma antes do tratamento térmico do caldo, ela pode atuar como uma barreira física, protegendo parcialmente as células contaminantes contra a ação do calor.

O ciclo de contaminação pode se intensificar quando água residuária ou vinhaça contaminada com o microrganismo é utilizada na irrigação. Essa prática aumenta a contaminação do solo e, consequentemente, da cana-de-açúcar processada nas safras seguintes. Dessa forma, um problema pontual identificado em determinada safra pode transformar-se em uma ocorrência muito mais grave e persistente nos anos subsequentes.

Por se tratar de um fungo filamentoso, sua eliminação do processo fermentativo é mais complexa. A utilização de fungicidas no processo industrial não é, em geral, uma alternativa adequada, pois esses produtos também podem afetar as leveduras responsáveis pela fermentação alcoólica. Assim, o controle deve ser baseado principalmente na prevenção da entrada do contaminante, na correção das condições hidráulicas do processo e na limpeza e sanitização rigorosas dos equipamentos e das tubulações.

Sintomas da Contaminação na Cana-de-açúcar

Os sintomas iniciais da infecção nos toletes de cana incluem:

- Aparência encharcada e descoloração dos tecidos, com coloração que varia de amarelo-pardacento a negro.
- Odor característico de abacaxi devido à fermentação dos tecidos.
- Perda de viabilidade dos toletes: A infecção destrói os tecidos parenquimatosos, resultando em falhas de germinação e perda de produtividade no campo.



Métodos de controle

Os métodos de controle que podem ser empregados para mitigar a contaminação por *T. paradoxa* incluem:

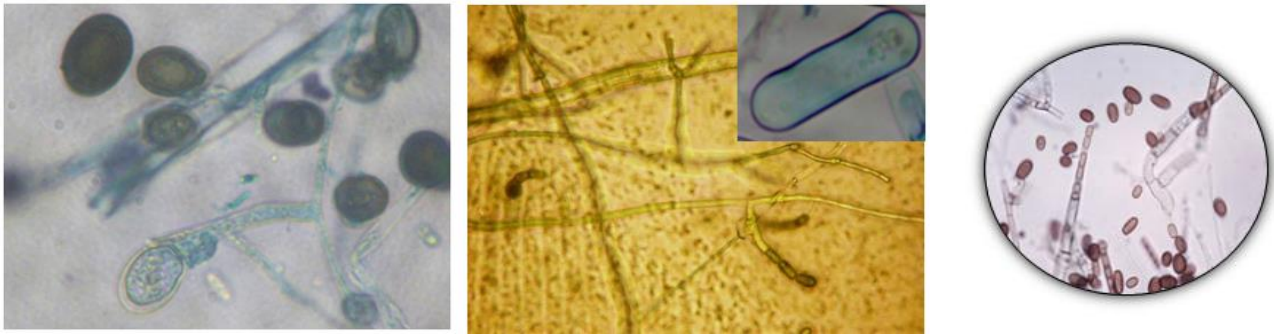
Prevenção no campo:

- Tratamento dos toletes com fungicidas apropriados antes do plantio.
- Seleção de variedades resistentes e plantio em solos bem drenados.
- Plantio em época correta para evitar condições ideais para o fungo.

Controle na fermentação alcoólica:

A permanência desse fungo no processo fermentativo parece estar associada à existência de condições hidráulicas favoráveis ao seu acúmulo. Essa hipótese é reforçada pela ocorrência do problema em processos contínuos com deficiências de escoamento, nos quais podem se formar zonas de estagnação no interior dos fermentadores.

- Correção dos problemas de fluxo de material em processo na unidade de fermentação
- Manter o tratamento térmico do caldo e os decantadores funcionando adequadamente.
- Monitoramento microbiológico frequente para identificar a presença do fungo em estágios iniciais do processo.



Conclusão

A contaminação por *Thielaviopsis paradoxa* pode representar um desafio significativo para a fermentação alcoólica, principalmente em razão da formação de gomas mucilaginosas e da recirculação de materiais contaminados.

Medidas preventivas no campo, tratamento térmico adequado do caldo, controle da aplicação de vinhaça, monitoramento microbiológico e projeto hidráulico adequado das plantas de fermentação são fundamentais para reduzir o risco de instalação do microrganismo.

A experiência observada indica que a permanência do fungo no processo está diretamente relacionada às condições de operação e às características das instalações. Processos contínuos com regiões de estagnação, fundos planos, alimentação pela parte inferior e retirada pela parte superior favorecem o acúmulo de sólidos e podem permitir a manutenção da contaminação por várias safras.

Portanto, a prevenção deve ser baseada não apenas no controle da matéria-prima, mas também na eliminação das condições hidráulicas que permitam o acúmulo e a permanência do material contaminado no interior da unidade de fermentação.