



kentherm®

1 - 5

Kentherm Technologies

Equipamentos de Alta Tecnologia – Ar, Água, Ambiente

A KENTHERM TECHNOLOGIES SE APOIOU SOBRE UMA IMPRESSIONANTE SÍNTESE DE TECNOLOGIAS PARA CRIAR NOVOS APARELHOS. EQUIPAMENTOS HÍBRIDOS COMPACTOS GERADORES DE PROCESSOS FOTOCATALÍTICOS HETEROGÊNEOS DE ELEVADA EFICÁCIA E QUALIDADE E ELIMINAR TODO TIPO DE PATOGÊNICO, EXISTENTES E VINDOUROS.

① O PURIFICADOR DE AR UV-C – PREMIUM PCO FOTOCATALÍTICO ACOPLADO À PLASMA HV COM TRÊS LÂMPADAS ULTRAVIOLETA GERMICIDAS DE 55 W, É O MAIS AVANÇADO EQUIPAMENTO DE ESTERILIZAÇÃO DE ALIMENTOS E AUMENTO DE VIDA DE PRATELEIRA, ESPECIALMENTE PROJETADO PARA DESCONTAMINAÇÃO DO CACAU E DERIVADOS.

CACAU & DERIVADOS

→ Tecnologias de Referência Internacional
2026

CONTAMINANTES CACAU:

O USO DE PLASMA FRIO (PC) COMBINADO COM FOTOCATÁLISE (ESPECIFICAMENTE RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA) É UMA ABORDAGEM INOVADORA E NÃO TÉRMICA PARA DESCONTAMINAR GRÃOS DE CACAU, FAVAS, CASCA DA SEMENTE, CACAU EM PÓ.

FUNGOS COMO **ASPERGILLUS FLAVUS** E **PENICILLIUM** SÃO GRANDES PREOCUPAÇÕES NA PRODUÇÃO DE CACAU PORQUE PRODUZEM MICOTOXINAS TERMO RESISTENTES (POR EXEMPLO, **AFLATOXINAS** E **OCRATOXINA A**) QUE PODEM SOBREVIVER À TORREFAÇÃO.

A SINERGIA ENTRE ESSAS DUAS TECNOLOGIAS ABORDA AS LIMITAÇÕES DE USAR CADA UMA INDIVIDUALMENTE,

A FOTOCATÁLISE ACOPLADA AO PLASMA FRIO É UMA TECNOLOGIA PROMISSORA E INOVADORA PARA A DESCONTAMINAÇÃO DE ALIMENTOS, ESPECIALMENTE O CACAU, AGINDO ATRAVÉS DE PROCESSOS OXIDATIVOS AVANÇADOS PARA ELIMINAR PATÓGENOS (MICOTOXINAS VÍRUS, FUNGOS, ESPOROS E BACTÉRIAS) SEM UTILIZAR CALOR, PRESERVANDO ASSIM A QUALIDADE NUTRICIONAL E SENSORIAL DO PRODUTO.

APLICAÇÕES CACAU

ESSA TECNOLOGIA PODE SER APLICADA PARA INATIVAR MICRORGANISMOS E REDUZIR A CONTAMINAÇÃO POR MICOTOXINAS, COMO A OCRATOXINA E AFLATOXINA, UM PROBLEMA COMUM NO ARMAZENAMENTO E PROCESSAMENTO DO CACAU, POIS ESSAS TOXINAS PERMANECEM ESTÁVEIS DURANTE AS ETAPAS INDUSTRIAS.

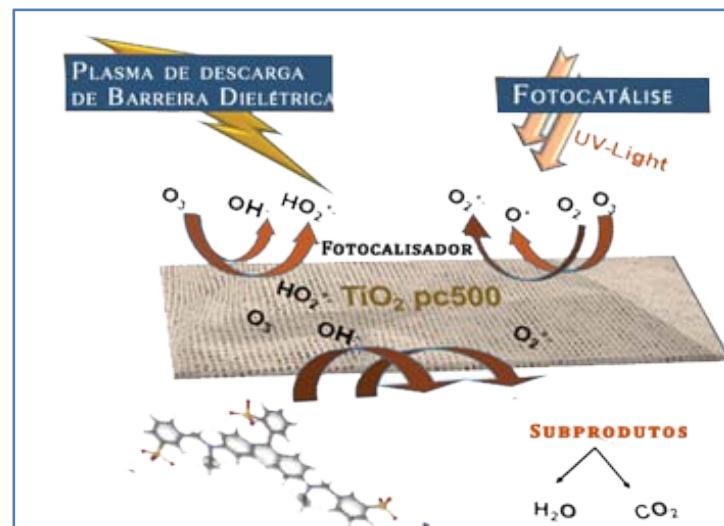


PRINCIPAIS ASPECTOS DA TECNOLOGIA:

PLASMA FRIO ATMOSFÉRICO: GÁS IONIZADO GERADO À PRESSÃO ATMOSFÉRICA QUE PRODUZ ESPÉCIES REATIVAS DE OXIGÊNIO (ROS) E NITROGÊNIO (RNS), COMO OZÔNIO, RADICAIS HIDROXILA E PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO, QUE INATIVAM MICRORGANISMOS AO DESTRUIR SUAS MEMBRANAS.

FOTOCATÁLISE (TiO₂ + UV): UTILIZA UM SEMICONDUTOR, GERALMENTE DIÓXIDO DE TITÂNIO TiO₂, ATIVADO POR RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA (UV-C) PARA ACELERAR A PRODUÇÃO DE RADICAIS LIVRES, DECOMPONDO POLUENTES ORGÂNICOS EM PRODUTOS FINAIS NÃO TÓXICOS COMO CO₂ E H₂O.

→ AÇÃO CONJUNTA: O ACOPLAGAMENTO PERMITE QUE AS ESPÉCIES ATIVAS GERADAS PELO PLASMA (APÓS O TRATAMENTO) SEJAM ATIVADAS PELA LUZ UV, POTENCIALIZANDO A DEGRADAÇÃO DE MICOTOXINAS, ESPOROS E FUNGOS.



→ VANTAGENS NA DESCONTAMINAÇÃO DO CACAU:

PROCESSAMENTO A FRIO: EVITA DANOS TÉRMICOS AOS COMPOSTOS BIOATIVOS E AOS PRECURSORES DE SABOR E AROMA DO CACAU.

3 - 5

ALTA EFICIÊNCIA E SEGURANÇA: CAPAZ DE INATIVAR ATÉ 99,99% DE PATÓGENOS E REDUZIR CONTAMINAÇÃO FÚNGICA.

SEM RESÍDUOS:

NÃO DEIXA RESÍDUOS QUÍMICOS NO PRODUTO, SENDO UM MÉTODO "LIMPO" (ECO-FRIENDLY).

DESCONTAMINAÇÃO SUPERFICIAL: IDEAL PARA AMÊndoAS DE CACAU, CASCAS E NIBS, FOCANDO NA ELIMINAÇÃO DE FUNGOS.

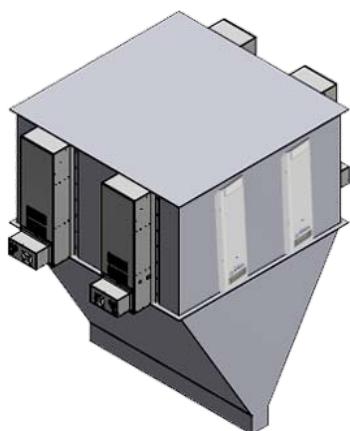
ESTUDOS, PESQUISAS, TESTES E ATUAL VOLUME DE EMPREGO NA APLICAÇÃO INDUSTRIAL INDICAM QUE O PLASMA É ALTERNATIVA ALTAMENTE EFICAZ PARA A INATIVAÇÃO DE FUNGOS, MICOTOXINAS, ESPOROS E MICROORGANISMOS PATOGÊNICOS EM PRODUTOS ALIMENTÍCIOS SENSÍVEIS E PARA A DEGRADAÇÃO DE TOXINAS ADERIDAS À FRAÇÃO SÓLIDA DO CACAU.

MECANISMOS DE INATIVAÇÃO

QUANDO ESSES DOIS MÉTODOS SÃO ACOPLAGADOS, ELES ATACAM ESTRUTURAS FÚNGICAS POR MEIO DE TRÊS VIAS PRINCIPAIS: ESPÉCIES REATIVAS (RONS): PLASMA FRIO GERA ESPÉCIES REATIVAS DE OXIGÊNIO E NITROGÊNIO (COMO O₃, ·OH E NO_x). ESSAS ESPÉCIES CAUSAM ESTRESSE OXIDATIVO, PEROXIDAÇÃO LIPÍDICA DA MEMBRANA CELULAR FÚNGICA E VAZAMENTO DE COMPONENTES INTRACELULARES.

- **DANO DIRETO AO DNA (FOTOCATÁLISE):** OS FÓTONS UV (TIPICAMENTE UV-C A 254 NM OU UV A VÁCUO) INTERROMPEM AS LIGAÇÕES MOLECULARES NO DNA FÚNGICO, CRIANDO DÍMEROS DE PIRIMIDINA QUE IMPEDEM A REPRODUÇÃO DO FUNGO.
- **GRAVAÇÃO E EROSÃO:** O BOMBARDEIO DE PARTÍCULAS CARREGADAS DO PLASMA CORRÓI FISICAMENTE A PAREDE DE ESPOROS FÚNGICOS, FACILITANDO A PENETRAÇÃO DA LUZ UV E DE ESPÉCIES REATIVAS NO NÚCLEO DA CÉLULA.
- O PLASMA ALCANÇA FENDAS A UV ADICIONA UMA PERTURBAÇÃO PROFUNDA DO DNA. GRAVAÇÃO SUPERFICIAL DAS CAMADAS DE ESPOROS.
- ROMPIMENTO DE LIGAÇÃO QUÍMICA. INATIVAÇÃO MAIS RÁPIDA DE ESPOROS DE PAREDES ESPESSAS.
- MICOTOXINAS - DECOMPÕEM MOLÉCULAS DE TOXINA POR MEIO DA OXIDAÇÃO. FOTODEGRADAÇÃO DE ANÉIS DE TOXINAS. AUMENTO DA TAXA DE DESINTOXICAÇÃO.
- APLICAÇÃO EM GRÃOS DE CACAU Os grãos de cacau apresentam um desafio devido à sua geometria complexa da superfície e alto teor de gordura.
- ELIMINANDO OS EFEITOS DE SOMBRA: DIFERENTE DAS SUPERFÍCIES PLANAS, OS GRÃOS DE CACAU APRESENTAM "VALES" E DOBRAS. O PLASMA É UM ESTADO SEMELHANTE A UM GÁS QUE PODE DERIVAR PARA ESSAS DOBRAS ONDE A LUZ UV DIRETA PODE NÃO ALCANÇAR.
- PRESERVAÇÃO DA QUALIDADE: COMO AMBOS OS MÉTODOS SÃO "FRIOS", ELES EVITAM OS SABORES "QUEIMADOS" OU A PERDA DE COMPOSTOS AROMÁTICOS VOLÁTEIS QUE OCORREM COM VAPOR OU ESTERILIZAÇÃO EM ALTA TEMPERATURA.
- ESTABILIDADE DOS LIPÍDIOS: PESQUISAS INDICAM QUE TEMPOS OTIMIZADOS DE TRATAMENTO (TIPICAMENTE ABAIXO DE 10-20 MINUTOS) NÃO AUMENTAM SIGNIFICATIVAMENTE A OXIDAÇÃO DOS LIPÍDIOS NA MANTEIGA DE CACAU, MANTENDO A VIDA ÚTIL DO GRÃO.
- RESULTADOS ATUAIS DA PESQUISA (2024-2025) ESTUDOS RECENTES SOBRE CACAU E COMMODITIES "SECAS" SIMILARES (COMO CAFÉ E NOZES) MOSTRARAM: REDUÇÕES LOGARÍTMICAS: REDUÇÕES DE 2,0 A 5,0 LOG10CFU/G EM CARGAS FÚNGICAS (POR EXEMPLO, ASPERGILLUS NÍGER) SÃO ALCANÇÁVEIS.
- REDUÇÃO DE AFLATOXINAS: FOI DEMONSTRADO QUE A COMBINAÇÃO DEGRADA ATÉ 70-90% DAS MICOTOXINAS SUPERFICIAIS AO ROMPER O ANEL FURANO EM SUA ESTRUTURA QUÍMICA.
- IMPACTO AMBIENTAL: ESTE É UM PROCESSO "SECO" — NÃO REQUER ÁGUA E NÃO DEIXA RESÍDUOS QUÍMICOS (COMO ÓXIDO DE ETILENO OU CLORO). ALINHADO COM OS PADRÕES ORGÂNICOS E DE "ETIQUETA LIMPA".

4 - 5



SILO CACAU EM PÓ

① AVALIAÇÃO IMPORTANTE

A COMBINAÇÃO DE PLASMA ATMOSFÉRICO FRIO (CAP) E FOTOCATÁLISE É UMA TECNOLOGIA EMERGENTE NÃO TÉRMICA USADA PARA INATIVAR FUNGOS TOXIGÊNICOS E DEGRADAR MICOTOXINAS NO CACAU E EM OUTRAS MATRIZES ALIMENTARES. ESSA ABORDAGEM HÍBRIDA APROVEITA AS ESPÉCIES REATIVAS DE OXIGÊNIO (ROS) E NITROGÊNIO (RONS) DO PLASMA E A ATIVIDADE CATALÍTICA IMPULSIONADA PELA LUZ DOS FOTOCATALISADORES (COMO DIÓXIDO DE TITÂNIO OU OUTROS SEMICONDUTORES) PARA ALCANÇAR REDUÇÃO MICROBIANA SINÉRGICA.

PRINCIPAIS MECANISMOS DE INATIVAÇÃO DO ESTRESSE OXIDATIVO: O PLASMA FRIO GERA UMA MISTURA RICA DE ÍONS, ELÉTRONS E SUBSTÂNCIAS REATIVAS COMO OZÔNIO O_3 E RADICAIS HIDROXILA OH^- QUE INDUZEM ESTRESSE OXIDATIVO SEVERO EM CÉLULAS FÚNGICAS.

DANO FÍSICO: AS PARTÍCULAS CARREGADAS ENERGÉTICAS E OS FÓTONS UV DO PLASMA PROMOVEM A "GRAVAÇÃO," QUE LEVA À DESTRUIÇÃO DIRETA DAS PAREDES E MEMBRANAS CELULARES FÚNGICAS, CAUSANDO VAZAMENTO DE MATERIAL CITOPLASMÁTICO.

SINERGIA FOTOCATALÍTICA: QUANDO ACOPLADOS, A LUZ UV EMITIDA DURANTE A DESCARGA DO PLASMA PODE ATIVAR FOTOCATALISADORES.

ALCALINIZAÇÃO:

O USO DE PLASMA FRIO (COLD PLASMA) NA ALCALINIZAÇÃO DO CACAU É UMA TECNOLOGIA EMERGENTE E PROMISSORA, INVESTIGADA COMO UMA ALTERNATIVA "VERDE" E NÃO TÉRMICA AO PROCESSO CONVENCIONAL DE DUTCHING (TRATAMENTO ALCALINO). EM VEZ DE UTILIZAR SOLUÇÕES QUÍMICAS (COMO CARBONATO DE POTÁSSIO) E ALTAS TEMPERATURAS, O PLASMA FRIO USA GASES IONIZADOS PARA MODIFICAR AS PROPRIEDADES DO CACAU.

PRINCIPAIS EFEITOS E VANTAGENS DO PLASMA FRIO NO CACAU:

- **REDUÇÃO DA ACIDEZ:** O PLASMA ATMOSFÉRICO FRIO (APPJ) É CAPAZ DE REDUZIR AS FRAÇÕES ÁCIDAS NO CACAU EM PÓ, AUMENTANDO O PH DE FORMA SEMELHANTE À ALCALINIZAÇÃO TRADICIONAL.
- **MELHORIA DA COR E SOLUBILIDADE:** A TECNOLOGIA CONSEGUE ESCURECER A COR DO CACAU (DIMINUINDO O L* DE 52.5 PARA 41.3) E AUMENTAR A SOLUBILIDADE (DE 15.1% PARA 27.4%).
- **EFICIÊNCIA E SUSTENTABILIDADE:** ESTUDOS INDICAM QUE O PROCESSO DE PLASMA FRIO PODE SER CERCA DE 65% MAIS RÁPIDO QUE O MÉTODO TRADICIONAL, SEM A NECESSIDADE DE ADITIVOS QUÍMICOS, AR COMPRIMIDO OU ALTAS TEMPERATURAS.
- **PRESERVAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS:** DIFERENTE DA ALCALINIZAÇÃO CONVENCIONAL, QUE PODE DEGRADAR COMPOSTOS ANTIOXIDANTES, O PLASMA FRIO MOSTROU-SE PROMISSOR NA PROTEÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS, REDUZINDO OS EFEITOS INDESEJADOS DA OXIDAÇÃO DA MANTEIGA DE CACAU.
- **REDUÇÃO DE CONTAMINANTES:** ALÉM DA MODIFICAÇÃO DE PH, O PLASMA FRIO ATUA NA INATIVAÇÃO MICROBIANA (BACTÉRIAS, FUNGOS), AUMENTANDO A SEGURANÇA ALIMENTAR E A VIDA ÚTIL DO PRODUTO.

5 - 5

DIFERENÇA COM A ALCALINIZAÇÃO CONVENCIONAL:

A ALCALINIZAÇÃO TRADICIONAL REMOVE ACIDEZ, ESCURECE E SUAVIZA O SABOR, MAS REDUZ FLAVONÓIDES (ANTIOXIDANTES) E ALTERA O SABOR NATURAL. O PLASMA FRIO PROMETE ATINGIR RESULTADOS SIMILARES (PH MAIS BÁSICO E COR ESCURA) COM MENOR IMPACTO TÉRMICO E QUÍMICO



"A KENTHERM TECHNOLOGIES POSSUI TECNOLOGIA BASTANTE DISRUPTIVA PARA O MERCADO, BASEADA NA CONJUGAÇÃO DE PROCESSOS CONHECIDOS E CERTIFICADOS, INOVADORA EM SEU EMPREGO. PROCESSOS E TECNOLOGIAS, CONFORME OS MAIS RECENTES REQUISITOS DA EUROPA E EUA E AS RECOMENDAÇÕES DE SUAS PRINCIPAIS AGENCIAS DE MEIO AMBIENTE."