

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA (INPA)

CARGO 35: PESQUISADOR ADJUNTO – ESPECIALIDADE: P35

ÁREA DE ATUAÇÃO: RECURSOS FLORESTAIS E ENGENHARIA FLORESTAL (RFEF)

Prova Discursiva – Questão 1

Aplicação: 24/03/2024

PADRÃO DE RESPOSTA DEFINITIVO

A motivação da questão no que se refere ao cultivo de fungos filamentosos em biorreatores é a possibilidade do fornecimento controlado de oxigênio em quantidades que atendam à demanda do fungo filamentoso por esse importante insumo. A consequência de se utilizarem esses equipamentos instrumentados, capazes de controlar de forma precisa o fornecimento de oxigênio, é a melhoria nas variáveis de resposta do bioprocessamento, fundamentalmente rendimento (conversão) e produtividade (taxa global). Outra motivação da questão é a utilização de uma configuração de biorreator de escoamento pneumático (coluna de bolhas), no qual o ar desempenha dupla função (suprimento de oxigênio e movimentação do meio líquido), que resulta em economia do bioprocessamento (em particular quanto aos custos operacionais) e assegura a viabilidade celular, na medida em que promove baixo cisalhamento quando comparado aos biorreatores agitados mecanicamente. O parâmetro fundamental nesse processo aerado é o coeficiente volumétrico de transferência de oxigênio, representado pela sigla kLa , que deverá ser medido e monitorado com o progresso do bioprocessamento.

O candidato terá que abordar de forma integrada as questões que envolvem o cultivo de fungos filamentosos produtores de enzimas, com foco nos tópicos **aeração** (transferência de massa gás-líquido) e **operação do biorreator do tipo coluna de bolhas** (características geométricas e hidrodinâmicas e variáveis operacionais mais importantes que deverão ser monitoradas).

QUESITOS AVALIADOS

QUESITO 2.1 Métodos para determinação do coeficiente volumétrico de transferência de oxigênio da fase gasosa para a fase líquida (kLa) e da demanda de oxigênio das células do fungo produtor desses importantes biocatalisadores

Conceito 0 – Não abordou o quesito ou o fez de forma totalmente equivocada.

Conceito 1 – Mencionou, de forma precária, os parâmetros solicitados, sem descrever os métodos para as suas estimativas.

Conceito 2 – Definiu bem os parâmetros solicitados, descreveu os métodos para as suas estimativas, mas não indicou o mais apropriado para o cenário em tela.

Conceito 3 – Definiu bem os parâmetros solicitados e descreveu adequadamente os métodos para as suas estimativas, ressaltando o mais indicado para o cenário em tela.

QUESITO 2.2 Características do biorreator coluna de bolhas

Conceito 0 – Não abordou o quesito ou o fez de forma totalmente equivocada.

Conceito 1 – Descreveu, de forma precária, as características solicitadas sem discorrer sobre as variáveis envolvidas para o acompanhamento do sistema em tela.

Conceito 2 – Descreveu adequadamente as características solicitadas, mas não discorreu sobre as variáveis envolvidas para o acompanhamento do sistema em tela.

Conceito 3 – Abordou de forma clara e com bom desenvolvimento as características solicitadas, discorrendo de forma correta sobre as variáveis envolvidas no acompanhamento do sistema em tela.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA (INPA)

CARGO 35: PESQUISADOR ADJUNTO – ESPECIALIDADE: P35

ÁREA DE ATUAÇÃO: RECURSOS FLORESTAIS E ENGENHARIA FLORESTAL (RFEF)

Prova Discursiva – Questão 2

Aplicação: 24/03/2024

PADRÃO DE RESPOSTA DEFINITIVO

Sistema de compostagem e geração de produtos de interesse alimentício e(ou) nutrientes

Sistema de compostagem é um processo de biodegradação ou decomposição de matérias-primas orgânicas por população diversificada de microrganismos, incluindo uma sucessão de organismos, a exemplo dos cogumelos. Como resultado do bioprocessamento (Fermentação) obtém-se um produto final de excelente qualidade, inclusive para produção in vitro de fungos filamentosos macro e microscópicos. Na sequência esse produto final para ser usado como substrato em processo biotecnológico, o processamento de beneficiamento consiste no pré-tratamento, adição de co-substrato e padronização das propriedades biológicas, nutricionais e físico-químicas, por exemplo, para geração de produto alimentício. Este processo de produção de alimentos envolve as seguintes etapas: Tratamento do substrato e da Cultura Matriz do fungo de interesse (Etapa I), Cultivo em grãos - (Etapa II) **Sistema de compostagem e geração de produtos de interesse alimentício e(ou) nutrientes (Etapa III) acompanhamento do produto final.**

Existem vários tipos de fungos que desempenham papel importante na compostagem: fungos do gênero *Aspergillus*, conhecidos por sua capacidade de decompor celulose e lignina, essenciais na decomposição de materiais vegetais; fungos do gênero *Penicillium* também ajudam na decomposição de materiais vegetais, contribuindo para o processo de compostagem; fungos do gênero *Trichoderma*, que são conhecidos por sua capacidade de controlar patógenos no solo e auxiliar na decomposição da matéria orgânica; fungos do gênero *Mucor* podem ajudar na decomposição de materiais orgânicos ricos em nitrogênio. Há outras espécies de fungos que desempenham papéis importantes na compostagem e contribuem para a decomposição eficaz da matéria orgânica.

Sabe-se que é importante o consórcio de microrganismos e a sua composição para tornar mais efetiva a produção da compostagem.

Sumário de processo biotecnológico para a obtenção de enzimas e(ou) aromas

Um processo biotecnológico para obtenção de enzimas e que tenha a viabilidade industrial deve envolver a utilização de fungos, como, por exemplo, *Aspergillus* ou outros fungos filamentosos que podem ser cultivados em condições controladas. Esses fungos produzem enzimas como amilase, celulase, lipase, e outras durante seu crescimento. As enzimas são, então, extraídas e purificadas para o uso industrial em diversas aplicações, como na indústria alimentícia, na indústria de biocombustíveis e de detergente.

Para superar desafios como baixa produtividade ou custos elevados, várias estratégias podem ser adotadas, incluindo-se a otimização das condições de cultivo como pH, temperatura e escolha do meio de cultivo de cultura para maximizar a produção. Além disso, a engenharia genética pode ser empregada para melhorar genes dos microrganismos, tornando o processo mais factível.

Descrição de possíveis desafios de um processo biotecnológico para a produção de compostos de interesse

Os desafios são diversos, tem-se que conhecer previamente a fisiologia do fungo, as exigências nutricionais e as condições físico-químicas para o sucesso do crescimento em meio líquido ou em matriz sólida, assim como as condições ambientais. Essas condições são avaliadas em experimentos prévios. As modificações genéticas microbianas também pode ser um dos recursos, mas vastos estudos são exigidos, especialmente tratando-se de fungos filamentosos, em função da fisiologia de cada espécie.

A produção e a utilização de técnicas de bioprocessamento avançadas, como fermentação em estado sólido ou fermentação em batelada alimentada, também podem melhorar a eficiência do processo e reduzir o custo.

Em suma, a utilização de fungos em processos biotecnológicos para a obtenção de enzimas e(ou) aromas oferece um potencial significativo para a indústria e os desafios podem ser superados com estratégias de otimização e inovação tecnológica.

QUESITOS AVALIADOS

QUESITO 2.1 Sistema de compostagem e geração de produtos de interesse alimentício e(ou) nutrientes

Conceito 0 – Não abordou o tema ou o fez de forma totalmente equivocada.

Conceito 1 – Abordou o tema apenas de forma superficial sem desenvolvê-lo.

Conceito 2 – Abordou o tema de forma inconsistente.

Conceito 3 – Abordou o tema de forma consistente, mas cometeu algum erro conceitual.

Conceito 4 – Abordou o tema de forma adequada e consistente.

QUESITO 2.2 Sumário de processo biotecnológico para a obtenção de enzimas e(ou) aromas

Conceito 0 – Não abordou o tema ou o fez de forma totalmente equivocada.

Conceito 1 – Abordou o tema apenas de forma superficial sem desenvolvê-lo.

Conceito 2 – Abordou o tema de forma inconsistente.

Conceito 3 – Abordou o tema de forma consistente, mas cometeu algum erro conceitual.

Conceito 4 – Abordou o tema de forma adequada e consistente.

QUESITO 2.3 Descrição de possíveis desafios de um processo biotecnológico para a produção de compostos de interesse

Conceito 0 – Não abordou o tema ou o fez de forma totalmente equivocada.

Conceito 1 – Abordou o tema apenas de forma superficial sem desenvolvê-lo.

Conceito 2 – Abordou o tema de forma inconsistente.

Conceito 3 – Abordou o tema de forma consistente, mas cometeu algum erro conceitual.

Conceito 4 – Abordou o tema de forma adequada e consistente.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA (INPA)

CARGO 35: PESQUISADOR ADJUNTO – ESPECIALIDADE: P35 ÁREA DE ATUAÇÃO: RECURSOS FLORESTAIS E ENGENHARIA FLORESTAL (RFEF)

Prova Discursiva – Questão 3

Aplicação: 24/03/2024

PADRÃO DE RESPOSTA DEFINITIVO

Vantagens da FES e da FESu

O(A) candidato(a) deve destacar as vantagens de cada método de fermentação. Para FES, as vantagens incluem menor consumo de água, melhor simulação das condições naturais para o crescimento de fungos e maior produção de certos compostos bioativos. Para FESu, as vantagens podem incluir maior controle sobre o processo, facilidade de escalonamento e melhor extração de alguns tipos de compostos bioativos.

Desvantagens da FES e da FESu

As desvantagens da FES podem incluir dificuldades no controle de parâmetros como temperatura e umidade, além de complicações no escalonamento. Para a FESu, as desvantagens podem envolver o alto custo de produção devido à necessidade de grandes volumes de água e energia, além da possível formação de subprodutos tóxicos.

Etapas da fase laboratorial até a implementação industrial

O(A) candidato(a) deve descrever as etapas críticas envolvidas no processo, desde a seleção de cepas com alto potencial de produção de nutrientes e compostos bioativos, passando pela otimização de meio de cultura e condições de cultivo, até o escalonamento (*scaling-up*) e controle de qualidade. Importância deve ser dada à otimização de processos para maximizar a produção e à necessidade de estudos de viabilidade econômica para a produção em escala industrial. No que se refere à seleção de cepas e otimização de meio de cultura, espera-se uma discussão sobre como a seleção de cepas específicas e a otimização do meio de cultura são essenciais para aumentar a produção de compostos de interesse, bem como ajustes no processo de fermentação para melhorar o rendimento. No que se refere ao controle de qualidade e à viabilidade econômica, deve-se abordar a importância do controle de qualidade dos produtos finais e a avaliação da viabilidade econômica da produção em escala industrial, incluindo-se análises de custo-benefício e considerações sobre a sustentabilidade do processo.

QUESITOS AVALIADOS

Quesito 2.1

Conceito 0 – Não abordou o quesito ou o fez de forma totalmente equivocada.

Conceito 1 – Abordou de maneira parcialmente correta apenas as vantagens de um dos tipos de fermentação.

Conceito 2 – Abordou corretamente apenas as vantagens de um dos tipos de fermentação OU abordou de maneira parcialmente correta as vantagens de ambos os tipos de fermentação.

Conceito 3 – Abordou corretamente as vantagens de ambos os tipos de fermentação.

Quesito 2.2

Conceito 0 – Não abordou o quesito ou o fez de forma totalmente equivocada.

Conceito 1 – Abordou de maneira parcialmente correta apenas as desvantagens de um dos tipos de fermentação.

Conceito 2 – Abordou corretamente apenas as desvantagens de um dos tipos de fermentação OU abordou de maneira parcialmente correta as desvantagens de ambos os tipos de fermentação.

Conceito 3 – Abordou corretamente as desvantagens de ambos os tipos de fermentação.

Quesito 2.3

Conceito 0 – Não abordou o quesito ou o fez de forma totalmente equivocada.

Conceito 1 – Abordou corretamente apenas um dos aspectos a seguir: (i) seleção de cepas com alto potencial de produção de nutrientes e compostos bioativos; (ii) otimização de meio de cultura e condições de cultivo; (iii) escalonamento e controle de qualidade; (iv) otimização de processos para maximizar a produção; (v) necessidade de estudos de viabilidade econômica para a produção em escala industrial.

Conceito 2 – Abordou corretamente apenas dois dos aspectos mencionados.

Conceito 3 – Abordou corretamente apenas três dos aspectos mencionados.

Conceito 4 – Abordou corretamente quatro dos aspectos mencionados.

Conceito 5 – Abordou corretamente os cinco aspectos mencionados.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA (INPA)

CARGO 35: PESQUISADOR ADJUNTO – ESPECIALIDADE: P35

ÁREA DE ATUAÇÃO: RECURSOS FLORESTAIS E ENGENHARIA FLORESTAL (RFEF)

Prova Discursiva – Questão 4

Aplicação: 24/03/2024

PADRÃO DE RESPOSTA DEFINITIVO

Para a fermentação em estado sólido:

Vantagens

- Possibilidade de uso de matérias-primas insolúveis como substrato, como subprodutos e resíduos agrícolas e florestais, sendo necessárias, geralmente, apenas correções de umidade ou balanço de nutrientes;
- Volume de biorreator em geral menor que o necessário para operação similar em fermentação submersa;
- Requisitos de assepsia podem ser menos rigorosos, em função do menor teor de água presente no sistema;
- Produto final mais concentrado, o que reduz custos de recuperação e purificação ou, ainda, favorece a comercialização em estado sólido;
- Reduzida geração de efluentes líquidos.

Desvantagens

- Dificil manutenção de homogeneidade de condições de processo, como temperatura e aeração;
- Dificil ampliação de escala devido à heterogeneidade dos substratos e a problemas como a dificuldade de dissipação do calor e gases gerados;
- Dificil homogeneização do sistema;
- Complexidade no monitoramento e controle de parâmetros operacionais como pH, temperatura, umidade, aeração e concentração de substratos, produtos e células.

Para a fermentação submersa:

Vantagens

- Maior facilidade de homogeneização do sistema, o que reduz problemas de transferência de massa e aumenta a produtividade do processo;
- Maior facilidade de monitoramento e controle de parâmetros operacionais como pH, temperatura, umidade, aeração e concentração de substratos, produtos e células;
- Disponibilidade de estudos e parâmetros de ampliação de escala;
- Maior facilidade de dissipação de calor e gases.

Desvantagens

- Maior geração de efluentes líquidos;
- Obtenção de menores concentrações de produto final no meio em comparação com a fermentação em estado sólido, o que encarece as etapas de separação e purificação;
- Necessidade de maiores volumes em função da quantidade de água presente.

Com relação ao bioproduto, o candidato poderá escolher entre uma ampla gama de possibilidades, que incluem enzimas, biopigmentos, fungos comestíveis; antibióticos e fármacos diversos; bioinsumos agrícolas; biopolímeros, lipídeos, ácidos orgânicos, entre outros. Após a seleção, tanto para o caso da fermentação em estado sólido quanto para fermentação submersa (um produto para cada rota ou o mesmo produto com duas rotas alternativas), o candidato deverá discorrer sobre um processo que poderia ser empregado industrialmente para obtenção do(s) bioproduto(s) selecionado(s). Deverá incluir na resposta de cada item (fermentação em estado sólido ou fermentação submersa) pelo menos uma opção viável de matéria prima e indicar pelo menos: as etapas de preparo do meio de cultivo, incluindo a adição ou disponibilidade de fontes de carbono e nitrogênio e de outros nutrientes; o preparo do inóculo; a condução do processo microbiológico, incluindo controle de parâmetros operacionais; as etapas de recuperação e purificação do bioproduto de interesse.

QUESITOS AVALIADOS

QUESITO 2.1

Conceito 0 – Não abordou o quesito ou o fez de forma totalmente incorreta.

Conceito 1 – Apresentou corretamente apenas um dos aspectos listados a seguir: (i) uma vantagem da fermentação em estado sólido; (ii) outra vantagem da fermentação em estado sólido; (iii) uma desvantagem da fermentação em estado sólido; (iv) outra desvantagem da fermentação em estado sólido.

Conceito 2 – Apresentou corretamente apenas dois dos aspectos listados.

Conceito 3 – Apresentou corretamente apenas três dos aspectos listados.

Conceito 4 – Apresentou corretamente os quatro aspectos listados.

QUESITO 2.2

Conceito 0 – Não abordou o quesito ou o fez de forma totalmente incorreta.

Conceito 1 – Apresentou corretamente apenas um dos aspectos listados a seguir: (i) uma vantagem da fermentação submersa; (ii) outra vantagem da fermentação submersa; (iii) uma desvantagem da fermentação submersa; (iv) outra desvantagem da fermentação submersa.

Conceito 2 – Apresentou corretamente apenas dois dos aspectos listados.

Conceito 3 – Apresentou corretamente apenas três dos aspectos listados.

Conceito 4 – Apresentou corretamente os quatro aspectos listados.

QUESITO 2.3

Conceito 0 – Não abordou o quesito ou o fez de forma totalmente incorreta.

Conceito 1 – Apenas apresentou um bioproduto de interesse que pode ser obtido por fungos filamentosos.

Conceito 2 – Apresentou um bioproduto de interesse que pode ser obtido por fungos filamentosos e mencionou pelo menos uma aplicação importante do produto selecionado.

QUESITO 2.4

Conceito 0 – Não abordou o quesito ou o fez de forma totalmente incorreta.

Conceito 1 – Abordou corretamente apenas um dos aspectos a seguir: (i) descrição, para fermentação em estado sólido, das etapas de *upstream* de um possível processo de produção do bioproduto selecionado, incluindo (ii) preparo do meio de cultivo e do inóculo; (iii) descrição, para fermentação em estado sólido, da condução do processo microbiológico, incluindo (iv) controle de parâmetros operacionais; (v) descrição, para fermentação em estado sólido, das etapas de recuperação e purificação do bioproduto de interesse.

Conceito 2 – Abordou corretamente apenas dois dos aspectos listados.

Conceito 3 – Abordou corretamente apenas três dos aspectos listados.

Conceito 4 – Abordou corretamente apenas quatro dos aspectos listados.

Conceito 5 – Abordou corretamente os cinco aspectos listados.

QUESITO 2.5

Conceito 0 – Não abordou o quesito ou o fez de forma totalmente incorreta.

Conceito 1 – Abordou corretamente apenas um dos aspectos a seguir: (i) descrição, para fermentação submersa, das etapas de *upstream* de um possível processo de produção do bioproduto selecionado, incluindo (ii) preparo do meio de cultivo e do inóculo; (iii) descrição, para fermentação submersa, da condução do processo microbiológico, incluindo (iv) controle de parâmetros operacionais; (v) descrição, para fermentação submersa, das etapas de recuperação e purificação do bioproduto de interesse.

Conceito 2 – Abordou corretamente apenas dois dos aspectos listados.

Conceito 3 – Abordou corretamente apenas três dos aspectos listados.

Conceito 4 – Abordou corretamente apenas quatro dos aspectos listados.

Conceito 5 – Abordou corretamente os cinco aspectos listados.