

L'INRA AU SALON INTERNATIONAL
DE L'ALIMENTATION 2018
POUR L'ALIMENTATION,
L'INNOVATION EN ACTIONS



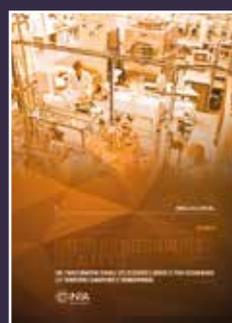
PRESSE **Dossier**



À PROPOS DE L'INRA

Créé en 1946, l'Inra est aujourd'hui le premier institut de recherche agronomique en Europe avec 8 417 chercheurs, ingénieurs et techniciens permanents, au 2^e rang mondial pour ses publications en sciences agronomiques. L'Inra contribue à la production de connaissances et à l'innovation dans l'alimentation, l'agriculture et l'environnement.

L'Institut déploie sa stratégie de recherche en mobilisant ses 13 départements scientifiques et en s'appuyant sur un réseau unique en Europe, fort de plus de 200 unités de recherche et de 50 unités expérimentales implantées dans 17 centres en région. L'ambition est, dans une perspective mondiale, de contribuer à assurer une alimentation saine et de qualité, une agriculture compétitive et durable ainsi qu'un environnement préservé et valorisé.



#ALIMINNOV

#MICROBINNOV

#ALIMQUAL

#INNOVPROTEINES

04

LA PLACE DE L'INRA DANS
L'ÉCOSYSTÈME D'INNOVATION
POUR L'ALIMENTATION

08

LES RECHERCHES ET INNOVATIONS
DANS LE DOMAINE DE
L'ALIMENTATION A L'INRA

15

DES INNOVATIONS
DANS LE DOMAINE LAITIER

18

DES ALIMENTS MOINS SALÉS,
MOINS GRAS ET MOINS SUCRÉS
DANS NOS ASSIETTES



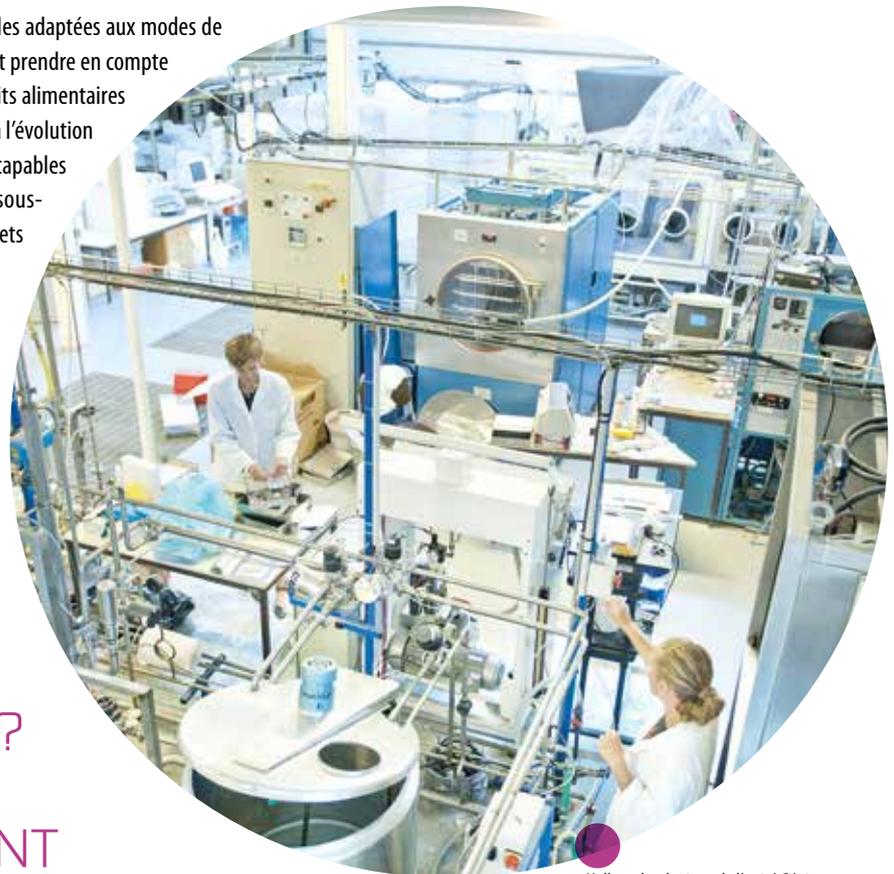
LA PLACE DE L'INRA DANS L'ÉCOSYSTÈME D'INNOVATION POUR L'ALIMENTATION

Le début du 21^e siècle est marqué par l'accélération de transitions comme l'urbanisation des populations à travers le monde, qui s'accompagne de transitions alimentaires majeures. Assurer à chacun une alimentation saine et durable, travailler à l'équité alimentaire constitue un des objectifs stratégiques de l'Inra et est un véritable défi mondial à relever. Les populations consacrent moins de temps à la préparation et à la consommation des aliments. Les modes culinaires évoluent. Par ailleurs, pour répondre aux attentes des consommateurs et de pair avec les politiques publiques, des aliments issus des productions agricoles avec un recours moindre aux produits phytosanitaires progressent fortement dans l'offre alimentaire. L'évolution des comportements des consommateurs se traduit par une plus grande ouverture à la substitution (partielle) des protéines animales par des protéines de sources alternatives (par exemple les protéines végétales, protéines d'insectes...).

En termes d'innovation dans le secteur agro-alimentaire, ces transitions se traduisent par des défis à relever par l'ensemble des acteurs concernés. Il s'agit ainsi de caractériser de nouvelles matières premières et de produire les connaissances nécessaires pour construire de nouveaux aliments répondant aux différentes exigences des consommateurs à la fois en termes de plaisir, mais aussi en termes de qualité nutritionnelle et sanitaire. Pour l'Inra, cela se traduit par la nécessité de rester à la pointe des technologies sur la caractérisation des matières premières et des matrices alimentaires à différentes échelles, sur le renforcement de sa capacité à intégrer ces connaissances pour modéliser les phénomènes et développer des outils numériques en appui à la conception d'aliments meilleurs pour la santé. On peut citer ici des recherches dans le domaine de la cuisson et du salage du jambon, pour réduire le sel tout en conservant les qualités sanitaires, ou encore de la réalisation de biscuits moins sucrés et moins riches en matière grasse, mais riches en fibres et en protéines, pour accroître la satiété.

Un autre défi est de parvenir à éco-concevoir l'ensemble de la chaîne alimentaire tout en maintenant les exigences de qualité et de sécurité au niveau du consommateur. L'Inra est engagé dans une démarche de progrès et de durabilité des pratiques, depuis la production jusqu'au consommateur. C'est l'enjeu de l'écoconception des procédés : comment faire (mieux si possible) avec moins de consommation d'énergie, d'eau, avec moins de pertes de matières premières.

On peut par exemple citer la création de nouvelles variétés végétales adaptées aux modes de conduite et aux conditions climatiques du futur, qui doit également prendre en compte l'aptitude de ces matières premières à être transformées en produits alimentaires attractifs et adoptables par les consommateurs. Un autre point lié à l'évolution de l'agriculture est une demande croissante de procédés efficaces capables d'optimiser l'utilisation des matières premières, y compris les sous-produits des filières alimentaires jusqu'ici considérés comme des déchets industriels.



POURQUOI DOIT-ON INNOVER EN AGROALIMENTAIRE ? POUR QUELLES FINALITÉS ? QUELS SONT LES LEVIERS POSSIBLES ?

L'innovation a toujours eu une place centrale dans l'agro-alimentaire. Elle peut être illustrée par le nombre très important de nouveaux produits placés sur les linéaires des supermarchés chaque année, par le nombre de TPE et de start-up. Après le plaisir et la santé, les innovations s'orientent pour partie vers l'éthique et s'appuient également sur de nouveaux procédés (ou des procédés revisités) permettant de regagner la confiance des consommateurs au-delà des seules démarches de type « clean label ». Deux leviers sont à prendre à compte quand on parle d'innovation pour l'alimentation :

- › L'évolution des attentes du consommateur
- › Les transitions environnementales et climatiques.

Halle technologique de l'unité Génie et Microbiologie des Procédés Alimentaires, centre Inra Ile-de-France-Versailles-Grignon.
© Inra - William Beaucardet

1 / L'ÉVOLUTION DES ATTENTES DU CONSOMMATEUR

Les changements de modes de vie (plus de mobilité, plus de repas hors domicile, moins de temps à consacrer à l'élaboration des repas...), la démographie qui change (urbanisation croissante, vieillissement de la population, réduction de la taille des ménages...) mais aussi l'émergence de certaines valeurs « collectives » (sensibilisation aux questions environnementales, au gaspillage, à l'impact santé) sont autant d'éléments pouvant conduire à différentes tendances concernant l'alimentation. Ces tendances peuvent se décrire au travers des demandes identifiées, concernant le prêt-à-manger et le côté pratique des aliments, la demande d'alimentation santé, spécifique voire individualisée...

Culture biologique mélangée céréales (triticale, orge, avoine) et légumineuses (pois).

© Inra - Christophe Maitre



En termes de recherche et de besoin d'innovation, on peut analyser trois d'entre elles à titre d'exemples :

- ▶ Pour le côté pratique et naturel de l'alimentation, cela conduit à développer des procédés moins drastiques de fractionnement qui respectent les structures naturelles, tout en élaborant des aliments transformés. Il s'agit par exemple de préserver des micronutriments dans des sauces tomate ou de réduire la perte des vitamines lors de la cuisson des légumes.
- ▶ Pour le côté sanitaire et durable de l'alimentation, la question des emballages est incontournable. L'accumulation de plastique dans notre environnement, due notamment à son utilisation intensive dans de nombreux segments industriels, aboutit aujourd'hui à une prise de conscience collective quant à la nécessité de la prise en compte de la biomasse dans la production et la consommation. Recherche et innovation se tournent vers des emballages issus de la biomasse, ou encore des plastiques qui s'autodétruisent grâce à l'activité de microorganismes.
- ▶ Pour le prêt-à-manger ou l'augmentation de protéines végétales dans l'alimentation, des recherches fondamentales notamment sur la synthèse des arômes fermentaires, permettent de développer des produits végétaux fermentés, à partir de cultures européennes (pois, lupin) alliant la nouveauté et les qualités sensorielles.

2 / LES TRANSITIONS ENVIRONNEMENTALES ET CLIMATIQUES QUI CONDUISENT À REPENSER LE CONTINUUM AGRICULTURE-ENVIRONNEMENT-ALIMENTATION

Le lien production-transformation est un levier d'innovation. Les systèmes innovants à bas intrants sont nécessaires pour le développement de systèmes de production durables. Ces changements au niveau de la production conduisent à plus de variabilité en entrée de transformation, ce qui induit d'adapter les procédés de transformation pour assurer une qualité constante du produit.

Ceci s'illustre par exemple par l'association de cultures légumineuses et de céréales dans une même parcelle pour réduire l'utilisation d'intrants (fongicides, herbicides, insecticides, azote), qui soulève des questions liées aux procédés soit de tri pour séparer les différents grains, soit d'élaboration de nouveaux produits alimentaires utilisant directement les deux types de grains.

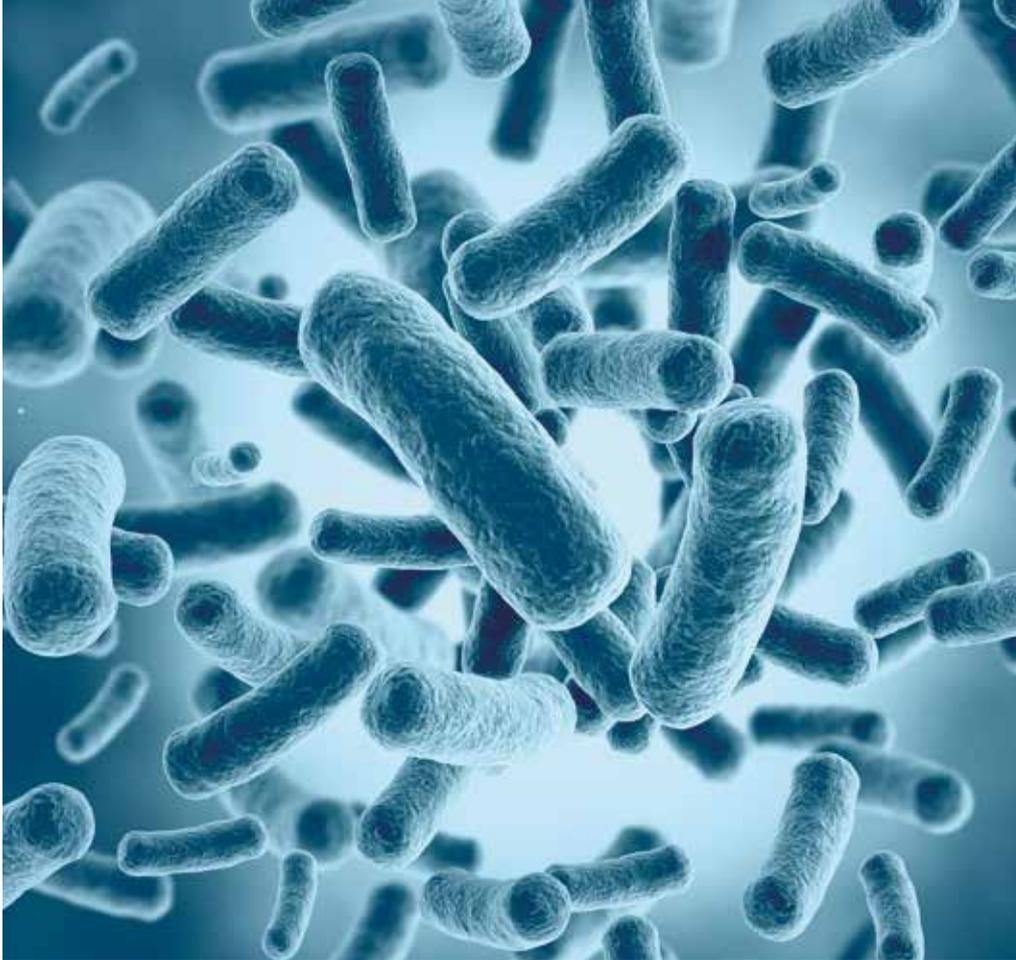
En termes d'innovation en alimentation, les transitions actuelles convergent vers un défi que doivent relever ensemble les acteurs concernés, celui de l'écoconception sur l'ensemble de la chaîne agroalimentaire.

● ZOOM SUR LES ASSOCIATIONS CÉRÉALE/LÉGUMINEUSE

Des travaux ont été réalisés à l'Inra sur les associations céréale/légumineuse en culture de rente, c'est-à-dire avec valorisation des deux cultures, soit pour la production de grains destinés à l'alimentation humaine (associations blé-pois ou blé-féverole), soit pour la production de fourrages pour les animaux (associations triticale-pois fourrager).

Les chercheurs ont analysé le retour d'expérience d'agriculteurs qui ont pratiqué ces associations et ils ont mis en évidence les bénéfices et freins attendus et observés. L'étude montre que globalement, les niveaux de rendement en association sont supérieurs ou égaux à la moyenne des cultures pures, aussi bien en agriculture biologique qu'en agriculture conventionnelle dans des systèmes de polyculture-élevage. Un des principaux freins, le tri à la récolte, pourrait être levé en alimentation humaine par le développement de nouveaux aliments, pâtes aux légumineuses par exemple, qui font également l'objet de recherches actuellement. Dans ce cas, les deux cultures, blé et pois, peuvent être récoltées et transformées ensemble en farine sans tri préalable.

<http://www.inra.fr/Chercheurs-etudiants/Systemes-agricoles/Tous-les-magazines/Cultiver-et-valoriser-les-melanges-cereales-legumineuses>



QUELLE FORME PREND L'INNOVATION POUR UN ORGANISME DE RECHERCHE COMME L'INRA ?

L'Inra, institut de recherche finalisée, mène des travaux d'excellence et s'implique à différents niveaux, de la production de connaissances fondamentales aux collaborations directes avec les industriels, de la contribution à des innovations précompétitives, ou en appui à la création de start-up.

Tout d'abord, l'Inra irrigue l'innovation avec des connaissances fondamentales portant par exemple sur la structure des aliments et les mécanismes de leur déstructuration dans le tractus digestif de l'homme ou encore les fonctions (par exemple : texture, arômes...) portées par les différents composants moléculaires et macromoléculaires des aliments.

Ensuite, l'Inra joue un rôle clé dans des innovations précompétitives, comme l'identification et la conception d'aliments destinés à des populations spécifiques (personnes âgées, sportifs, enfants), la mise au point de nouvelles technologies plus économes, l'identification de solutions pour des produits riches en protéines d'origine végétale adaptés aux modes de vie actuels, l'adaptation de nouveaux ferments...

Sur les formes multiples que prend la recherche à l'Inra, des projets de recherche sont menés en collaboration directe avec des industriels, pour améliorer leurs procédés et leurs produits. Les exemples sont nombreux : l'amélioration d'un intégrateur des températures subies par des aliments pour avoir une mesure (et non une estimation) de la durée de vie ; l'acquisition d'une meilleure connaissance des déterminants de la qualité aromatique des produits à base de fruits ou légumes ; la sélection de microorganismes permettant d'obtenir des propriétés spécifiques dans des aliments ; ou encore la compréhension des mécanismes de thermorésistance de certaines bactéries.

Certains points ne relèvent pas des missions de l'Inra et sont plus directement liés au marketing ou nombre d'innovations « service » comme la logistique et les nouveaux modes de livraison.



LES RECHERCHES ET INNOVATIONS DANS LE DOMAINE DE L'ALIMENTATION À L'INRA

Les recherches de l'Inra dans le domaine de l'agroalimentaire sont principalement orientées vers deux grands défis : concevoir de façon raisonnée les qualités des aliments et développer des procédés efficaces pour des produits plus sains et plus durables. Nous vous proposons des illustrations autour de quelques problématiques de recherche.

1 / LA CONCEPTION RAISONNÉE D'ALIMENTS OU INGRÉDIENTS AUX CARACTÉRISTIQUES MAÎTRISÉES

Il s'agit par exemple de proposer des solutions nouvelles pour une alimentation équilibrée et de qualité avec une part « végétale » accrue : utilisation des protéines végétales dans des produits fermentés, mise au point de pâtes alimentaires riches en légumineuses, amélioration du goût et de la praticité des légumineuses...



- **DES PÂTES**
- **AUX LÉGUMINEUSES**

Les scientifiques de l'Inra et de Montpellier SupAgro ont mis au point en 2016 le procédé de fabrication de pâtes aux légumineuses, contenant a minima un taux de substitution de semoule de blé par des farines de légumineuses (entre autres : lentilles, pois, Black Gram, fèves) à hauteur de 35 % et jusqu'à 100 %. Cette invention permet de jouer sur les proportions de légumineuses et blé afin d'atteindre une bonne couverture des apports en acides aminés essentiels quelle que soit la légumineuse considérée. Le procédé conserve les



différentes étapes classiques de fabrication des pâtes (hydratation, malaxage, extrusion, séchage) et ne nécessite donc pas d'équipement supplémentaire.

Les températures de séchage ont été révisées à la baisse afin d'obtenir une structuration des protéines qui facilite la rapidité de la digestion.

Les pâtes les plus intéressantes contiennent 60 à 80 % de légumineuses et correspondent à un produit fini à 20 % de protéines (versus 13 % pour des pâtes classiques) qui présente une bonne complémentarité en acides aminés essentiels : lysine, thréonine et acides aminés soufrés, contrairement aux pâtes de blé dur déficientes en lysine.

Ce projet donne accès à une meilleure compréhension de l'impact de la composition d'un produit végétal mixte (association céréale-légumineuse) sur la structuration du réseau protéique et de ses conséquences sur la digestibilité des protéines. L'expertise acquise laisse entrevoir des opportunités de développement de nouveaux produits végétaux ayant une valeur nutritionnelle optimisée.

Ces pâtes sont également rapidement digérées et pauvres en matière grasse, ce qui en fait des aliments particulièrement adaptés aux besoins des personnes âgées. Elles entrent également dans la catégorie suivante, à savoir la conception d'aliments pour des populations spécifiques.

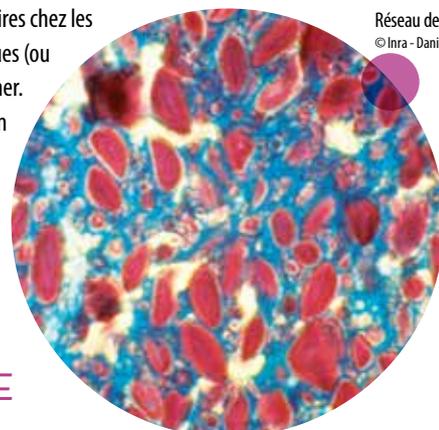
<http://www.inra.fr/Entreprises-Monde-agricole/Resultats-innovation-transfert/Toutes-les-actualites/pates-aux-legumineuses>

DOSSIER « VERS UN RETOUR EN GRÂCE DES PROTÉINES VÉGÉTALES » :

<http://www.inra.fr/Grand-public/Alimentation-et-sante/Tous-les-dossiers/Legumineuses-retour-des-proteines-vegetales>

2 / LA CONCEPTION D'ALIMENTS POUR DES POPULATIONS SPÉCIFIQUES (ENFANTS, PERSONNES ÂGÉES, PERSONNES ALLERGIQUES...)

Cela suppose tout d'abord de bien comprendre le développement du goût et des choix alimentaires chez les enfants ou encore d'être au clair sur les déterminants dans l'alimentation des réactions allergiques (ou d'intolérance au gluten par exemple) pour savoir s'il est possible de les moduler voire de les éliminer. Les équipes de l'Inra travaillent aussi à la compréhension des mécanismes digestifs (y compris en bouche, déglutition) pour proposer des aliments adaptés en termes de texture ou de digestibilité. La conception d'aliments adaptés pour les personnes âgées intègre les aspects de nutrition bien sûr mais tient compte également de la facilité à mastiquer et de l'acceptabilité de ces aliments.



Réseau de gluten de blé dur.
© Inra - Daniel Gallant

- **UN ANTICORPS MIS AU POINT POUR**
- **ÉVALUER LE CARACTÈRE ALLERGÈNE DE CERTAINS GLUTENS**

Depuis les années 90, des glutens modifiés sont utilisés comme ingrédients dans des aliments ou des cosmétiques. Certains se sont révélés être des néo-allergènes, induisant la production spécifique d'anticorps qui vont déclencher une réaction allergique. Les chercheurs de l'Inra ont mis au point un anticorps permettant de caractériser le potentiel allergène de ces glutens. Il pourra être utilisé comme substitut aux sérums de patients pour évaluer leur allergie à ces glutens. La mise au point de cet anticorps a fait l'objet d'un dépôt de brevet.

VOIR AUSSI

La revue « Innovations agronomiques » (vol. 65) publiée à l'issue du colloque « Alimentation périnatale, alimentation des séniors : spécificités, impact du microbiote », 28 mars 2018.

<https://www6.inra.fr/ciag/Revue>



DES PURÉES DE FRUITS : DES TEXTURES INNOVANTES

La modulation des trois paramètres - taille des particules de pulpe, quantité d'insolubles (parois cellulaires) et viscosité du sérum - est la clé du développement de purées de fruits aux textures innovantes.

D'un point de vue physique, les purées de pomme sont des suspensions relativement concentrées de particules molles constituées de parois cellulaires du parenchyme du fruit dispersées dans un sérum dont elles sont remplies. Ce sérum est majoritairement constitué d'eau, de sucres (13 % p/p) et de pectines (0,17 % p/p) solubilisées lors du traitement thermique de préparation. Il s'avère que les deux caractéristiques sensorielles majeures de la texture d'une purée de fruits, consistance et granulosité, peuvent être directement contrôlées respectivement par la quantité d'insolubles (parois cellulaires au sein de la pulpe) et par la taille des particules de pulpe. Dans une moindre mesure, la viscosité du sérum agit elle aussi directement sur la perception de la granulosité.

Les chercheurs de l'Inra montrent que la texture des dispersions végétales peut être « pilotée » à partir de la maîtrise de quelques grandeurs clés. De grandes possibilités d'innovation sont ouvertes en jouant sur ces leviers notamment à partir des possibilités offertes au niveau des paramètres du procédé de fabrication.

[http://www.inra.fr/Entreprises-Monde-agricole/Resultats-innovation-transfert/Tous-les-dossiers/Alimentation-du-futur-au-Salon-de-l-Agriculture-SIA-2014/Puree-de-fruits/\(key\)/6](http://www.inra.fr/Entreprises-Monde-agricole/Resultats-innovation-transfert/Tous-les-dossiers/Alimentation-du-futur-au-Salon-de-l-Agriculture-SIA-2014/Puree-de-fruits/(key)/6)

VOIR LE DOSSIER DE PRESSE « ALIMENTATION DES ENFANTS : QUAND LES CHERCHEURS SE METTENT À TABLE » PAGE 25.

3 / LA COMPRÉHENSION DES MÉCANISMES DE PERCEPTION DU GOÛT (AMERTUME, GOÛT SUCRÉ...) AU NIVEAU PHYSIOLOGIQUE ET CÉRÉBRAL

Le développement d'aliments sains (moins gras, salés ou sucrés) aux propriétés organoleptiques améliorées est également un enjeu sociétal auquel les chercheurs de l'Inra s'attachent. Tout comme la notion de plaisir prise en compte pour développer des aliments adaptés à des populations spécifiques (enfants ou personnes âgées). Les scientifiques ont mis au point des modèles mathématiques capables de prédire la libération de stimuli sensoriels en fonction des propriétés des aliments et des caractéristiques physiologiques des individus.



Laboratoire d'analyse sensorielle de l'unité Génie et Microbiologie des Procédés Alimentaires, centre Inra Ile-de-France-Versailles-Grignon.
© Inra - William Beaucardet

● PLUS DE PLAISIR À TABLE POUR LUTTER CONTRE LA DÉNUTRITION DES SÉNIORS

L'acte alimentaire ne se limite pas à la satisfaction d'un besoin physiologique, mais il est intimement lié à la dimension plaisir. Des chercheurs de l'Inra ont développé et testé des outils et des stratégies permettant d'améliorer à la fois la qualité sensorielle des aliments proposés aux seniors (contenu de l'assiette) et le contexte du repas, en passant notamment par la réappropriation du repas. La mise à disposition de condiments à table s'est révélée être une stratégie efficace pour

augmenter le plaisir de manger. La présence de deux légumes plutôt qu'un seul dans l'assiette a permis d'augmenter la consommation de viande d'environ 32 % chez les personnes âgées testées.

L'amélioration organoleptique des plats et l'introduction de la variété sensorielle dans l'environnement des repas ont chacun entraîné une augmentation significative des quantités consommées et de l'appréciation du repas. En revanche, ces deux leviers n'ont pas d'effet cumulatif. Ces travaux ont permis de mettre en évidence des leviers sensoriels pour prévenir et lutter contre la dénutrition chez les personnes âgées. Ils ont montré le lien entre dépendance alimentaire et dénutrition, ainsi que l'importance de la variété sensorielle et de la qualité organoleptique des aliments pour améliorer le plaisir à table.

[http://presse.inra.fr/Dossiers-de-presse/Les-chercheurs-se-mettent-a-la-table-des-seniors/Plus-de-plaisir-a-table-pour-lutter-contre-la-denuitration-des-seniors/\(key\)/2](http://presse.inra.fr/Dossiers-de-presse/Les-chercheurs-se-mettent-a-la-table-des-seniors/Plus-de-plaisir-a-table-pour-lutter-contre-la-denuitration-des-seniors/(key)/2)



● QUAND LES JEUNES ENFANTS APPRENNENT À MANGER UNE GRANDE VARIÉTÉ DE TEXTURES



En Europe, le comité de nutrition de la société de gastroentérologie pédiatrique (ESPGHAN) a émis un avis en 2017 encourageant à une introduction des morceaux. Des études suggèrent en effet qu'une introduction trop tardive des morceaux serait associée à des refus alimentaires à 18 mois et à des moindres consommations de fruits et légumes à 7 ans.

Des chercheurs de l'Inra ont montré que les purées granuleuses avec ou sans petits morceaux mous étaient très bien acceptées dès 6 mois et que les enfants les consommaient par succion. Entre 6 et 10 mois, les enfants apprennent progressivement à mastiquer, ce qui leur permet d'accepter de mieux en mieux des morceaux mous, collants et le pain. Cependant, à 10 mois, moins de 50 % des enfants étaient capables de manger un quignon de pain ou un biscuit pour bébé dans le temps imparti (une minute), et c'était seulement à 15 mois que tous les enfants acceptaient ces aliments. Entre 12 et 18 mois, les enfants mastiquaient tous les aliments et le comportement de succion avait

quasiment disparu. C'est une période de développement de l'acceptabilité des morceaux de légumes crus et des pâtes (pennette) mais ces aliments étaient acceptés par au moins 50 % des enfants seulement à 15 mois et certains enfants ne parvenaient toujours pas à les manger à 18 mois. Pour les parents, leur enfant aimait l'aliment dès qu'il était capable de le manger, à l'exception du pain et du biscuit, jugés appréciés même si les enfants avaient du mal à les avaler.

Ces données révèlent que les enfants acceptent en petite quantité la plupart des textures proposées ; à un âge généralement plus précoce que ce que leur donnent leurs parents à la maison. L'acceptabilité des morceaux durs et des légumes crus augmente progressivement entre 6 et 18 mois, en parallèle de l'émergence des capacités de mastication. Ces travaux permettent d'envisager des pistes de recommandations pour conduire la diversification alimentaire à destination des parents.

http://presse.inra.fr/Communiqués-de-presse/Jeunes-enfants_textures

4 / LA CONSERVATION DES ALIMENTS AVEC DE NOUVEAUX EMBALLAGES ET PROCÉDÉS PLUS SÛRS

Cela se fait par l'utilisation de matières premières biosourcées (emballages éco-conçus aux propriétés sanitaires améliorées) ou au travers du développement de modèles mathématiques pour la prédiction des durées de vie de l'aliment emballé. Les équipes de l'Inra préparent des innovations qui permettront le développement de systèmes originaux (systèmes à puce) pour le suivi de la chaîne du froid et la prédiction de la durée de vie des aliments : un emballage à base de particules de fer qui empêche l'oxydation des aliments ou encore un emballage muni d'une puce RFID qui détecte la dégradation des aliments et indique une date de péremption réelle.



Manipulation en laboratoire de l'unité Ingénierie des agropolymères et technologies émergentes de l'Inra Montpellier.
 © Inra - Bertrand Nicolas

● DES BARQUETTES AGRO-SOURCÉES ● À BASE DE SOUS-PRODUITS DES INDUSTRIES AGROALIMENTAIRES

Les déchets organiques : une richesse au service de l'économie circulaire. En France, l'industrie agroalimentaire produit 93 % des déchets organiques industriels. En 2008, ces volumes représentaient 805 000 tonnes de résidus organiques composés de déchets (parties non valorisées des légumes), de co-produits (tourteaux...) et 2,7 millions de tonnes de boues/effluents. Que faire de tous ces déchets ? Une approche innovante consiste à les considérer comme de véritables matières premières attractives (coût, disponibilité, biodégradabilité...). Dans le cadre d'un projet européen coordonné par l'Inra (EcoBioCAP), les chercheurs ont montré qu'elles pouvaient être valorisées après transformation en matériaux d'emballage alimentaire du type film ou barquette composite.

Cette nouvelle génération d'emballages mise au point est destinée à remplacer les plastiques d'origine pétrochimique. Les matériaux développés sont des composites dont les constituants (biopolyesters, fibres ligno-cellulosiques et bioadditifs) sont obtenus soit par fermentation d'effluents liquides (eaux de lavage d'huilerie, petit lait d'industries laitières) soit par fractionnement et traitement de résidus solides (pailles de céréales, tourteaux d'huileries, de brasseries et plumes d'élevages). En s'appuyant sur une approche de compréhension et de modélisation multi-échelles des relations entre la structure de composites et les transferts de matière, le projet EcoBioCAP propose aux industries alimentaires de l'Union Européenne, des emballages biodégradables et modulables à façon selon les exigences et besoins des produits alimentaires, avec des bénéfices directs à la fois pour l'environnement et pour les consommateurs en termes de qualité et de sécurité des aliments.

<http://www.inra.fr/Entreprises-Monde-agricole/Resultats-innovation-transfert/Toutes-les-actualites/nouveaux-emballages-alimentaires>

● UN OUTIL D'AIDE À LA DÉCISION ● POUR LE CHOIX D'UN EMBALLAGE

De manière à rationaliser la conception de matériaux et le choix d'un emballage en fonction des différents critères nécessaires (qualité de l'aliment, impact environnemental, coût, etc.), un outil d'aide à la décision a été développé dans le cadre du projet EcoBioCAP. Il est le fruit d'une collaboration entre plusieurs champs disciplinaires, le génie des procédés, les sciences des aliments et l'ingénierie de la connaissance.

L'utilisateur peut faire une requête multicritère au moyen d'une interface conviviale dans une base de données « Emballage ». Par exemple, l'utilisateur voudra trouver l'emballage correspondant à la requête suivante : « je veux un emballage conservant au mieux la qualité de mon produit (par exemple de la fraise) à 20°C - c'est-à-dire possédant les propriétés de perméation à l'O₂ et CO₂ adaptées au produit - si possible transparent et biodégradable, avec un coût matière inférieur à 3 €/kg ». Certains éléments de la requête sont obligatoires, d'autres sont optionnels. Cet outil assemble des modèles mathématiques permettant d'identifier les perméabilités à l'O₂ et au CO₂ nécessaires pour une application donnée (produit frais respirant) avec des bases de données dédiées stockant les propriétés des aliments (caractéristiques respiratoires) ou celles des emballages (perméabilité, transparence, biodégradabilité...). Il constitue une première dans le domaine de l'emballage alimentaire et une aide non négligeable pour tous les acteurs de la filière agro-alimentaire et pour la sécurité du consommateur.



© Inra

LIRE L'ARTICLE « OUTIL D'AIDE À LA SÉLECTION D'EMBALLAGES ALIMENTAIRES POUR LA CONSERVATION SOUS ATMOSPHÈRE MODIFIÉE DES PRODUITS FRAIS » DE LA REVUE INNOVATIONS AGRONOMIQUES, VOL 58, 2017 : <http://www6.inra.fr/ciag/Revue/Volumes-publies-en-2017/Volume-58-Juillet-2017>



5/ LE CONTRÔLE DES MÉCANISMES RÉACTIONNELS AU SEIN DES ALIMENTS PENDANT LEUR TRANSFORMATION ET LEUR DEVENIR DANS LE TUBE DIGESTIF

L'Inra travaille aussi bien sûr à tout ce qui peut concourir à une plus grande sécurité sanitaire des produits. Cela passe par une meilleure compréhension et un meilleur contrôle des mécanismes réactionnels au sein des aliments pendant leur transformation comme par exemple lors de la cuisson ou lors du processus d'oxydation ou de digestion. Ces connaissances, et l'intégration des outils numériques, constituent des leviers pour améliorer les chaînes de transformation agro-alimentaires, avec la mise en place d'une part d'outils d'aide à la décision pour favoriser leur flexibilité, mieux contrôler les consommations, éviter les pertes et d'autre part d'outils de traçabilité pour mieux assurer la communication avec le consommateur.

- **NE PAS TROP FAIRE CUIRE LA VIANDE**
- **POUR MIEUX ASSIMILER LES PROTÉINES**

Des chercheurs de l'Inra ont étudié le potentiel nutritionnel des produits carnés. Ils ont montré que la vitesse de digestion peut être modulée par la préparation de la viande. Une digestion plus rapide a été observée avec une température de cuisson faible, proche de 70°C, indiquant alors une meilleure assimilation des protéines.

Par ailleurs, les chercheurs ont montré que la capacité enzymatique et le temps de séjour dans l'intestin grêle sont toujours suffisants pour compenser d'éventuelles différences de digestion dans l'estomac, et assurer ainsi une dégradation maximale des protéines de la viande avant leur arrivée au niveau du côlon. Ainsi, le degré de cuisson de la viande va essentiellement influencer sur l'efficacité de la digestion par la pepsine, conduisant à une sortie de l'estomac et une attaque des protéines par les enzymes pancréatiques plus ou moins rapides. De cette digestion va dépendre la vitesse d'apparition des acides aminés dans le sang et donc conditionner la stimulation de la synthèse protéique.

Dans cette étude, le rôle de la mastication a été volontairement éludé. Des travaux menés récemment ont pourtant montré que cette dernière avait une influence importante sur la digestion. Les études restent donc à poursuivre pour intégrer cet aspect dans de futures expériences.

<http://presse.inra.fr/Dossiers-de-presse/Les-chercheurs-se-mettent-a-la-table-des-seniors/Ne-pas-trop-faire-cuire-la-viande-pour-mieux-assimiler-les-proteines>

- **LES VIANDES BIO CONTIENNENT-ELLES MOINS DE CONTAMINANTS CHIMIQUES ?** Dans le cadre du projet ANR SOMEAT, les chercheurs de l'Inra ont mené la première étude de référence évaluant objectivement les risques et bénéfices éventuels des systèmes de production d'aliments bio et conventionnels, en prenant comme modèle la viande produite par les trois principales filières animales (porcs, volailles et bovins). Les résultats révèlent que pour les 256 contaminants chimiques recherchés (incluant des micropolluants environnementaux, des mycotoxines, des éléments inorganiques et des résidus de traitements vétérinaires ou phytosanitaires), les niveaux de contamination sont en deçà des valeurs réglementaires européennes, en bio et en conventionnel. L'absence de résidus vétérinaires en bio confirme le bon respect du cahier des charges par les éleveurs. En revanche, grâce à un examen des contaminants chimiques en deçà des limites réglementaires, l'étude a montré des teneurs significativement plus élevées dans les viandes bio. Les durées d'élevage supérieures et l'accès systématique des animaux aux parcours extérieurs pourraient notamment être à l'origine d'une bioaccumulation accrue des polluants environnementaux en systèmes d'élevage bio.



EFFET DE LA CUISSON SUR LES CONTAMINANTS CHIMIQUES DES ALIMENTS : EXEMPLE DE LA VIANDE

Une étude menée par des chercheurs de l'Inra a montré que l'étape de cuisson de la viande peut affecter de manière significative sa teneur en certains contaminants. La cuisson à la poêle n'a pas d'impact significatif sur la teneur de la viande en dioxines et en métaux lourds, mais des pertes significatives en polychlorobiphényles (PCBs), antibiotiques et pesticides sont mises en évidence. Les pertes observées sont d'autant plus importantes que l'intensité de la cuisson est élevée.

Ces pertes sont attribuables à des phénomènes d'expulsion via le jus de cuisson et/ou à des thermo-dégradations en d'autres substances chimiques.

Les aliments sont constitués de structures variées qui résultent des matières premières et des procédés de transformation mis en œuvre (cuisson, mélange, gélification...). Les différences de structure pourraient avoir notamment des conséquences sur la physiologie digestive ; les chercheurs de l'Inra étudient cet « effet matrice ».

- **LES PROCÉDÉS DE TRANSFORMATION IMPACTENT LA DIGESTION DES ALIMENTS ET LA COMPOSITION DU MICROBIOTE INTESTINAL**

Les chercheurs de l'Inra ont montré sur des aliments modèles que les interactions entre lipides et protéines dépendent de la structure des aliments et évoluent au cours de la digestion. Ils ont également étudié sur deux aliments contrastés (un liquide et un solide) la composition et l'activité du microbiote. Ils concluent que la fraction de protéines non absorbée par l'intestin grêle, c'est-à-dire la fraction disponible pour le microbiote, est plus importante dans le cas de l'aliment liquide. Ces résultats permettent d'envisager l'intégration des paramètres de la structure des aliments comme composants de leurs qualités nutritionnelles.



VOIR AUSSI

La revue « Innovations agronomiques » (vol. 65) publiée à l'issue du colloque « Alimentation périnatale, alimentation des séniors : spécificités, impact du microbiote », 28 mars 2018. <https://www6.inra.fr/ciag/Revue>



DES INNOVATIONS DANS LE DOMAINE LAITIER

Le lait et l'œuf sont des aliments universels. Ils ont en commun une composition d'une extrême richesse en protéines de haute valeur nutritionnelle, en lipides, minéraux, glucides et vitamines... et sont loin d'être parfaitement connus. Par le biais de procédés et de l'action de microorganismes, l'homme arrive, à partir de ces deux matières premières, à diversifier son alimentation. Conçus pour nourrir, le lait et l'œuf sont devenus aussi des sources infinies d'innovation.

Les scientifiques de l'unité Science et technologie du lait et de l'œuf (centre Inra Bretagne-Normandie) explorent les composants du lait et de l'œuf (structure, fonctionnalités, digestibilité) et développent une expertise publique sur ces sujets. Ils travaillent à augmenter la qualité et la sécurité des produits laitiers fermentés et des ovo-produits par la connaissance de l'expression *in situ* des bactéries, la préservation et l'exploration de leur biodiversité. Ils font bénéficier la société et l'industrie des nouvelles avancées scientifiques au travers d'un partenariat diversifié.




 Plateforme Lait
 UMR STLO © Inra

1 / PRODUCTION DES POUDRES LAITIÈRES : 30 À 40 % D'ÉCONOMIE D'ÉNERGIE

Longtemps considérées comme des sous-produits de l'industrie laitière, les poudres de lait et de lactosérum sont aujourd'hui devenues de réels ingrédients alimentaires, produites à très grandes échelles. Si le cœur du marché mondial reste dominé par les poudres laitières (plus de 10 millions de tonnes en 2016), les laits infantiles (600 000 tonnes en 2011) suivent des croissances à deux chiffres, particulièrement dans les pays en émergence, comme en Chine ou dans les pays du Moyen-Orient. L'Inra se positionne comme un acteur incontournable de la recherche française sur les poudres laitières et en a fait l'une de ses priorités de recherche depuis de nombreuses années, en étroite interaction avec l'interprofession et les industriels du secteur laitier. Les problématiques traitées sont vastes et ciblent aussi bien la pulvérisation, la réhydratation, les transferts d'eau, les économies d'énergie, que la nutrition et les fonctionnalités des protéines.

Grâce à la mise au point d'un nouvel itinéraire technologique, des poudres de lactosérum ont été produites avec un coût énergétique réduit de 30 à 40 %. À l'avenir, d'autres poudres alimentaires pourraient être concernées : maltodextrines, sucres... Le séchage des poudres est une opération complexe et très énergivore. Un quart de l'énergie utilisée par le secteur laitier en France - soit 3 TWh (milliard de kWh) sur 12 - est uniquement dédié à l'élimination de l'eau. Cette part de l'énergie représente 20 % à 40 % du coût total d'une poudre de lactosérum.

La production de lactosérum en poudre implique classiquement deux procédés : une concentration par évaporation sous vide qui élimine plus de 90 % d'eau et un séchage via une tour d'atomisation qui n'enlève que 5 à 10 % d'eau, mais avec un coût énergétique 20 fois supérieur.

SÉCHAGE SANS TOUR, UNE RUPTURE TECHNOLOGIQUE. Dans une logique d'écoconception et de maîtrise des coûts, la tour de séchage a été remplacée par deux évaporateurs rotatifs à couche mince, particulièrement adaptés aux produits visqueux. Le nouvel itinéraire technologique débute selon le schéma traditionnel avec la concentration du lactosérum de 6 à 60 % d'extrait sec dans des évaporateurs sous vide, suivie d'une cristallisation du lactose. Puis au lieu d'être dirigé vers une tour de séchage, le concentré subit deux cycles de surconcentration dans des évaporateurs rotatifs à couche mince.

Ce nouvel itinéraire technique permet de réaliser une économie sur la consommation d'énergie de l'ordre de 30 à 40 % si on ne tient compte que du remplacement de la tour de séchage ou de 10 % si on tient compte de la globalité du procédé de fabrication des poudres. En outre, contrairement à l'installation d'une tour de séchage qui implique la construction d'un bâtiment de 30 à 40 mètres de haut (volume de 15 à 20 000 m³), aucun investissement immobilier spécifique n'est nécessaire.

Ce procédé mis au point par des scientifiques de l'Inra en partenariat avec l'équipementier italien VOMM, a été breveté. La preuve de concept a été validée sur des installations pilotes et est actuellement dans une phase d'optimisation et de développement pré-industriel.

CONTACT

Pierre Schuck

pierre.schuck@inra.fr / 02 23 48 53 32

 Unité science et technologie du lait
 et de l'œuf, STLO (Inra/Agrocampus Ouest)
 Centre Inra Bretagne-Normandie

2 / FROM'INNOV, UN PROCÉDÉ INNOVANT POUR ÉLABORER DES INGRÉDIENTS FROMAGERS

Depuis la fin des quotas laitiers en avril 2015, la production laitière européenne augmente de 1,4% par an, alors que ses marchés nationaux sont matures, voire saturés. Cette situation contraste avec la demande mondiale de produits laitiers qui est, elle, en hausse, principalement dans les pays émergents. Pour accéder à ces nouveaux marchés du grand export, l'Europe doit développer des fromages fonctionnalisés, aux goûts adaptés aux demandes locales et mettre au point des procédés éco-conçus, simples et robustes.

Procédé breveté, From'Innov relève un double défi : la diminution du temps d'affinage et la création d'une large gamme de textures et de saveurs. De quoi faciliter l'élaboration de fromages, pour conquérir de nouveaux marchés, en France comme à l'international. Ce procédé innovant et breveté propose de découpler l'élaboration de la texture et de l'arôme des pâtes fromagères, en repensant l'ordre et la nature des étapes de transformation. Il permet à moindre coût de production et sur un temps inférieur à 4 jours (contre plusieurs semaines à plusieurs mois en fromagerie) d'obtenir des textures allant de la pâte à tartiner à celle d'un fromage à pâte pressée. Les pâtes obtenues peuvent être aromatisées selon les besoins du marché, avec différentes possibilités de textures et de saveurs : bi ou multicouche, goût umami, sucré/salé... Pour renforcer l'équilibre nutritionnel, des levains pré- et probiotiques peuvent être introduits.

RÉORGANISER LES ÉTAPES DE TRANSFORMATION. Le procédé développé et validé à échelle semi-industrielle sur la plateforme lait de l'unité STLO de l'Inra, découple les étapes d'égouttage et d'acidification. Le lait est fractionné par centrifugation et séparation membranaire. Puis, une matrice de texture est construite en contrôlant différents paramètres comme les ratios protéines/gras, l'état de la matière grasse. En parallèle, une matrice aromatique est produite combinant trois paramètres : le type de microorganismes, les conditions environnementales et le milieu support. Une culture maîtrisée de différents microorganismes laitiers permet d'obtenir, en moins de quatre jours, des molécules aromatiques variées, à une concentration convenable pour un jury d'experts. Enfin, la matrice de texture et la matrice aromatique sont assemblées selon un ratio 90/10. L'ensemble est texturé en jouant sur le pH et la température essentiellement.

En plus d'élargir la gamme de fromages ou d'ingrédients fromagers, ce procédé permet aussi de réduire les intrants (fluides, équipements) et l'immobilisation des produits, de standardiser les coproduits, donc de limiter les coûts de production. À ses avantages, s'ajoute la souplesse du procédé qui, à partir du même matériel, permet de produire au jour le jour, tout type de pâtes et d'arômes, adaptés aux différentes demandes à l'export. Reste à optimiser le procédé pour obtenir des pâtes aux propriétés fonctionnelles ciblées, comme le tranchage ou le pouvoir filant et fondant, des propriétés essentielles dans l'élaboration d'ingrédients fromagers.



CONTACT

Gilles Garric
gilles.garric@inra.fr / 02 23 48 57 48

Romain Jeantet
rjeantet@agrocampus-ouest.fr / 02 23 48 56 95
Unité STLO
Centre Inra Bretagne-Normandie

Lupin blanc en fleur.
© Inra - Gérard Duc



3 / CONCEVOIR UN NOUVEL ALIMENT FERMENTÉ ASSOCIANT LAIT ET LÉGUMINEUSE

La part des légumineuses, malgré leur fort apport protéique, a fortement décliné dans notre alimentation depuis 50 ans. Or, leur teneur en protéines constitue une alternative prometteuse aux protéines animales, dans une optique de développement durable. Un moyen de les réintroduire est de les utiliser sous d'autres formes. Associer des protéines animales et végétales et les fermenter peut ainsi apporter des bénéfices supplémentaires aux légumineuses, organoleptiques et nutritionnels.

Dans le projet MILLUP, les chercheurs de l'Inra ont associé lait et farine de lupin, et ont sélectionné les bactéries permettant d'assurer la fermentation de ce mélange. L'objectif était d'associer des souches de bactéries lactiques sur la base de leur complémentarité métabolique pour fermenter les sources de carbone (sucres) du lupin et du lait et pour hydrolyser les différentes sortes de protéines. Un autre objectif est à plus long terme d'optimiser les capacités nutritionnelles (teneur en vitamines et acides aminés essentiels), techno-fonctionnelles (capacité des matrices plus solides à fondre ou filer), organoleptiques et santé (réduction des troubles digestifs, étude de l'allergénicité) de ces nouveaux aliments fermentés.

Ces mixtes lait/lupin sont stables aux traitements thermiques. Grâce aux bactéries sélectionnées, les chercheurs de l'Inra ont obtenu une réduction significative des oligosaccharides (sucres) du lupin impliqués dans certains troubles digestifs. De même, le lactose du lait, responsable de troubles liés à l'intolérance au lactose, est éliminé. Les scientifiques ont également observé la diminution de la teneur en hexanal (présent dans les légumineuses) à l'origine de défauts de saveur (note verte) et l'apparition de diacétyl (note crème fraîche). Enfin, la fermentation des matrices mixtes module les vitesses de dégradation des protéines lors de la phase de digestion.

Les fermentations ont été réalisées sur des mixtes lait/lupin de type boisson légèrement texturée, qui pourront être modulables en texture par la suite. Les principes d'association de souches développés dans MILLUP se poursuivent pour mieux comprendre les mécanismes d'interactions entre les souches. Par ailleurs, un autre projet en collaboration avec des industriels, Probioveg, démarre en janvier 2019 et visera à développer de nouveaux aliments fermentés végétaux dans le cadre d'une exploitation durable des propriétés techno-fonctionnelles et probiotiques des ferments.

CONTACT

Valérie Gagnaire
valerie.gagnaire@inra.fr
02 23 48 53 48

Unité STLO
Centre Inra Bretagne-Normandie



DES ALIMENTS MOINS SALÉS, MOINS GRAS ET MOINS SUCRÉS DANS NOS ASSIETTES

Fromages, chorizos, mini-saucissons, muffins, madeleines, sauces pâtisseries ou sauces à pizza : pendant 4 ans, ces aliments ont fait l'objet de nombreuses reformulations dans le cadre du projet européen TeRiFiQ coordonné par l'Inra. Scientifiques et industriels ont réussi à réduire significativement les niveaux de sel, de sucres et de matières grasses dans ces produits, tout en maintenant leurs qualités nutritionnelles et sensorielles et en préservant une bonne acceptabilité par les consommateurs.

De nombreuses organisations nationales, européennes et mondiales de santé alertent sur les conséquences d'une consommation excessive de sel, de lipides, de sucres dans les pays développés conduisant à des pathologies telles que l'obésité, les maladies cardiovasculaires, les diabètes. Beaucoup de pays encouragent l'industrie alimentaire à réduire la quantité de sel, de matières grasses et de sucres dans des produits très consommés et/ou à améliorer la qualité en matières grasses dans les procédés technologiques alimentaires.

Le projet européen TeRiFiQ (*Combining Technologies to achieve significant binary Reductions in salt Fat and sugar in everyday foods whilst optimising their nutritional Quality*) coordonné par l'Inra, visait par la recherche et l'innovation technologique une réduction significative de sodium, matières grasses et sucres dans les aliments. La tâche était complexe car ces ingrédients contribuent aux différentes caractéristiques de l'aliment telles que la texture, la perception du goût, l'acceptabilité, la durée de conservation, les propriétés sanitaires et nutritionnelles.

Après 4 années de travaux (2012-2016), les objectifs fixés ont été largement atteints :

- ▶ Pour les fromages testés (raclette, brie, trappiste, fromage à pâte molle) : les résultats divergent selon les types de fromages mais la réduction de sodium est presque toujours significative. Elle atteint 36 % pour le fromage trappiste.
- ▶ Pour les saucisses cuites : l'ajout d'inuline et l'utilisation d'arômes renforçant la sensation de salé ont permis de réduire les matières grasses saturées de 24 % et le sodium de 20 %. L'inuline est un mélange de polysaccharides d'origine végétale qui peut être utilisée pour réduire la quantité de sucre dans un produit (elle a un goût sucré mais elle n'est pas métabolisée par l'organisme). De plus, l'inuline peut être utilisée comme agent texturant dans les procédés alimentaires.
- ▶ Pour le mini-saucisson : une réduction de 35 % de sodium et de 70 % de gras a été obtenue grâce à l'ajout de chlorure de potassium, d'extraits de levures, d'arômes, d'émulsions... Les résultats sont par ailleurs intéressants pour le chorizo.
- ▶ Parmi les autres aliments testés : les muffins et les madeleines pour lesquels une réduction de 40 % de matières grasses et de 25 % de sucre ont été obtenues via l'emploi d'émulsions multiples et l'ajout de polymères d'origine végétales de type inuline.
- ▶ Enfin : des sauces utilisées dans les aliments prêts à consommer ont été étudiées. Dans les sauces à pizza : une réduction de 20 % de sel et de 30 % de matières grasses sont obtenues avec les remplacements de sel et des doubles émulsions. Pour les sauces pâtisseries, ce sont 30 % de moins de matières grasses et de sucre qui ont été obtenus avec l'utilisation de stevia et de doubles émulsions.

Les chercheurs ont montré que la très grande majorité des produits reformulés sont acceptables tant du point de vue des industriels que des consommateurs. De plus, des études menées auprès des consommateurs dans le cadre du projet, intégrant des aspects d'économie expérimentale sont en cours et devraient confirmer ces observations. Reste aujourd'hui à poursuivre et élargir les travaux menés dans le cadre du projet TeRiFiQ ainsi que le transfert technologique déjà engagé sur un certain nombre de procédés.



CONTACT

Christian Salles

christian.salles@inra.fr / 03 80 69 30 79

Centre des sciences du goût et de l'alimentation (Inras, CNRS, AgroSup Dijon, Université Bourgogne-Franche-Comté)
Centre Inra Bourgogne-Franche-Comté

© Inra - Bertrand Nicolas



147, rue de l'Université
75338 Paris Cedex 07
France



SERVICE DE PRESSE
Tél. +33(0)1 42 75 91 86
presse.inra.fr



OCTOBRE 2018