

BIOTECNOLOGIA DE ALIMENTOS*

EDISON PAULO DE ROS TRIBOLI

Aborda aspectos, definição e divisão da biotecnologia. Enfoca o papel significativo que desempenha em relação à matérias-primas, insumos e produtos da indústria de alimentos, fornecendo exemplos de melhoramento de alimentos de origem vegetal e animal. Conclui demonstrando os avanços da biotecnologia.

1 ASPECTOS DA BIOTECNOLOGIA

1.1 O IMPACTO INICIAL: ENGENHARIA OU LOTERIA GENÉTICA?

Em 1973, os pesquisadores norte-americanos Stanley Cohen e Herbert Boyer, conseguiram transplantar pela primeira vez material genético de um micróbio para outro. Este fato marcou o início da engenharia genética, ou seja, a modificação intencional do patrimônio genético de uma espécie, pela substituição ou adição de material genético de uma outra espécie, através de técnicas laboratoriais.

Após anunciarem os resultados de seu trabalho em uma conferência, um grupo de pesquisadores foi designado para fazer uma primeira avaliação das conseqüências práticas da descoberta, possíveis em um prazo de cinco a dez anos. Entretanto, à medida que a lista das potencialidades progredia, os risos na platéia aumentavam. A sensação da maioria das pessoas foi de que a coisa, simplesmente, não iria funcionar. O ceticismo inicial foi de tal ordem que muitos, para expressar sua incredulidade de forma jocosa, sugeriam que a engenharia genética era, na realidade, uma loteria genética. Embora muitas pessoas duvidem, a engenharia genética cada vez mais dá sinais de que veio para ficar.

1.2 ENGENHARIA GENÉTICA E BIOTECNOLOGIA

Entretanto, se a engenharia genética é um ramo do conhecimento extremamente recente, a biotecnologia remonta aos primórdios da civilização. Desde épocas remotas encontram-se registros que mostram que o homem já sabia tirar proveito da ação dos micror-

* Palestra apresentada no 2º Congresso Brasileiro de Controle de Alimentos. Porto Alegre, 12 a 16/10/87.

* Pesquisador do Instituto Mauá de Tecnologia.

ganismos, mesmo sem saber com o que estava lidando.

A biotecnologia pode ser definida como a coleção de processos que se utilizam de sistemas biológicos para a produção de bens e serviços, principalmente através de fermentações e processos relacionados, enquanto que, a engenharia genética pode ser definida como a tecnologia utilizada a nível laboratorial para modificar o código genético de uma célula viva, dando-lhe habilidades novas ou únicas. Dessa forma, a engenharia genética apresenta-se como uma das "ferramentas" da biotecnologia e, possivelmente, a mais poderosa delas.

Acontece que, em determinadas situações, células ou tecidos modificados geneticamente ou obtidos por clonagem, isto é, geneticamente idênticos, são os produtos finais de um processo biotecnológico. A obtenção de mudas de vegetais como cana-de-açúcar, plantas ornamentais (orquídeas, crisântemos, cravos) e espécies frutíferas em grandes quantidades, livres de doenças ou com características especiais, já está sendo praticada em escala comercial através de diversas técnicas de cultivo de tecidos. Nesses e noutros casos, cultura de tecidos e engenharia genética confundem-se ou podem ser confundidas com biotecnologia com alguma facilidade.

Entretanto, em outras ocasiões, talvez na maioria das vezes, as células de microrganismos, de vegetais e animais modificadas geneticamente ou não, isto é, o material biológico atua como agente de transformação da matéria e as novas substâncias obtidas é que constituem, nesse caso, nos produtos do processo biotecnológico. Substâncias tais como a insulina e o hormônio de crescimento humano, o interferon alfa e a vacina contra a hepatite B já são obtidas através de processos biotecnológicos; e uma vez modificados os microrganismos para a síntese dessas substâncias sua produção obedece os mesmos processos e técnicas necessárias para a obtenção, separação e purificação de produtos tais como enzimas, a maioria dos antibióticos, algumas vitaminas, álcool etílico e outros produtos de fermentação, respeitadas as peculiaridades de cada tecnologia.

1.3 BIOTECNOLOGIA: NOVA OU ANTIGA?

Muitos pesquisadores, contudo, preferem referir-se à engenharia genética e à cultura de tecidos como a "nova" biotecnologia, para estabelecer uma distinção entre as novas técnicas e tecnologias que se utilizam de microrganismos ou células modificadas geneticamente e a biotecnologia "antiga" ou "tradicional", que se concentra, principalmente, na utilização de microrganismos ou plantas "intactas".

Entretanto, essa fronteira tecnológica não é assim tão facilmente demarcada, uma vez que as novas descobertas da engenharia genética podem ser, e estão sendo, utilizadas para a obtenção de importantes avanços e melhorias na biotecnologia dita tradicional. Um exemplo disso é o trabalho que está sendo feito na USP visando a introduzir na levedura da fermentação alcoólica (*Saccharomyces cerevisiae*) a informação genética que a torne capaz de hidrolisar amido, de forma a torná-la apta a fermentar substratos amiláceos diretamente - uma característica inexistente nessa espécie de microrganismo.

Por outro lado, os avanços da biotecnologia dita tradicional, como novos tipos de reatores, modelagem, simulação e otimização de bioprocessos e a aplicação de conhecimentos "não tão novos"

de cinética e de técnicas de fermentação, permitirão incrementar, significativamente, os rendimentos e produtividades dos processos da "nova" biotecnologia, bem como melhorar o desempenho econômico dessas tecnologias. Dessa forma, pode-se estar presenciando o início, por um lado, da "nova biotecnologia antiga", e de outro, o surgimento da "antiga nova biotecnologia", ou, simplesmente, não existe uma fronteira que possa separar a "nova" da "antiga", nem a "antiga" da "nova".

1.4 AS VÁRIAS BIOTECNOLOGIAS

A biotecnologia, como utilização dos sistemas biológicos em proveito do homem, abrange e participa de diversas atividades fundamentais para a vida humana, animal e vegetal, com diferentes níveis de intensidade e diversos graus de complexidade, desde a degradação natural de materiais, fechando o ciclo de vários elementos na natureza, até a obtenção, por seres modificados geneticamente, de drogas potentes contra doenças, sob condições absolutamente controladas.

É natural que algo heterogêneo e complexo seja dividido e que suas partes sejam reagrupadas por critérios de semelhança funcional ou estrutural. Com a biotecnologia não poderia ser diferente.

Um fato interessante é o de que, vários autores, principalmente na França, preferem o termo "biotecnologias" - no plural - por entenderem que ele é mais adequado para expressar o universo heterogêneo relacionado com as tecnologias que se utilizam de sig temas biológicos.

Assim, as biotecnologias são divididas em grandes grupos, e esses são compostos por conjuntos de tecnologias afins, como, por exemplo: biotecnologia vegetal, mineral, animal, ambiental, industrial, energética, de alimentos e outras denominações já existentes ou que serão criadas, conforme a necessidade ou conveniência, no intuito de reunir as semelhantes. Mesmo assim, ainda é comum a intersecção entre as divisões. Por sua vez, elas são compostas das biotecnologias específicas: a biotecnologia de alimentos compreende diversas biotecnologias, como, por exemplo, a biotecnologia dos laticínios e a biotecnologia das bebidas alcoólicas. Por sua vez, a biotecnologia dos laticínios compreende a biotecnologia dos queijos, do iogurte e assim por diante, da mesma forma que a biotecnologia das bebidas alcoólicas compreende a biotecnologia do vinho, da cerveja, das aguardentes e assim por diante.

É da biotecnologia de alimentos, ou da tendência do que venha a ser a biotecnologia de alimentos, uma vez que esses conceitos são bastante recentes, que esse texto passará a tratar, focalizando os impactos e as potencialidades da biotecnologia em relação à matérias-primas, insumos e produtos da indústria de alimentos.

2 A BIOTECNOLOGIA NA PRODUÇÃO E PROCESSAMENTO DE ALIMENTOS

2.1 BIOTECNOLOGIA E ALIMENTOS

A indústria de alimentos é a mais antiga e a maior usuária de processos e produtos biotecnológicos. Produtos como vinagre, polvilho azedo, bebidas alcólicas e queijos são exemplos marcantes

do fato de que há mais de 8.000 anos o homem já tirava proveito dos processos biotecnológicos e, mesmo com conhecimentos e técnicas muito rudimentares, já praticava a biotecnologia.

Para se ter uma idéia do tamanho do mercado mundial de produtos alimentícios obtidos por processos biotecnológicos, basta dizer que em 1986 ele alcançou o valor de US\$250 bilhões, sendo que as bebidas alcoólicas responderam por mais de 10% desse valor. Esse montante quase alcança o valor do faturamento anual de toda a indústria de alimentos norte-americana.

Um estudo realizado na Alemanha, em 1982, estimou que em 1990 a penas 20% dos produtos comumente encontrados nos supermercados continuariam existindo. Dos novos produtos a serem colocados nas prateleiras, provavelmente mais de 5.000 itens, muitos serão de origem biotecnológica.

A biotecnologia vem desempenhando e desempenha, cada vez mais, um papel significativo em relação a matérias-primas, insumos e produtos da indústria de alimentos como será visto a seguir.

2.2 BIOTECNOLOGIA APLICADA ÀS MATERIAS-PRIMAS E INSUMOS DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

2.2.1 Produção de matérias-primas

2.2.1.1 Tendências atuais

Dois grandes objetivos norteiam os esforços dos pesquisadores em relação à aplicação da biotecnologia na produção de matérias-primas. Em primeiro lugar, busca-se um aumento na produtividade através de maior eficiência no uso e conversão de nutrientes por vegetais e animais, e também através da obtenção de novas variedades ou raças que apresentem maior resistência a fatores de agressão como doenças e condições climáticas.

E em segundo lugar, a identificação e busca de novas fontes de alimentos vem ao encontro das necessidades mundiais de maior quantidade de alimentos como, por exemplo, através do cultivo em larga escala de certos tecidos vegetais, ou mesmo da adição de características desejáveis, ou modificação, ou ainda, através da retirada de características indesejáveis ou prejudiciais em vegetais e animais.

2.2.1.2 Alimentos de origem vegetal

O que imediatamente chama a atenção em relação aos alimentos de origem vegetal é o fato de menos de 30 espécies fornecerem mais de 90% da dieta humana mundial, motivo esse suficiente para justificar a grande ênfase dada às pesquisas nessa área.

A fixação biológica de nitrogênio, em sua forma simbiótica e não-simbiótica; a produção de microalgas, que já vem sendo explorada há cerca de trinta anos; a agricultura em ambiente controlado, como a hidropônica - já conduzida em escala industrial em alguns países e a possibilidade da utilização de tecidos vegetais cultivados como alimento animal e humano são alguns exemplos das atividades que estão sendo desenvolvidas nessa área.

O melhoramento vegetal através da biotecnologia teve suas possibilidades aumentadas. A regulação da expressão de genes endógenos, a transferência de DNA entre espécies, o melhoramento dos fatores de resistência vegetais e o aumento da eficiência fo-

tossintética situam-se entre os temas mais intensamente pesquisados, apresentando boas perspectivas em prazos razoavelmente curtos.

Um exemplo disso é o trabalho que vem sendo realizado no CENARGEN, em Brasília, no sentido de transferir para o DNA do feijão certos genes de castanha-do-pará. O que se busca é um feijão rico em metionina, um amino-ácido indispensável para o ser humano na infância e adolescência. Como o feijão é um dos alimentos básicos da maior parcela da população brasileira, pode-se avaliar a relevância de uma pesquisa como essa e suas conseqüências caso se obtenha resultados positivos.

A biotecnologia vegetal é a que vem avançando a passos mais largos e o potencial de suas contribuições recém começou a ser explorado. Possivelmente através dela surgirão várias opções viáveis para a solução de problemas de oferta e diversidade de alimentos.

2.2.1.3 Alimentos de origem animal e proteínas

Os produtos de origem animal, incluindo peixes e frutos do mar, respondem por uma oferta anual de mais de 56 milhões de toneladas de proteínas.

Os esforços das pesquisas nessa área são dirigidos para o aumento da eficiência de reprodução em criações de gado e peixes, por intermédio de técnicas de inseminação artificial, superovulação e transplante de embriões, dentre outras.

O melhoramento ou a criação de novas raças por meio da engenharia genética pode ser feito em prazos muito mais curtos, manipulando-se diretamente as características desejáveis e indesejáveis, em contraste com os prazos e incertezas significativamente maiores dos métodos tradicionais de cruzamento e seleção de indivíduos.

Contudo, a oferta de proteínas não é suficiente para atender a demanda mundial e o custo da proteína animal é elevado, em virtude do tempo e dos investimentos necessários à sua obtenção. A obtenção de proteína unicelular, isto é, o cultivo de leveduras e bactérias, em escala industrial para a alimentação humana e animal já ocorre em diversos países e seu uso está cada vez mais acentuado. Isso deve-se ao fato de que é possível produzir grandes quantidades de proteína em prazos muito reduzidos, pois o tempo necessário para a duplicação da massa celular em microrganismos é da ordem de minutos (15 a 120), enquanto que no caso da reprodução de células vegetais e animais o processo é mais lento, variando de 1 a 2 semanas para plantas forrageiras até 1 a 2 meses no caso de ruminantes.

2.2.2 Modificação e melhoramento de matérias-primas

Produtos biotecnológicos, como enzimas, podem ser utilizados para modificar matérias-primas com o objetivo de melhorar suas qualidades funcionais e nutricionais.

As enzimas podem atuar modificando a textura, paladar e cor, valorizando, dessa forma, aspectos funcionais de alguns alimentos e incrementar o valor nutricional de outros alimentos pela redução da quantidade ou remoção de constituintes indesejáveis.

Por exemplo, carboidratos poliméricos, isto é, fibras vegetais, podem ser retiradas ou ter sua quantidade reduzida em algumas matérias-primas vegetais através de tratamentos enzimáticos adequados; ou então podem ser adicionadas em um produto com objetivos dietéticos, modificando suas propriedades.

2.2.3 Produção de aditivos alimentares e agentes auxiliares de processamento

A produção de aditivos alimentares através de processos biotecnológicos conduz a uma variedade de produtos como as vitaminas B2, B12 e C; as provitaminas A e D; ácidos orgânicos como acético, lático, cítrico e glucônico - largamente empregados na indústria de alimentos; flavorizantes como a baunilha; amino-ácidos como a fenilalanina, lisina e ácido glutâmico - conhecido agente realçador de sabores, que vem se tornando um ingrediente corriqueiro até no preparo de refeições domésticas.

Enzimas como amilases, proteases, pectinases, lipases e isomerases encontram cada vez mais novos campos de aplicação. Elas realizam tarefas como bioconversões, mudanças de funcionalidade, sabor e odor de produtos, redução de viscosidade, aumento da eficiência de extrações e ainda favorecendo separações em operações industriais de processamento de alimentos.

Os polissacarídeos são utilizados tradicionalmente na indústria de alimentos como estabilizantes e espessantes, podendo ser obtidos de algas ou vegetais. Mais recentemente, eles têm sido utilizados também para o microencapsulamento de flavorizantes, imobilização de enzimas, microrganismos e células vegetais, e também em tratamentos de resíduos da indústria de alimentos. Alguns polissacarídeos como a goma xantana e a xitosana são produzidos através de processos fermentativos. Recentemente foram obtidos avanços no sentido de controlar e manipular a biossíntese dos polissacarídeos microbianos, de forma que já existe a possibilidade potencial de se afetar a forma e a estrutura do produto final desejado.

Entretanto, o exemplo clássico do impacto que a biotecnologia pode causar na produção de um ingrediente alimentício é o desenvolvimento da tecnologia da produção de xarope de milho com alto teor de frutose (HFCS em inglês). Ela envolve a aplicação de três enzimas, duas amilases e a glicose isomerase, para realizar a liquefação e subsequente sacarificação do amido de milho para obter-se, como produto final, uma mistura de glicose e frutose. O xarope de milho com alto teor de frutose é quase tão doce quanto um xarope de sacarose com o mesmo teor de sólidos e seu uso, nos Estados Unidos, cresceu da quase inexistência em 1970 para um consumo total em 1985 estimado em cerca de 4 milhões de toneladas.

2.3 BIOTECNOLOGIA APLICADA AOS PRODUTOS DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

2.3.1 Produção de alimentos e bebidas

Vários alimentos são obtidos pela ação de determinados microrganismos sobre a matéria-prima original, resultando em um produto ácido que se conserva melhor que o material de origem. Em outros casos, a característica básica do alimento depende do microrganismo envolvido. Esses fatos servem para evidenciar a importância

cia da biotecnologia na produção de alimentos.

Uma das fermentações mais importantes é a láctica. Alimentos como queijos, iogurte, manteigas, pickles de hortaliças e frutas, chucrutes, azeitonas e alguns produtos cárneos, como salames e lingüiças, são exemplos de produtos em que as chamadas bactérias da fermentação láctica desempenham um papel preponderante. No caso da alimentação animal, a produção de silagem é outro exemplo marcante da fermentação láctica.

Diversos tipos de vinagres são obtidos pela fermentação acética. O mesmo tipo de microrganismo responsável pela produção de vinhos, cervejas e aguardentes, através da fermentação alcoólica, também é o responsável pela produção de um dos alimentos mais básicos do homem: o pão. A levedura *Saccharomyces cerevisiae* está envolvida em dois aspectos fundamentais da fermentação semi-sólida do pão: primeiramente produzindo gás para a massa crescer, e em segundo lugar, produzindo substâncias que dão o aroma e o sabor característico do pão.

Outras fermentações semi-sólidas também ocupam lugar de destaque na produção de alimentos. O cultivo de cogumelos, as fermentações do cacau e do café (no processo úmido), a oxidação biológica do chá e os diversos alimentos tradicionais, tais como, *miso*, *shoyu* e *tempeh* são exemplos ilustrativos do uso de processos biotecnológicos.

Nos casos pertinentes, muita ênfase tem sido dada nas pesquisas que visem à melhoria da eficiência dos microrganismos utilizados nas fermentações, especialmente através da manipulação genética das cepas usadas na indústria.

2.3.2 Modificação de produtos

Certos produtos podem ter suas características melhoradas através de tratamento enzimático. A alteração de características funcionais de produtos a base de proteínas, polissacarídeos, gorduras ou óleos pode influir, por exemplo, na palatabilidade ou aceitabilidade de determinados alimentos. O amaciamento de carnes com proteases é um exemplo de hidrólise enzimática que resulta em modificação de textura, melhorando a aceitabilidade de certas carnes. Outro exemplo é a modificação enzimática do gosto amargo em produtos cítricos com o objetivo de melhorar seu paladar.

2.3.3 Métodos de processamento

As enzimas também contribuem de maneira significativa em diversos métodos de processamento de alimentos. Já é bem conhecido o uso de pectinases para melhorar o processamento de produtos líquidos obtidos a partir de frutas e vegetais, e enzimas não lipolíticas são utilizadas para aumentar o rendimento da extração de óleos de diversas sementes. Outro exemplo da biotecnologia aplicada aos métodos de processamento são as técnicas de imobilização de enzimas, microrganismos e células vegetais, uma vez que a imobilização é um método eficiente para separar os biocatalisadores dos produtos da reação.

2.3.4 Controle de qualidade e caracterização de produtos

Além dos métodos tradicionais utilizados para garantir a qualidade e segurança dos alimentos, um número cada vez maior de mé-

todos analíticos envolvendo reações enzimáticas estão surgindo. As potencialidades das aplicações das técnicas de cultura de tecidos e de métodos genéticos, na determinação de necessidades nutricionais de seres vivos e toxicidade de determinados produtos, vêm estimulando diversas pesquisas na área. Entretanto, de maior relevância para o controle de qualidade, segurança e caracterização de produtos é a potencialidade do desenvolvimento de indicadores de identidade ou do grau de deterioração de um alimento através de anticorpos monoclonais. Tais indicadores permitiriam saber, rapidamente e com segurança, se um alimento é saudável ou não.

2.3.5 Utilização e tratamento de resíduos

Finalmente, os processos biotecnológicos por estarem intimamente relacionados com os ciclos de diversos elementos na natureza desempenham, com certeza, o papel mais importante em relação à utilização e tratamento dos resíduos da indústria de alimentos e também de outras, isto é, são os processos mais diretamente responsáveis pela despoluição e preservação do meio-ambiente.

Resíduos ou sub-produtos da indústria de alimentos como melaço e milhocina são utilizados em diversas fermentações industriais como, por exemplo, na obtenção de antibióticos; resíduos de laticínios, como o soro do leite, e águas residuárias de feculárias poderiam ser utilizadas na obtenção de proteína unicelular através de processos convenientes; e no caso de resíduos que ainda não dispõem de uma forma de utilização, o seu tratamento através de processos de digestão anaeróbica produz o biogás, que pode ser utilizado como insumo energético industrial.

3 OS AVANÇOS DA BIOTECNOLOGIA E O FUTURO

A biotecnologia de alimentos, através de sua longa história, propõe-se mais uma vez para incorporar ao seu conjunto de conhecimentos os avanços tecnológicos da humanidade. Não só a área de alimentos, mas também outros ramos da atividade humana assimilam os resultados alcançados pela biotecnologia através das modernas técnicas de manipulação do patrimônio genético dos seres vivos. Entretanto, uma pergunta surge naturalmente: o que de fato já existe em termos de engenharia genética? Já existem bens e serviços resultantes dos recentes avanços da biotecnologia? Uma resposta para essa pergunta pode ser encontrada no "Genetic Engineering and Biotechnology Yearbook 1986/87". O número de empresas privadas e institutos governamentais envolvidos com engenharia genética e biotecnologia já atinge cerca de 1300 no mundo inteiro. Nos Estados Unidos, mais de 300 empresas têm como atividade principal a pesquisa e a obtenção de produtos através de engenharia genética; no Japão, esse número alcança 190 empresas. Nos Estados Unidos ainda existem 150 empresas que possuem atividades tradicionais em biotecnologia e que estão interessadas em começar a desenvolver produtos através de engenharia genética. Ainda, cerca de 750 empresas e institutos desenvolvem atividades de engenharia genética em 38 países tais como: França, Inglaterra, União Soviética, Canadá, China, Alemanhas Ocidental e Oriental, Brasil, Hungria, Finlândia, Kuwait, Israel, Malásia, Espanha e Nova Zelândia, para citar alguns. Muitos dos produtos obtidos serão utilizados na produção e no processamento de alimentos, ou mesmo, serão novos tipos de alimentos.

Mesmo assim, nem tudo são aplausos em relação aos avanços da biotecnologia. As conquistas da engenharia genética são vistas com muita desconfiança por algumas pessoas que se opõem radicalmente às experiências com o patrimônio genético dos seres vivos. Sob a alegação dos riscos da atividade, temem que sejam criados seres que se mostrem mais prejudiciais do que úteis ao homem. Ainda não se sabe, por exemplo, quais serão os impactos ambientais da disseminação de bactérias modificadas geneticamente para atuarem como inseticidas vivos na proteção de plantações. As restrições são ainda mais sérias quando a manipulação genética é feita em organismos superiores. Em novembro de 1986 nasceu, nos Estados Unidos, um porco de cor ferrugem obtido de uma experiência que envolveu a inserção do gene hormônio de crescimento da vaca em seu DNA. Ele apresenta um tamanho semelhante ao dos outros porcos, porém com um teor de gordura bem menor; entretanto o animal tem dificuldade para locomover-se por problemas de artrite. Uma experiência semelhante, com galinhas, foi relatada em Israel no início de 1987. O fato do governo norte-americano ter decidido em abril de 1987, que podem ser requeridas patentes para formas de vida obtidas em laboratório, inclusive de mamíferos não-humanos, serviu para aquecer mais ainda os debates sobre os aspectos éticos e religiosos da manipulação genética de seres vivos. Teme-se que a pressão dos interesses comerciais acaba sobrepondo-se aos aspectos éticos e de segurança dos produtos obtidos. Entretanto, a história da humanidade não traz consigo a marca do consenso, e as grandes descobertas sempre causam também grande perplexidade. Portanto, é de se esperar que a biotecnologia de alimentos receba significativas contribuições tanto na produção como no melhoramento de alimentos, através da utilização das modernas técnicas de manipulação genética.

Aos diversos profissionais que trabalham na área de alimentos cabe a tarefa de vislumbrar as aplicações dos avanços da biotecnologia e as mudanças que ocorrerão nos diversos setores de suas atividades nos próximos cinco a dez anos, da mesma forma como fizeram aqueles pesquisadores nos Estados Unidos em 1973. Só que dessa vez há uma diferença: o novo já deu sinais de que veio para ficar. Vive-se hoje o início de uma nova era tecnológica que ainda não se sabe direito como será e quais serão suas últimas conseqüências. Entretanto, o que acontecer no mundo também acontecerá no Brasil, com maior ou menor intensidade.

O ceticismo inicial em relação aos avanços da biotecnologia está sendo substituído cada vez mais por novos produtos e serviços. Finalmente, caberá aos empresários, técnicos e pesquisadores explorar as novas possibilidades dessa área do conhecimento e colocar os benefícios da biotecnologia de alimentos à disposição da sociedade.

Abstract

Define some aspects and advances of biotechnology and its important role on behalf raw material and industrialized products, by improving animal and vegetal originated foods.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 AQUARONE, E. et alii. Biotecnologia: alimentos e bebidas produzidas por fermentação. São Paulo, Blücher, 1983. v. 5.

- 2 AQUARONE, E. et alii. Biotecnologia: tópicos de microbiologia industrial. São Paulo, Blücher, 1975. v. 2.
- 3 ARAUJO, N.B. & CARVALHO, A.P. Biotecnologia e ciência: questões para o futuro da autonomia brasileira. São Paulo, AGROCERES, 1986.
- 4 BAILEY, J.E. & OLLIS, D.F. Biochemical engineering fundamentals. 2 ed. New York, McGraw-Hill, 1986.
- 5 BJURSTROM, E. Biotechnology: fermentation and downstream processing. Chemical Engineering, Fev. 1985.
- 6 BOYCE, C.O.L. (ed). Novo's handbook of practical biotechnology. 2 ed. Bagsvaerd, Novo Industri, 1986.
- 7 CAVALCANTI, O. O oitavo dia da criação. Superinteressante, São Paulo, 1(1):75-80, out.1987.
- 8 CROCOMO, O.J. Plantas: a célula vegetal inovando tecnologia. Alimentos e Tecnologia, São Paulo, 2(10):68-9, jul./ago. 1986.
- 9 HAMMER, S.K. (ed). Genetic engineering and biotechnology yearbook 1986/87. New York, Elsevier, 1986.
- 10 JOGLEKAR, R. et alii. Biotechnology in industry: selected applications and unit operations. Michigan, Ann Arbor, 1983.
- 11 KNORR, D. Food biotechnology. s.l., M. Dekker, 1986.
- 12 LIMA, U.A. et alii. Biotecnologia: tecnologia das fermentações. São Paulo, Blücher, 1975. v. 1.
- 13 NEW low-fat chicken breed developed through genetic engineering. Kidma; Israel Journal of development, Jerusalem, 2(4):37, 1987.
- 14 ROLZ, C. The many faces of biotechnology. Biotecnologia; IOBB Newsletter. Guatemala, dez. 1986.
- 15 SCHENBERG, A.C. Engenharia genética de leveduras. Biotecnologia; Agropecuária-Energia-Saúde, Piracicaba, (8), out. 1987.
- 16 SCRIBAN, R. Biotecnologia. São Paulo, Manole, 1985.
- 17 SIMON, P. & MEUNIER, R. Microbiologie industrielle et génie biochimique. Paris, Masson, 1970.