

Le Défi de l'Alimentation dans l'Espace



Photo courtesy of NASA

La mission du Centre Spatial Commercial de Technologie Alimentaire (NASA FTCSC: Food Technology Commercial Space Center) est de mener un effort national pour développer des aliments et des technologies de procédés agroalimentaires qui facilitent les missions spatiales et font progresser les produits alimentaires commerciaux/au travers d'efforts communs de scientifiques et techniciens de la NASA, d'industriels et de la recherche académique.

Pour accomplir cette mission, le centre FTCSC de la NASA développe des partenariats avec des industriels pour relever les défis du développement de systèmes agroalimentaires pour l'exploration de l'espace et son habitation de courte et longue durée. Nos partenaires commerciaux mobilisent du personnel de recherche, des équipements et des matériaux sur des projets particuliers de développement de produits qui répondent aux contraintes spécifiques imposées par les missions spatiales et qui ont aussi des applications terrestres. Les partenaires industriels profitent de leur intégration dans des projets nationaux/internationaux tout en conservant le droit de déposer des brevets pour des développements potentiels.

Parmi les contraintes spécifiques liées à l'espace, on compte

- Faible poids, masse et utilisation d'énergie;
- Durée minimum de conservation des produits alimentaires de neuf mois pour le système alimentaire de la Navette, un an pour la Station Spatiale Internationale et jusqu'à cinq ans pour les postes planétaires avancés;
- Un apport de nourriture qui sera fortement dépendant de la production agricole renouvelable (les récoltes produites dans l'espace sont les choux, carottes, cardes, haricots secs, salade, oignons, arachide, pomme de terre, radis, soja, épinards, patates douces, tomates et blé); et
- Systèmes de transformation agroalimentaire qui fonctionnent en microgravité (e.g., Station Spatiale Internationale) ou en gravité réduite (e.g., postes avancés planétaires ou lunaires).

Le Défi: Développer des Produits Alimentaires Nouveaux

Pour maintenir les astronautes en bonne santé, leur alimentation doit être nutritive, comestible et savoureuse. Des travaux de recherche et développement de produits sont nécessaires dans les domaines suivants.

- Nouvelles recettes pour les récoltes produites sur place
- Probiotiques
- Neutraçutiques
- Arômes alimentaires encapsulés
- Nouveaux menus pour les repas et recettes



Photo courtesy of NASA

- Produits potentiels
 - Des barres de substitut de repas fournissant un tiers des calories journalières et des besoins nutritionnels
 - Des produits qui incorporent 25 grammes de soja par jour dans le régime alimentaire des astronautes
 - Des produits issus de soja à faible teneur en matières grasses résultant en une baisse de la flatulence
 - Des produits qui incorporent l'okara issu de la production du lait de soja

Le Défi: Développer de Nouveaux Equipements de Transformation Agroalimentaire

Les contraintes environnementales imposent que les équipements soient compacts, multifonctionnels et légers. De plus, les équipements doivent consommer le minimum d'énergie, nécessiter le minimum d'eau pour leur nettoyage, être facile à utiliser et à laver, créer le minimum de pollution dans l'air et d'odeurs. Des travaux de recherche et développement sont nécessaires pour les équipements suivants.

- Réfrigérateurs et congélateurs
- Fours traditionnels et à micro-ondes
- Extrudeurs, mixeurs et moulins
- Equipement de transformation de grains entiers
- Equipements destinés à des applications spécifiques
 - Pains aux céréales
 - Tofu à base de soja
 - Edulcorants faits à partir d'amidon
 - Récupération d'huile à partir de céréales
 - Substituts de viandes faits à partir de céréales

Le Défi: Accroître la Durée de Conservation des Aliments

Les produits alimentaires doivent se conserver en toute sécurité de neuf mois à cinq ans dans des conditions de stockage ambiantes. Certains aliments pourront être réfrigérés ou congelés lors de missions de longue durée. Des travaux de

recherche et développement sont nécessaires dans les domaines suivants.

- Améliorations des matériaux d'emballage
- Nouveaux composés pour réduire a_w , l'oxydation des lipides, et la croissance microbienne
- Produits qui évitent ou minimisent la migration de l'eau
- Irradiation
- Nouveaux procédés tels que haute pression, conductivité, et intensité lumineuse
- Emballage et stockage sous atmosphère modifiée
- Protocoles d'accélération de la durée de conservation pour des tests de stockage à cinq ans
- Produits potentiels
 - Produits boulangers
 - Boissons à base de fruits séchés naturellement
 - Produits carnés et à base d'œufs
 - Produits laitiers

Le Défi: Améliorer et Contrôler la Sécurité Alimentaire

Assurer la sécurité alimentaire et prévenir le dégagement de microbes pathogènes et odeurs indésirables sont des points cruciaux pour la santé et le bien-être des astronautes. Des travaux de recherche et développement sont nécessaires dans les domaines suivants.

- Méthodes rapides et non destructives permettant d'évaluer la qualité et la sécurité alimentaire à l'intérieur des emballages pour éviter l'empoisonnement et le dégagement d'odeurs indésirables
- Méthodes non destructives en vue de la confirmation rapide de la sécurité des aliments
- Capteurs pour le contrôle rapide, en ligne et continu de la qualité et de la sécurité des aliments
- Cibles de la sécurité alimentaire : changements de couleur, du a_w , et détection de toxines

Le Défi: Emballer les Aliments

Pour allonger la durée de conservation et la sécurité des aliments et pour minimiser le poids et les déchets, de nouvelles méthodes et matériaux d'emballage sont nécessaires. Des travaux de recherche et développement sont nécessaires dans les domaines suivants.

- Emballage recyclable ou dégradé
- Dégradation accélérée
- Compatibilité avec le compostage
- Matériaux d'emballage multifonctionnels
- Recouvrement des aliments par des pellicules comestibles
- Emballage compatible avec les fours micro-ondes

Le Défi: Développer un Système de Gestion des Déchets Alimentaires

Dans l'environnement clos de la Station Spatiale Internationale et des postes avancés habités, l'eau et l'air seront recyclés. Des travaux de recherche et développement sont nécessaires dans les domaines suivants.

- Dégradation accélérée des emballages alimentaires
- Bioconversion de la biomasse en produits utiles
- Nettoyage d'équipements
- Epuration des eaux usées d'origine alimentaire
- Biofiltres pour les équipements de transformation agroalimentaire, dégradation des déchets et épuration de l'air
- Consortiums microbiens de désodorisation originaux pour la biofiltration de l'air
- Hydrolyse accélérée de la biomasse par traitement chimique grâce à des composés produits sur place.
- Bioréacteur pour l'assainissement et le recyclage des eaux usées
- Culture de champignons sur la biomasse résiduelle

Le Défi: Développer des Systèmes de Désinfection

Eliminer les microbes pathogènes de l'environnement et éviter le dégagement d'odeurs indésirables sont des enjeux cruciaux pour la santé des astronautes. Des travaux de recherche et développement sont nécessaires dans les domaines suivants.

- Désinfection des récoltes, des aliments, des aires de travail, et des équipements de transformation et de préparation des aliments
- Contrôle des odeurs
- Générateurs de désinfection à partir de composés recyclables tels que l'eau et l'air en H₂O₂ et ozone, respectivement.
- Développement de désinfectants qui ne perturbent pas les systèmes de retraitement des déchets biologiques solides et liquides

Le Défi: Développer d'Autres Composantes de Systèmes Alimentaires

De nombreuses autres opportunités existent pour la recherche et le développement de produits et procédés pour les systèmes alimentaires dans l'espace. D'autres domaines nécessitant des travaux de recherche et développement sont illustrés par les exemples suivants.

Produire des Produits Alimentaires Cultivés

- Production et conservation de starters de culture



- Bioréacteurs pour la culture microbienne en microgravité
- Produits alimentaires potentiels
 - Miso, tempeh
 - Sauce soja, yaourt au soja, fromage à base de soja
 - Pains

Extraction d'huile sans solvant à partir de soja et d'arachide

- Développement de soja à faible teneur en matières grasses
- Récupération d'huile par procédé microbien
- Composés considérés comme non-toxiques pour des liants de matières grasses
- Développement de systèmes et de protocoles originaux de récupération de matières grasses

Utilisation d'enzymes dans les systèmes alimentaires spatiaux

- Amylases pour la production d'édulcorants à partir de patates douces et de pommes de terre
- Cellulase et xylanase pour la dégradation accélérée de biomasse
- Production microbienne d'enzymes en microgravité et dans les postes planétaires avancés
- Concentrés d'enzymes et méthodes de conservation prolongée
- Développement d'usines clé en main pour faciliter la dégradation de la biomasse

Si votre entreprise désire des informations pour s'engager dans le défi de l'alimentation dans l'espace, contactez:

Dr. Anthony L. Pometto III, Directeur
NASA Food Tech. Commercial Space Center
Iowa State University
2901 South Loop Drive, Suite 3700
Ames, IA 50010-8632, USA
Mél: apometto@iastate.edu
Téléphone : + 1 515 296 5383
Fax : + 1 515 296 6272



Site Internet du NASA FTSC:

<http://www.ag.iastate.edu/centers/ftsc/>

Le Défi de l'Alimentation dans l'Espace

**Construisons des Partenariats
Aujourd'hui,
Développons l'Alimentation
de Demain.**



IOWA STATE UNIVERSITY
OF SCIENCE AND TECHNOLOGY