

Votre produit. Notre expertise. Votre réussite.

RAPPORT FINAL

DÉVELOPPEMENT D'INGRÉDIENTS ALIMENTAIRES À BASE DE CONCOMBRE

N : RDP-RA0250032

No CDAQ : 6737

Présenté à :

Madame Judith Lupien, directrice générale
**FÉDÉRATION QUÉBÉCOISE DES PRODUCTEURS
DE FRUITS ET LÉGUMES DE TRANSFORMATION**
555, boul. Roland-Therrien, bureau 355,
Longueuil (QC) J4H 3Y9
Tél.: 450 679-0540 poste 8262
Télec. : 450 679-5595
Courriel : judithlupien@upa.qc.ca



Par :

Suzanne Laberge, B. Sc. A, chef de projet, R & D

Approuvé par :

Bernard Racette, B. Sc., B. Ing., directeur R & D

Le 20 décembre 2013

TABLE DES MATIÈRES

1.	Contexte et présentation du projet.....	4
2.	Démarche expérimentale et résultats.....	4
2.1.	Sorbet et purée de concombres	4
2.1.1.	Choix du conditionnement de la purée	5
2.1.2.	Purée de concombres : Essais préliminaires à l'échelle du laboratoire	5
2.1.3.	Purée de concombres : Fabrication de prototypes à l'échelle pilote.....	6
2.2.	Sorbet.....	7
2.2.1.	Formulation	7
2.2.2.	Sorbet : Fabrication des prototypes à l'échelle du laboratoire.....	8
2.3.	Jus de concombre	8
2.3.1	Choix du conditionnement du jus de concombre	8
2.3.1.	Jus de concombre : Essais préliminaires à l'échelle du laboratoire	9
2.3.2.	Jus de concombre : Essais à l'échelle pilote	10
2.3.2.1.	Jus de concombre : Essais préliminaires à l'échelle pilote.....	10
2.3.2.2.	Jus de concombre : Essais à l'échelle pilote, microfiltration	12
2.3.2.3.	Jus de concombre : Essais à l'échelle pilote, ultrafiltration.....	13
2.4.	Concentré de concombre	15
2.5.	Jus de concombre reconstitué fait à partir de concentré.....	16
2.6.	Morceaux de concombres surgelés et trempettes tzatziki	16
2.7.	Revue de littérature sur la qualité nutritive du concombre et résultats d'analyse.....	17
2.7.1	Revue de littérature	17
2.7.2	Analyses effectuées.....	18
3.	Conclusion.....	20
4.	Signatures.....	22
	LIVRABLES	23
LIVRABLE 1	Purée de concombres de <i>classe 1</i>	24
LIVRABLE 2	Sorbet.....	26
LIVRABLE 3	Jus de concombre de <i>classe 2</i>	28
LIVRABLE 4	Concentré de concombre de <i>classe 2</i>	31
LIVRABLE 5	Jus de concombre de <i>classe 2</i> , reconstitué à partir du concentré.....	34

LIVRABLE 6	Morceaux de concombres de <i>classe 2</i>	36
LIVRABLE 7	Sauces tzatziki	38
LIVRABLE 8	Teneur en potassium des purées et des jus développés	40
ANNEXES		42
Annexe 1	Essais préliminaires de fabrication de purée de concombres <i>de serre</i> en laboratoire.....	43
Annexe 2	Photos des purées de concombres	45
Annexe 3	Résultats microbiologiques des purées de concombres de <i>classe 1</i> fabriquée à l'échelle pilote	47
Annexe 4	Essais préliminaires de fabrication de jus concombre en laboratoire	49
Annexe 5	Essais préliminaires de fabrication de jus de concombre à l'usine pilote.....	51
Annexe 6	Photos des équipements utilisés à l'échelle pilote pour la fabrication du perméat	53
Annexe 7	Résultats microbiologiques du jus brut et du perméat de concombres	56
Annexe 8	Photo du concentré de concombre <i>classe 2</i>	58
Annexe 9	Résultats microbiologiques du perméat et du concentré de concombre.....	60
Annexe 10	Tableaux nutritifs pour 100 g du concombre pelé et non pelé.....	62
Annexe 11	Bibliographie	64

1. CONTEXTE ET PRÉSENTATION DU PROJET

La Fédération québécoise des producteurs de fruits et légumes de transformation (FQPFLT) désire trouver de nouveaux débouchés pour la transformation du concombre de champs, dont les volumes de production ont diminué au cours des dernières années.

La FQPFLT a donné à Cintech agroalimentaire le mandat de R & D suivant dans le cadre d'un programme de financement du Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec :

- La mise au point d'une formulation de sorbet à base de concombre dans le but de développer une application pour le concombre surgelé (produit développé lors d'un mandat précédent).
- La mise au point d'un procédé de fabrication de jus de concombre à l'échelle pilote.
- La mise au point d'un procédé de fabrication de purée de concombres à l'échelle pilote.
- Une revue de littérature sur les composés et les éléments nutritifs du concombre reconnus comme ayant des bénéfices santé. Dans le cas où certaines composantes présentent des bénéfices santé reconnus, une étude de la teneur de ces composés dans l'un des produits précédemment sera réalisée.

Parallèlement à ces travaux, il était nécessaire de finaliser la mise au point des formulations des trempettes tzatziki développées dans le mandat précédent.

Les avancements de ce projet pourraient être présentés à des transformateurs alimentaires afin de démontrer les diverses possibilités de transformation du concombre et les utilisations potentielles.

2. DÉMARCHE EXPÉRIMENTALE ET RÉSULTATS

La période de récolte des concombres de champs étant limitée, les essais préliminaires pour le développement des méthodes de fabrication de la purée, du jus et du concentré ont été réalisés en utilisant des concombres *de serre*. Les concombres *de serre* choisis ressemblent aux concombres de champs des variétés utilisées lors du mandat précédent pour le séchage par micro-ondes, au niveau de la saveur et de la quantité de pépins.

La fabrication des prototypes finaux d'ingrédients et d'applications a été réalisée avec les variétés de concombres de champs de *classe 1* et de *classe 2*: La variété *classe 1* a été utilisée pour la purée et le sorbet et la variété *classe 2* a été utilisée pour le jus, le concentré et les morceaux.

2.1. Sorbet et purée de concombres

La mise au point d'un sorbet à base de concombre a été réalisée en utilisant une purée de concombres. L'utilisation de concombre surgelé tel quel n'est pas possible dans un produit glacé. La teneur en eau des concombres ne permet pas leur utilisation dans un sorbet ou une crème glacée, car la texture résultante des morceaux dans un produit congelé est trop dure et il est impossible de déguster le produit. Une étape d'infusion des morceaux de concombres dans le sucre serait requise lors de la fabrication d'un sorbet. Cette étape d'infusion peut être réalisée à l'échelle artisanale, mais à plus grande échelle, il n'est pas certain que

les fabricants industriels de produits glacés choisiraient cette option. D'autre part, il aurait été probablement difficile de percevoir la saveur de concombre en additionnant du sucre dans les morceaux de concombres. La plupart des sorbets commercialisés sont fabriqués à partir de purées ou de concentrés de fruits et il alors été jugé plus pertinent de poursuivre le développement d'un sorbet à base de purée de concombres.

2.1.1. Choix du conditionnement de la purée

Les purées et les concentrés sont généralement commercialisés à l'état congelé ou aseptique. Le remplissage aseptique permet la conservation du produit à la température ambiante. La mise au point de la méthode de fabrication d'un produit aseptique ne pouvant être réalisée en respectant l'échéancier du projet, il a été décidé de développer les prototypes en traitant thermiquement les produits obtenus et de les conserver à l'état congelé.

Les jus de fruits stables à la température ambiante sont généralement pasteurisés à 90 °C sans retenue et emballés à 85 °C. Ces paramètres sont inclus dans un document de la FDA⁷. Cependant pour des produits peu acides comme les jus ou des purées de légumes, il n'y a pas de lignes directrices et peu de références sur la pasteurisation. Le document de la FDA⁷ mentionne cependant que pour des produits peu acides la température doit être plus élevée (sans la spécifier) et que la réfrigération doit être utilisée. La pasteurisation à 90 °C détruit les microorganismes pathogènes et la réfrigération limite la croissance des autres microorganismes incluant les spores. Cependant, la validation d'un procédé thermique pour définir le barème de pasteurisation et la durée de conservation réfrigérée d'une purée de concombres ne faisait pas partie du présent mandat. La durée de conservation sous réfrigération n'étant pas connue, il a été décidé de chauffer la purée à 90 °C et de la refroidir à 15 °C pour le remplissage et de congeler les prototypes obtenus. L'emballage à chaud n'est pas nécessaire lorsque les produits sont conservés sous réfrigération ou congélation.

Il est à souligner que plusieurs produits devaient être développés simultanément et durant une période de temps limitée, avec les concombres de champs dans le cadre du présent projet, et que l'entreposage réfrigéré aurait apporté plusieurs contraintes de temps additionnelles. Il est à noter également que l'entreposage réfrigéré d'une purée ou d'un concentré n'est pas une option pratique au niveau industriel lorsque la durée de conservation est limitée à moins d'avoir des ententes spécifiques entre les fabricants et les utilisateurs ou à moins que le fabricant de purée ou de concentré utilise directement le produit dans son établissement pour la fabrication de produits finis.

La durée de conservation sous réfrigération n'ayant pas été établie, les prototypes ont été congelés et utilisés rapidement après la décongélation pour les évaluations sensorielles.

2.1.2. Purée de concombres : Essais préliminaires à l'échelle du laboratoire

Les premiers essais de fabrication de purée ont été réalisés en laboratoire en utilisant des concombres *de serre* et ils sont décrits dans le tableau de l'annexe 1 :

Les essais préliminaires ont permis de conclure dans un premier temps que l'utilisation des concombres non pelés s'avérait prometteuse. Des purées ont été fabriquées avec et sans pelure et les évaluations sensorielles ont révélé que :

- l'amertume de la pelure ne diminue pas l'acceptabilité des produits et la saveur et la couleur des produits résultants sont bonifiées en étant plus intenses et plus typiques du concombre.

En plus des avantages sensoriels associés, l'utilisation de la pelure diminue grandement les pertes lors de la fabrication, surtout pour les concombres de petite taille, et l'étape du pelage n'est pas souhaitée par les fabricants.

La photo 1 de l'annexe 2 illustre l'aspect visuel des purées faites à partir de concombres *de serre* pelés et non pelés, non traités thermiquement et traités thermiquement, lors des essais préliminaires en laboratoire.

Lors des essais préliminaires, il n'a pas été possible d'atteindre la température ciblée de 90 °C. Les produits ont été maintenus à 85 °C pour une période variant de 5 à 10 minutes. La couleur des produits pasteurisés était vert olive comparativement à la couleur verte typique du concombre des prototypes non pasteurisés. Ces essais ont démontré la nécessité d'optimiser subséquemment le barème du traitement thermique à l'échelle pilote en évitant le maintien prolongé des produits à des températures trop élevées.

2.1.3. Purée de concombres : Fabrication de prototypes à l'échelle pilote

Une méthode de fabrication simple a été développée à l'échelle pilote en utilisant également des concombres *de serre*, comme dans le cas des essais en laboratoire préliminaires.

La méthode de fabrication à l'échelle pilote a été développée en utilisant les équipements disponibles au Centre de recherche et de développement (CRDA) de Saint-Hyacinthe.

Les prototypes finaux, fabriqués selon la méthode de fabrication mise au point à l'échelle pilote ont été fabriqués en utilisant la variété de concombres de champs *classe 1*.

Les essais réalisés à l'échelle pilote ont permis d'atteindre la température ciblée de 90 °C et dans un laps de temps beaucoup plus court. Le refroidissement dans le cuiseur, en faisant circuler de l'eau glacée dans la paroi, a été également beaucoup plus rapide. La photo 2 de l'annexe 1 illustre l'aspect visuel des prototypes finaux des purées faites à partir des concombres de *classe 1* non pelés, et elle démontre que la pasteurisation n'a pas affecté la couleur de la purée.

Le livrable 1 décrit la méthode de fabrication des prototypes finaux et les caractéristiques des purées obtenues.

La couleur, la saveur et la texture des purées obtenues sont très acceptables. Cependant la texture est fibreuse, moins lisse que les purées de fruits commerciales, mais elle peut être jugée très acceptable selon l'application développée. Il n'a pas été possible de prolonger le broyage, car la purée semblait se liquéfier. Au niveau industriel, des équipements de broyage différents et d'autres étapes d'homogénéisation pourraient permettre d'obtenir une texture plus lisse si nécessaire.

Les résultats d'analyses microbiologiques effectuées sur les purées traitées thermiquement sont décrits à l'annexe 3 et se résument ainsi :

- absence de *Salmonelle* et de *Listeria*
- les coliformes totaux, *Escherichia coli* et les levures et moisissures, sont sous la limite de détection

Les comptes de bactéries mésophiles aérobies sont inférieurs à 360 UFC/g.

Il n'y a pas de lignes directrices pour les purées de fruits ou de légumes. Cependant il y a des lignes directrices pour les comptes de levures moisissures, des jus de fruits et de légumes pasteurisés et elles sont de 100 UFC/ml ou g, maximum pour un produit de qualité microbiologique acceptable. Les résultats obtenus pour les comptes de levures moisissures dans les purées se situent sous la limite de détection de 5 UFC/g. Les résultats obtenus pour les 6 échantillons analysés révèlent donc une qualité microbiologique très acceptable.

Des échantillons ont été conservés durant 6 jours sous réfrigération et des analyses effectuées à nouveau sur 2 échantillons ne révèlent pas de croissance des bactéries mésophiles aérobies et des levures moisissures. Les prototypes de purée entreposés au congélateur à -20 °C ont été évalués au niveau sensoriel après 2 mois et les caractéristiques initiales n'ont pas changé.

Purées de concombres commerciales

Aucune purée de concombres n'a été recensée dans les grandes chaînes d'épicerie, et dans les principales épicerie fines et de produits naturels et biologiques. Aucun fabricant québécois ou canadien de purée de concombres n'a été également recensé.

Une purée de concombres est disponible chez un fournisseur d'ingrédients américain, et la méthode de fabrication n'est pas divulguée. La saveur de cette purée est prononcée, très amère, la couleur est vert pâle et la texture est lisse, mais le produit n'est pas homogène. Les utilisations de cette purée ne sont pas connues.

2.2. Sorbet

2.2.1. Formulation

Une formulation de base de sorbet requiert un minimum de composantes solides afin d'éviter l'obtention d'une texture trop glacée, comme dans le cas des morceaux de concombres mentionnés précédemment. Il peut devenir difficile, voire pratiquement impossible de prélever le produit avec une cuillère lors de la consommation. De plus, si les composantes solides sont insuffisantes, la fabrication industrielle du produit pourrait être plus difficile à réaliser, car dans les dernières étapes de la fabrication du sorbet, la manutention d'un mélange glacé trop dur serait compromise. La purée de concombres contient peu de solides comme dans le cas des morceaux de concombres, entre autres 3,3 % de solides solubles, et l'addition de sucre dans la formulation est limitée à cause du goût résultant trop sucré comme déjà mentionné pour les morceaux. L'utilisation d'une purée de melons, contenant une teneur en solides plus élevée, entre autres 11,1 % de solides solubles, a alors été mélangée à la purée de concombres. Le melon est souvent utilisé avec le concombre dans les recettes domestiques de sorbet, de jus, de cocktails, etc. Le melon fait d'ailleurs partie de l'arborescence du *food pairing*⁵ du concombre. Il a alors été possible d'obtenir une teneur en solide minimale requise, en optimisant les proportions de purée de concombres, de purée de melons et de sucre tout en maintenant un profil de saveur intéressant. Les profils de saveur du concombre et du melon sont peu intenses et une version de sorbet a été développée en ajoutant du jus de citron. L'acidité bonifie le profil de saveur en le rendant plus intense et moins sucré.

Le livrable 2 illustre les 2 formulations retenues pour la fabrication des prototypes de sorbet.

2.2.2. Sorbet : Fabrication des prototypes à l'échelle du laboratoire

Les sorbets ont été fabriqués en laboratoire seulement. Le développement d'une méthode de fabrication à l'échelle pilote n'a pas été jugé pertinent dans le cadre de ce projet et l'obtention des prototypes de laboratoires représentait assez bien le concept d'un sorbet à base de concombre.

La méthode de fabrication du sorbet utilisée en laboratoire est décrite dans le livrable 2.

Les 2 formulations de sorbets développées présentent des caractéristiques sensorielles intéressantes, mais la formulation dans laquelle du jus de citron a été ajouté a été préférée par des panélistes et par les représentantes de la FQPFLT. La saveur de concombre est effectivement rehaussée par l'addition de jus de citron et le sorbet est moins sucré et plus désaltérant. Les caractéristiques observées lors des évaluations sont également décrites dans le livrable 2.

Sorbets commerciaux avec concombres

Aucun sorbet contenant du concombre n'a été recensé dans les épiceries. Des glaciers artisans fabriquent des sorbets à base d'un mélange de concombres et d'autres fruits, mais les formulations et leur méthode de fabrication ne sont pas connues. Des purées sont probablement utilisées.

2.3. Jus de concombre

2.3.1 Choix du conditionnement du jus de concombre

Un jus n'est généralement pas considéré comme un ingrédient puisque les acheteurs vont privilégier l'achat d'un concentré. Le transport d'un produit contenant beaucoup d'eau n'est pas rentable ni écologique. Des prototypes ont cependant été mis au point pour démontrer la possibilité pour un fabricant de jus de développer un jus ou un breuvage à base de concombre. Dans ce cas, le jus pourrait être utilisé dès sa fabrication ou il pourrait être pasteurisé et entreposé sous réfrigération ou congelé.

Les éléments énoncés au point 2.1.1 pour la purée ont été également considérés pour les prototypes développés de jus de concombre. Les jus ont donc été chauffés à 90 °C, remplis à 85 °C, refroidis à 20 °C et congelés. Le remplissage à chaud n'était pas requis, car les produits ont été congelés, mais il a été appliqué afin de vérifier l'effet d'un traitement thermique de plus longue durée sur la saveur et la stabilité des prototypes obtenus. La méthode de pasteurisation utilisée par un fabricant éventuel pourrait impliquer un traitement thermique plus élevé que celui qui a été utilisé lors des tests ou certains fabricants pourraient décider d'utiliser le remplissage à chaud pour des produits réfrigérés afin de « statuer » sur une durée de conservation avec plus de certitude.

Comme dans le cas de la purée, la validation d'un procédé thermique pour définir le barème de pasteurisation et la durée de conservation réfrigérée d'un jus de concombre ne faisait pas partie du présent mandat.

La durée de conservation sous réfrigération n'ayant pas été établie, les prototypes ont été utilisés rapidement après la décongélation

2.3.1. Jus de concombre : Essais préliminaires à l'échelle du laboratoire

Différentes méthodes de fabrication et de clarification sont utilisées par différents fabricants pour les différents types de jus de fruits et de légumes commercialisés. Des jus clarifiés et des jus non clarifiés peuvent être développés. Les méthodes de clarification incluent les techniques de filtration, de centrifugation, d'hydrolyse enzymatique et de filtration membranaire, seules ou en combinaison.

Les jus non clarifiés paraissent plus naturels, il y a moins de perte de nutriments nutritifs et les rendements de production sont plus élevés. Cependant les premiers essais ont révélé que les jus purs de concombre non clarifiés se séparaient complètement lors d'un chauffage modéré à 70-80 °C, inférieur aux températures de pasteurisation appliquées industriellement. La séparation des produits chauffés se traduisait par une séparation de phase nette, correspondant à l'agglomération des solides de couleur verte répartie dans un liquide clair transparent. Après 24 heures d'entreposage sous réfrigération, les solides étaient déposés.

Puisque des traitements thermiques sont utilisés pour la conservation du jus ou d'un produit fabriqué contenant le jus comme ingrédient, il a été nécessaire d'inclure le développement d'une méthode de clarification dans le processus de fabrication du jus.

Les essais préliminaires en laboratoire se résument ainsi :

Les concombres ont été broyés grossièrement avec un appareil domestique de marque De Longhi et pressés avec du coton fromage. Ces étapes préliminaires ont été effectuées avec 2 variétés de concombres de *serre* :

La 2^e variété a été utilisée afin de vérifier si la composition d'une variété de concombres différente pouvait influencer la stabilité thermique du jus pressé.

Le broyage initial et le coton fromage ont été remplacés par un extracteur à jus dans un des essais.

Différentes méthodes de clarification ont été utilisées:

- filtration sous vide, sur papier pour filtration grossière;
- filtration sous vide sur papier d'une porosité de 8 microns;
- filtration sous vide sur papier d'une porosité de 0,8 micron suivi d'une 2e filtration sous vide sur papier d'une porosité 0,22 micron;
- addition d'enzymes utilisés dans la fabrication de jus de pomme, PEC5L de Scotzyme. Le produit PEC5L est constitué de pectinases. Le dosage recommandé par le fabricant a été utilisé soit 0,001 %. L'enzyme a été ajouté à froid ou à chaud. Pour l'addition à chaud le mélange enzyme-jus pressé a été maintenu à 55 °C durant 1 heure. La clarification serait obtenue par la précipitation électrostatique des pectines hydrolysées, de charge négative, avec d'autres constituants du milieu chargés positivement.

Les essais à l'échelle du laboratoire sont détaillés à l'annexe 4 et ils ont démontré que :

- comparativement au jus pressé à partir des concombres *de serre* de la première variété non pelés, le jus pressé à partir des concombres de la 2^e variété non pelés était plus fade, plus terne et plus pâle. Ces résultats ont démontré que la variété de concombres influence grandement les qualités

sensorielles du jus et que la qualité sensorielle des jus fabriqués subséquentement avec les concombres de champs récoltés en août demeurerait inconnue à ce stade-ci;

- le jus pressé à partir des concombres de *serre* de la première variété non pelés possédait une couleur plus riche et une saveur plus prononcée, un peu amère, mais très acceptable, comparativement au jus pressé à partir des concombres pelés. Comme dans le cas de la purée, ces observations ont justifié l'utilisation des concombres non pelés pour la suite des essais;
- les méthodes de filtration ou d'extraction de jus utilisées n'ont pas permis d'éliminer la déstabilisation lors du chauffage subséquent des jus filtrés ou extraits. La déstabilisation pouvait débuter à 50 °C dans certains cas. La porosité des papiers filtres de grade laboratoire était trop élevée;
- l'utilisation de la pectinase, dans les conditions utilisées, n'a pas permis pas d'éviter des étapes de filtration ou de centrifugation : après 24 heures d'entreposage réfrigéré, les échantillons ressemblaient au jus de concombre pressé non chauffé séparé naturellement : un dépôt et un surnageant vert pâle.

Les essais ont été réalisés séquentiellement et l'effet d'un traitement thermique minimal a été vérifié sur les jus obtenus après les étapes de clarification pour tous les essais : les jus clarifiés étaient très pâles et bien que les produits paraissaient stables sans séparation, un précipité correspondant à des particules en suspension ou un voile apparaissait rapidement lors d'un chauffage modéré entre 60 et 80 °C, inférieurs aux températures de pasteurisation généralement utilisées. Après 24 heures d'entreposage réfrigéré, ces particules ou le voile déposaient.

La déstabilisation des jus clarifiés lors du chauffage n'a pas été éliminée lors des essais en laboratoire en utilisant des méthodes de clarification minimales. Les essais ont été poursuivis en utilisant des équipements différents, plus performants au niveau de la clarification, disponibles seulement à l'échelle pilote.

2.3.2. Jus de concombre : Essais à l'échelle pilote

Trois (3) essais ont été effectués à l'échelle pilote. Deux des trois essais ont été effectués en juin avec les concombres *de serre* de la première variété afin de poursuivre la mise au point d'une méthode de fabrication, avant la récolte des concombres de champs prévue au mois d'août. Les concombres non pelés ont été utilisés pour la suite des essais en partie pour la qualité sensorielle obtenue dans les essais préliminaires de jus et d'autre part pour les considérations opérationnelles déjà énoncées dans la section précédente de la purée.

2.3.2.1. Jus de concombre : Essais préliminaires à l'échelle pilote

Le premier essai avait pour but de vérifier l'utilisation des équipements requis et de poursuivre les investigations de clarification enzymatique et d'acidification.

Les équipements utilisés pour le premier essai ont été les suivants :

- broyage des concombres non pelés dans un broyeur de pommes
- pressage des concombres broyés dans une presse hydraulique

- filtration séquentielle du jus pressé sur 1 presse avec 3 filtres
#1 (filtration grossière), #2 (filtration d'affinage) et #3 (0,5 micron)

Une partie du jus pressé non filtré a été utilisé pour des tests de clarification enzymatique et d'acidification.

Clarification enzymatique

Il n'a pas été possible de définir la nature des précipités dans les essais préliminaires. Les composantes responsables de la déstabilisation sont difficiles à identifier, car d'une part le voile ou les dépôts légers blancs suite à la précipitation ou la floculation étaient trop restreints en quantité pour effectuer des analyses. Des pectines, des celluloses et des protéines pourraient causer ces déstabilisations. Des fournisseurs ont été contactés et deux autres sources de pectinases, 1 source d'hémicellulase et 1 source de protéase ont été recommandées pour les essais. Les fournisseurs ont recommandé les principaux enzymes utilisés pour clarifier des jus en général. L'hémicellulase ne fait pas partie du tableau des additifs de la *Loi des Aliments et Drogues* pour l'utilisation dans les jus de légumes, mais elle a été évaluée afin d'obtenir plus d'informations sur les réactions en cause. Il y a peu d'expertise spécifique relativement au jus de concombre pour l'utilisation des enzymes de clarification et les essais sont demeurés préliminaires.

Chacun des enzymes a été utilisé selon les dosages recommandés des fournisseurs, variant de 0,002 à 1,25 %. L'addition des enzymes a été réalisée ainsi : l'enzyme a été mélangé au jus pressé non filtré durant 5 minutes à vitesse élevée et le mélange a été incubé durant 1 heure à 55 °C suivant les recommandations reçues. Les mélanges ont été réfrigérés et après quelques jours, il n'y avait pas de séparation nette dans les jus additionnés d'enzyme. Un dépôt et une séparation graduelle étaient apparents. Les surnageants ont été filtrés pour compléter la clarification. Un test rapide à l'alcool a été effectué. Ce test est utilisé pour la vérification de la présence de pectine résiduelle dans les jus de fruits. Ce test consiste à mélanger 1 partie de l'échantillon à 2 parties d'alcool (éthanol 94 %) et d'observer si une déstabilisation survient. La pectine serait responsable du développement de précipité ou d'un aspect voilé dans certains jus. Tous les échantillons vérifiés ont précipité avec l'alcool. Cependant à ce stade-ci la présence de pectine n'a pas été confirmée par des analyses plus poussées. D'autres polysaccharides pourraient précipiter avec l'alcool et ce test est demeuré indicatif.

L'absence de séparation nette après une période de quelques jours de décantation signifiait que les méthodes enzymatiques n'étaient pas à point ou qu'une étape de centrifugation était nécessaire. D'une part aucun système de centrifugation n'était disponible à l'échelle pilote. D'autre part, la mise au point de la méthode de la clarification enzymatique aurait pu nécessiter des traitements thermiques prolongés ou un maintien à la température ambiante durant une période de temps assez longue pour favoriser la réaction d'hydrolyse. Le jus de concombre a un pH peu acide et son maintien à la température ambiante ne peut être appliqué. Des températures élevées de longue durée pourraient affecter la saveur du concombre et cette option est à éviter également, car ces traitements thermiques s'ajoutent aux traitements thermiques subséquents nécessaires pour la pasteurisation, et leur concentration si un concentré est fabriqué à partir de ce jus. Suite à toutes ces considérations, la clarification enzymatique a été éliminée.

Acidification

Au niveau de l'acidification, le pH du jus pressé a été ajusté à différents niveaux avec du jus de citron jusqu'à pH 4,1. L'acidification a été envisagée pour évaluer d'une part si le pH pourrait accélérer la clarification et éliminer les composantes responsables de la déstabilisation thermique. Des applications correspondantes à un jus de concombre acidifié auraient alors été considérées.

Il a été observé que plus le pH est bas plus la décantation est rapide. Cependant l'acidification aurait probablement nécessité aussi des étapes de centrifugation ou de filtration : le surnageant, filtré à 0,22 micron, d'un échantillon acidifié à pH 4,5 a été chauffé et une déstabilisation a été observée en refroidissant. L'option de développer un produit acidifié a été alors éliminée à cette étape.

Filtre-Pressé

Le filtre-pressé (filtreur à vin) a été utilisé pour filtrer les jus pressés. Une première filtration a été faite avec les filtres de catégorie « grossier », suivi d'une filtration avec des filtres de catégorie « affinage ». La dernière filtration a été faite avec des filtres de grosseur 0,5 micron.

Le jus filtré a été évalué pour la stabilité thermique et pour le test à l'alcool. Le jus a été chauffé jusqu'à 90 °C et la déstabilisation est apparue. Elle était moins apparente que la déstabilisation du jus pressé non filtré chauffé, mais des particules en suspension se sont déposées rapidement comme dans les échantillons filtrés au laboratoire à 0,22 micron. Ces résultats étaient prévisibles puisque la porosité minimale de 0,5 micron était plus élevée que la porosité utilisée en laboratoire de 0,22 micron, mais comme déjà mentionné cet essai avait pour but d'évaluer les équipements disponibles. Le filtre-pressé est nécessaire pour les opérations intermédiaires de filtration plus avancée.

2.3.2.2. Jus de concombre : Essais à l'échelle pilote, microfiltration

Selon la littérature consultée, l'ultrafiltration et la microfiltration ont été largement utilisées dans les 2 dernières décennies pour la clarification des jus de fruits. La clarification enzymatique pourrait être évitée à moins que le colmatage des membranes de filtration cause des problèmes. Un article⁶ a été répertorié par le Centre de Développement Bioalimentaire du Québec (CDBQ) sur la clarification du jus de pomme dans lequel des enzymes ont par ailleurs été utilisés pour améliorer les flux membranaires. Dans cet article les filtrations ont été effectuées sur des membranes de microfiltration et d'ultrafiltration en céramique de porosité 0,2 micron, 0,1 micron et 0,02 micron. Aucun article n'a cependant été répertorié sur la clarification membranaire du jus de concombre. La pectine demeurant une hypothèse plausible pour expliquer la déstabilisation, une recherche sur la taille des pectines dans différents produits a été effectuée et la taille des pectines de certains fruits avoisine 20 kDa et plus. Une membrane d'ultrafiltration de 10 kDa pourrait donc possiblement éliminer les substances responsables de la déstabilisation lors du chauffage et ce type de membrane était disponible. L'utilisation des enzymes n'a pas été retenue pour faciliter les opérations, car d'une part l'étude des flux opérationnels n'était pas dans les objectifs du projet et d'autre part les effets négatifs énoncés précédemment sur les traitements thermiques additionnels requis pour l'hydrolyse enzymatique devaient être évités.

Lors de cet essai, des délais entre le pressage et la filtration ont causé l'agglomération de particules et la filtration s'est avérée plus difficile que prévu et les pertes de produit ont été élevées. Il n'a pas été possible d'ultrafiltrer le produit, le système d'ultrafiltration nécessitant plus de produits que la quantité disponible suite à la pré filtration. Un système de microfiltration a alors été utilisé avec une membrane 0,1 micron.

Les équipements utilisés pour ce deuxième essai avec les concombres *de serre de la première variété* ont été les suivants :

- broyage des concombres non pelés dans un broyeur de pommes
- pressage des concombres broyés dans une presse hydraulique
- filtration séquentielle du jus pressé sur le filtre-presse avec 3 types de filtres #1 (filtration grossière), #2 (filtration d'affinage) et #3 (0,5 micron)
- microfiltration sur membrane 0,1 micron du jus pressé et pré-filtré

Les caractéristiques et les évaluations de stabilité effectuées sur le perméat de microfiltration sont décrites dans l'annexe 5 et en résumé :

- Un perméat obtenu par microfiltration a perdu la moitié des solides solubles initiaux si on compare les degrés brix (°Brix) mesurés. Le jus pressé et filtré a un °Brix de 4,1 et après la microfiltration le perméat a un °Brix de 1,8. Les degrés Brix correspondent aux solides solubles et plusieurs composantes solubles de grosseur supérieures à la porosité de la membrane d'ultrafiltration sont donc demeurées dans le rétentat.
- La couleur verte du jus initial est beaucoup moins accentuée dans le perméat.
- Le produit est peu acide, le pH se situant à 6.
- Le test de traitement thermique a démontré à nouveau que des seuils de coupure très bas sont requis pour éliminer les composantes responsables de la déstabilisation.

Ce test a démontré qu'un jus de concombre obtenu par microfiltration, correspondant au perméat, a perdu une partie importante des caractéristiques initiales du jus pressé au niveau de la couleur et de la saveur. Cependant le produit demeure intéressant au niveau de la saveur, car il pourrait être commercialisé dans le secteur des boissons désaltérantes et en combinaison avec d'autres produits. La stabilité n'a pas été atteinte cependant. Le jus pressé ou le jus pré filtré pourraient être pasteurisés et filtrés à nouveau avant la microfiltration. Cependant l'ultrafiltration pourrait permettre d'éviter ces étapes supplémentaires lors de la fabrication. Il a été décidé de poursuivre les essais avec l'ultrafiltration tel que prévu en utilisant les concombres de champs disponibles à ce moment, de *classe 2*.

2.3.2.3. Jus de concombre : Essais à l'échelle pilote, ultrafiltration

Le 3^e essai à l'échelle pilote a été réalisé au mois d'août en utilisant les concombres de champs de *classe 2*.

Les équipements utilisés pour ce troisième essai :

- broyage des concombres non pelés dans un broyeur de pommes
- pressage des concombres broyés dans une presse hydraulique

- filtration séquentielle du jus pressé sur 1 filtre-presse avec 3 types de filtres #1 (filtration grossière), #2 (filtration d'affinage) et #3 (0,5 micron)
- microfiltration sur membrane 1,4 micron du jus pressé et filtré
- filtration du jus microfiltré pressé sur le filtre-presse avec 1 type de filtre (0,5 micron)
- ultrafiltration sur membrane 10 kDa

L'étape de microfiltration n'était pas prévue, mais des problèmes de colmatage sont survenus lors de la filtration avec les filtres #2 d'affinage. Ce colmatage n'était pas apparu lors des essais précédents avec des concombres *de serre*, la taille des particules des concombres de champs broyés de *classe 2* étant probablement différente de celle des concombres *de serre* broyés (variété différente et dimension différente modifiant le ratio pelure-intérieur). Suite à la microfiltration, le filtre-presse a été réutilisé avec des filtres 0,5 micron avant l'ultrafiltration. Industriellement, une microfiltration sur membrane 0,5 micron pourrait remplacer la filtration sur filtre-presse à cette étape pour une séquence de filtrations plus facile.

L'annexe 6 illustre les photos représentant les équipements utilisés à l'échelle pilote au Centre de Développement Bioalimentaire du Québec.

Les étapes de la fabrication à l'échelle pilote, les caractéristiques et les évaluations de stabilité du perméat, la méthode de pasteurisation du perméat en laboratoire et les caractéristiques et les évaluations du perméat pasteurisé, font partie du livrable 3.

Les observations démontrent que :

- Comparativement au perméat de microfiltration obtenu de l'essai précédent, le perméat d'ultrafiltration possède un niveau équivalent de solides solubles et il est beaucoup plus stable. Les particules responsables de la déstabilisation sont probablement en très petites quantités et elles n'influencent pas de façon significative la teneur en solides solubles. Le degré °Brix du perméat d'ultrafiltration varie cependant de 1,8 à 2,3 comparativement à la valeur mesurée de 1,8 pour le perméat de microfiltration de l'essai précédent. La composition des concombres pourrait être en cause, l'essai précédent ayant été réalisé avec les concombres *de serre*.
- Un perméat de concombre ultrafiltré est presque incolore et la saveur de concombre est peu prononcée, mais elle demeure intéressante.
- La déstabilisation lors d'un traitement thermique est minime.
- Le pH est plus élevé comparativement au pH de l'essai précédent, mais la composition des concombres *de serre* diffère de la composition des concombres de champs. Le pH obtenu dans le perméat fabriqué avec les concombres de *classe 2* avoisine le pH obtenu dans la purée fabriquée avec les concombres de champs *de classe 1*.

La pasteurisation n'a pas affecté la saveur du produit et la qualité des prototypes de jus pasteurisés correspondant au perméat d'ultrafiltration a été jugée très acceptable.

Les résultats des analyses microbiologiques sont décrits à l'annexe 7. Des analyses ont été effectuées sur le jus pressé et sur des échantillons de perméat. Les résultats démontrent la très bonne qualité microbiologique des perméats obtenus. Les traitements thermiques requis pour un jus ultrafiltré pourraient être moins élevés en utilisant des techniques membranaires, les seuils de coupures en microfiltration ou ultrafiltration étant inférieurs à la taille des microorganismes. Mais comme déjà mentionné, la validation de la méthode de pasteurisation et de la durée de conservation n'ont pas été réalisées, ces aspects ne faisant pas partie de ce mandat.

Jus de concombre commerciaux

Comme dans le cas de la purée, aucun jus de concombre commercial n'a été recensé dans les grandes chaînes d'épicerie, et dans les principales épiceries fines et de produits naturels et biologiques, à part un mélange de jus non clarifié contenant du concombre. Ce produit a été vu dans une seule épicerie de produits naturels et quelques bouteilles seulement étaient disponibles dans l'espace réfrigéré. Le produit présentait les aspects suivants : une couleur verte prononcée, la présence de pulpe apparente dans le produit et un dépôt important.

Un jus de concombre est disponible chez le fournisseur d'ingrédients américain. Ce jus n'est pas pur; il est additionné de vinaigre et de sel. La saveur et la couleur de ce jus sont atypiques du concombre. Ce jus est probablement destiné à des applications autres que les jus et breuvages. La méthode de fabrication n'est pas publicisée et des informations supplémentaires n'ont pas été obtenues du fabricant.

2.4. Concentré de concombre

Une partie du perméat d'ultrafiltration a été concentré à l'échelle pilote. La méthode de concentration utilisée à l'échelle pilote, les caractéristiques du concentré non pasteurisé et pasteurisé et la méthode de pasteurisation en laboratoire font partie du livrable 4.

Le perméat obtenu à partir de la microfiltration et de l'ultrafiltration a été concentré dans un évaporateur sous vide, de marque Rotavap, utilisé pour des fabrications à petite échelle de concentré de fruits entre autres. Un niveau de solides totaux de 45 % a été visé. Les agglomérations apparues durant la concentration n'ont pas été perçues lors du chauffage du perméat non concentré. Cette déstabilisation plus accentuée pour le concentré pourrait être due entre autres aux facteurs suivants : les composantes responsables de l'agglomération n'étaient pas présentes en quantités suffisantes pour être perçues lors du chauffage du perméat ou des polymérisations sont apparues lors de la concentration. Le concentré disponible commercialement possède également un dépôt blanchâtre notable, mais moins important que le dépôt du concentré obtenu. La variété de concombre et la vitesse du procédé d'évaporation industriel peuvent expliquer la différence. La concentration s'est effectuée en quelques heures à 58 °C lors de l'essai.

La photo de l'annexe 8 illustre l'aspect du concentré obtenu.

La qualité microbiologique du concentré est très bonne comme dans le cas du perméat. Les résultats sont décrits à l'annexe 9.

Les caractéristiques du concentré pasteurisé diffèrent peu des caractéristiques du concentré non pasteurisé à part le °Brix qui a augmenté à 48 °C à cause de l'évaporation lors du chauffage à l'échelle du laboratoire.

Concentrés de concombre commerciaux

Un seul concentré de concombre a été recensé chez le fournisseur de jus recensé et ce concentré contient 45 % de solides comparativement à au-delà de 65 % pour des concentrés de pomme et d'autres fruits. La nature du concombre ne permet probablement pas de concentrer à des teneurs en solides aussi élevées. L'essai de concentration a d'ailleurs démontré la formation de précipité à partir d'un niveau de concentration inférieur à 45 % dans les conditions disponibles. Le concentré commercial possède les caractéristiques suivantes: il est plus foncé, la saveur est très piquante et il y a un dépôt plus dense et occupant moins de volume dans le pot, comparativement au concentré obtenu avec les concombres de *classe 2*.

2.5. Jus de concombre reconstitué fait à partir de concentré

Le concentré de concombre a été dilué à 2 °Brix, correspondant à la concentration en solides solubles du perméat d'ultrafiltration obtenue et à 4 °Brix, correspondant à la concentration en solides solubles d'un jus de concombre non clarifié.

Le concentré dilué à 4 °B a également été pasteurisé en laboratoire pour représenter un traitement thermique qui pourrait être appliqué pour la commercialisation d'un jus de concombre reconstitué ou d'un autre produit contenant du jus de concombre reconstitué. Lors du chauffage un voile est apparu et après le refroidissement un dépôt blanc s'est formé. Le perméat non concentré était beaucoup plus stable lors du chauffage. D'ailleurs le test à l'alcool a été positif pour le concentré dilué et négatif pour le perméat.

Comparativement au perméat, le concentré dilué est plus foncé, ambre, et quelques particules fines sont en suspension. La saveur du concentré dilué à 4 Brix est plus intense et la couleur est plus ambre comparativement au concentré dilué à 2 °Brix et au perméat.

Le perméat pasteurisé a été préféré au concentré dilué pasteurisé.

Le livable 5 décrit la méthode de pasteurisation en laboratoire et les caractéristiques du jus de concombre reconstitué à partir du perméat concentré.

2.6. Morceaux de concombres surgelés et trempettes tzatziki

L'utilisation de morceaux de concombres surgelés, disponibles annuellement, présente un attrait pour les utilisateurs de concombres frais dont la disponibilité varie.

Lors du mandat précédent, deux formulations de trempettes avaient été mises au point, se rapprochant de la formulation des produits commerciaux, Damafro et Fontaine Santé, dans lesquels les concombres sont coupés en dés ou en juliennes. Les essais ont été répétés en coupant les concombres avant la surgélation.

Les concombres de *classe 2* ont été utilisés. Le livable 6 contient la méthode de fabrication et la caractérisation des morceaux, et le livable 7 contient les formulations de sauces développées et les caractéristiques des sauces contenant les morceaux de concombres.

Des prototypes ont été conservés au congélateur afin de vérifier la durée de conservation des morceaux pré coupés surgelés au niveau de la saveur et de la texture.

Les morceaux ont été dégelés après 2 mois d'entreposage congelé. La texture est demeurée croquante. Cependant la saveur est amère surtout pour les dés.

Dans les sauces, l'amertume n'a pas été décelée et la texture est demeurée croquante. Dans l'ensemble, les caractéristiques des morceaux dans les sauces types développées diffèrent peu des caractéristiques des morceaux existants dans les sauces commerciales.

2.7. Revue de littérature sur la qualité nutritive du concombre et résultats d'analyse

2.7.1 Revue de littérature

Tableaux nutritifs pour 100 g du concombre pelé et non pelé

L'annexe 10 reproduit les tableaux de valeur nutritive du concombre pelé et non pelé, qui ont été établis à partir du fichier canadien sur les valeurs nutritives⁴.

La teneur calorique du concombre est très peu élevée et cet aspect peut-être avantageux dans certaines applications de breuvages. Les teneurs les plus élevées en nutriments sont entre autres, la vitamine K, le potassium, le magnésium, le manganèse, la vitamine A et la vitamine C.

Les tableaux de l'annexe 10 révèlent entre autres que les concombres non pelés contiennent deux fois plus de vitamine A et de vitamine K et moins de vitamine C que les concombres pelés.

Les concombres non pelés ont été utilisés pour le développement des ingrédients et d'après les tableaux théoriques, ils contiennent pour 100 g, 20 % de l'apport quotidien recommandé en vitamine K, soit 16,4 mg par rapport à 80 mg, et 4 % de l'apport quotidien recommandé pour le potassium, soit 147 mg par rapport à 3500 mg, et 2 % de l'apport quotidien recommandé en vitamine A, soit 21 ER par rapport à 870 ER (pondéré). Ces tableaux sont indicatifs et ils correspondent à 100 g de concombre non transformés. Les teneurs et les pourcentages de l'apport quotidien recommandé réels pour une purée ou un jus varieront dépendamment du procédé de transformation et de la portion de référence du produit consommé.

Polyphénols

Les teneurs en antioxydants des concombres, les polyphénols, sont rapportés dans un article¹⁰. Selon cet article, les teneurs en polyphénols sont similaires pour les concombres pelés et non pelés, 0,27 mg et 0,24 mg par 100 g. Ces teneurs sont largement inférieures aux teneurs rapportées pour les petits fruits, par exemple au-delà de 5 mg par 100 g pour les bleuets et les canneberges.

L-Citruilline

Seule la L-citruilline, un acide aminé, a été recensée dans la recherche de littérature, comme potentiellement intéressante dans le concombre. Des travaux réalisés par des chercheurs en Espagne⁹ ont révélé que l'apaisement de la douleur chez des athlètes pouvait être favorisé par la consommation de jus de melon, riche en L-citruilline. Selon cet article des effets sur la douleur seraient significatifs à 1,17 g de L-citruilline par 500 ml de jus. L'acide aminé L-citruilline, se retrouverait également dans le concombre, mais il pourrait être également synthétisé dans l'organisme à partir d'autres sources.

Des analyses sur quelques échantillons seraient requises. La variété de concombre pourrait influencer la teneur et le type de produit. Dans le cas du jus fait à partir du perméat le passage de l'acide aminé au travers la membrane d'ultrafiltration serait à vérifier.

2.7.2 Analyses effectuées

La teneur en vitamine C a été évaluée pour les purées, pour les jus et le concentré pasteurisés et les résultats sont sous la limite de détection. La vitamine C est sensible à la chaleur et le traitement de pasteurisation nécessaire a probablement détruit la vitamine C présente initialement.

Le magnésium et le manganèse pourraient être présents en quantité non négligeable. Des analyses plus complètes du profil des minéraux et des vitamines pourraient être réalisées lorsque les mises à l'échelle auront été finalisées.

Pour la L-citruilline, peu de références existent et à ce stade-ci du projet, les résultats auraient été peu utilisés. Ces analyses pourraient être réalisées lorsque des priorités auront été identifiées pour le développement d'ingrédients chez des fournisseurs éventuels en tenant compte du plan marketing de ces produits.

Une analyse de polyphénols a été effectuée sur un perméat de microfiltration et le résultat obtenu est de 0,17 mg/100 g et il est inférieur à la valeur rapportée de 0,24 mg/100 g dans la littérature pour le concombre non pelé. La variété de concombres ou le traitement de microfiltration peuvent être responsables de la teneur obtenue, plus basse.

La teneur en potassium, une analyse courante et plus économique, a été mesurée dans les purées et dans les jus et le livrable 8 illustre les résultats obtenus pour quelques échantillons de jus et de purée.

Teneur en potassium de la purée de concombre

Les résultats révèlent une teneur en potassium des purées pasteurisées, supérieure à la teneur mentionnée dans le fichier canadien pour le concombre cru non pelé. Les teneurs obtenues pour les purées sont de 200 et 207 mg par 100 g comparativement à la valeur du fichier canadien de 147 mg par 100 g. Il est à noter que le broyage final et la pasteurisation n'ont pas affecté la teneur en potassium puisque la teneur du broyat initial non pasteurisé avoisine la teneur de purées pasteurisées.

Une portion de 100 g de purée développée à l'échelle pilote, pourrait ainsi contribuer à environ 5 % de l'apport quotidien recommandé de 3500 mg. La déclaration de « source de potassium » pourrait être faite sur un emballage puisque 200 mg de potassium par portion sont requis pour cette déclaration.

Teneur en potassium du jus de concombre

Les résultats obtenus pour le jus brut pressé non pasteurisé révèlent une perte de potassium avoisinant 20 % par rapport aux purées ce qui signifie qu'une partie du potassium est retenu sur la presse. (Purées : 200 et 207 mg/100 g Jus brut pressé : 161 mg/100 g). Il est également possible que la teneur en potassium des concombres de *classe 1*, utilisés pour la purée, soit plus élevée.

Les résultats obtenus pour le jus pasteurisé fait à partir du perméat révèlent cependant une perte de potassium avoisinant 50 % par rapport au jus brut initial pressé non pasteurisé. (Jus brut pressé : 161 mg/100 g, perméat 86 mg/100 g). Les résultats obtenus pour la purée ont démontré que la pasteurisation n'a pas affecté la teneur en potassium. Une partie du potassium a donc été retenu avec d'autres composantes sur les membranes de filtration.

Le résultat obtenu pour le jus pasteurisé fait à partir de perméat est plus faible comparativement au résultat du jus fait à partir de concentré puisque ce dernier a été reconstitué à 4 % de solides solubles et que le perméat obtenu avant la concentration contient seulement 2 % de solides solubles. (perméat : 86 mg/100 g, jus reconstitué : 174 mg/100 g).

Une déclaration de « bonne source de potassium » requiert 350 mg de potassium par portion de référence de l'aliment. Une déclaration de bonne teneur en potassium pourrait être faite pour une portion de référence de 250 ml de jus reconstitué à 4 °B à partir du concentré, mais elle ne pourrait être faite pour une portion de 250 ml de jus fait à partir du perméat d'ultrafiltration. Cependant, dans le cas des boissons pour sportifs, la portion de référence est de 500 ml et la déclaration d'une « bonne source de potassium » serait alors valide pour une portion de 500 ml de jus fait à partir de perméat avec l'appellation boisson sportive.

3. CONCLUSION

Une purée, un jus clarifié, un concentré et des morceaux de concombres coupés en dés et en juliennes ont été développés à l'échelle laboratoire et à l'échelle pilote avec les équipements disponibles selon des méthodes de fabrication les plus représentatives possible des méthodes de fabrication industrielles. Les prototypes obtenus de purée, de jus et de concentré sont de qualité acceptable, supérieure à la qualité des rares produits commerciaux de concombres disponibles. Et ils pourront être optimisés avec des méthodes de fabrication plus adaptées à chacun de ces types de produits dans des usines de fabrication munies des équipements nécessaires.

Les études de durée de conservation microbiologique et organoleptique demeurent à réaliser dans les conditions de fabrication industrielle.

Purée

Les traitements thermiques élevés et prolongés devraient cependant être évités dans les applications pour la purée. La qualité organoleptique des sorbets fabriqués est très acceptable, mais des essais de potage se sont avérés non satisfaisants. La purée pourrait être utilisée dans des produits fins, entrées, sur canapés, etc.

Des chefs pourraient être approchés afin de promouvoir l'utilisation de la purée de concombres dans des buffets entre autres.

La purée de concombres pourrait également mélangée à d'autres purées de fruits afin de fabriquer des collations par exemple.

Jus

Un jus de concombre non clarifié ne peut être envisagé, car les matières insolubles déposent presque complètement et elles précipitent à la chaleur. Il n'est pas possible d'obtenir un produit acceptable à moins de stabiliser les solides par la diminution de la grosseur des particules ou d'augmenter la viscosité du produit.

L'ultrafiltration a donc permis d'obtenir un jus stable lors d'un chauffage à 90 °C avec un potentiel de commercialisation au niveau des boissons désaltérantes ou des breuvages, possiblement en combinaison avec d'autres jus ou ingrédients. Le perméat d'ultrafiltration peut être considéré comme une « eau de concombre », mais le taux de solides avoisine 2 %.

Les rendements des jus fabriqués entre autres ne peuvent être estimés avec justesse, car les quantités produites lors des essais étaient limitées, et les ajustements nécessaires, les transferts en mode discontinu et les pertes à l'intérieur des appareils de filtration entre autres ne pouvaient être évités.

Le niveau de stabilité requis pourrait être inférieur au niveau qui a été atteint dans le perméat cependant, et les filtrations pourraient être diminuées dépendamment des applications.

Plusieurs applications sont possibles, mais le marché d'un jus de concombre ou d'un concentré de concombre doit être bien justifié, car la fabrication d'un jus clarifié de concombre ou d'un concentré nécessite beaucoup d'étapes et les résidus de fabrication sont importants dans le cas du jus. Les résidus pourraient être valorisés cependant puisqu'ils proviennent de la pelure et de la pulpe seulement. Mais la faisabilité économique pourrait

être compromise selon les volumes de production en cause et en premier lieu, selon l'état du développement du marché d'un jus de concombre ou de produits à base de jus de concombre.

Concentré

Le concentré pourrait être optimisé en limitant le niveau de solides atteint et la couleur, la saveur et la stabilité pourraient être améliorées, mais comme dans le cas du jus le marché doit être défini avant de prioriser des développements futurs. De plus l'étape de concentration nécessite aussi une étude de faisabilité surtout pour l'identification d'un fabricant de concentré.

Morceaux

Les morceaux de concombres coupés surgelés représentent l'avenue la plus facile et peut-être la plus prometteuse pour la valorisation des concombres. La méthode de fabrication requiert peu d'étapes, pas de traitement thermique et elle ne génère pas de perte de produit. De plus, dans une application de sauce, très peu d'optimisation serait requise.

Valeur nutritive

Le concombre est une source de potassium et de vitamine K. Une déclaration de bonne source de potassium pourrait être faite pour certaines applications comme les purées et les jus développés, mais des analyses supplémentaires seront nécessaires pour confirmer les résultats sur des produits fabriqués avec des concombres des années futures, selon les procédés industriels disponibles et selon les applications développées.

Les valeurs de référence de la vitamine K sont très intéressantes et les teneurs réelles dans les produits développés pourront être mesurées lorsque les objectifs commerciaux seront définis.

Peu de composantes fonctionnelles ont été identifiées à part un acide aminé L-citruilline, qui en plus de favoriser une diminution de la douleur musculaire chez des athlètes, pourrait avoir des effets sur la santé immunitaire et cardio-vasculaire. Cependant le coût de l'analyse est très élevé, et comme dans le cas de la vitamine K, la teneur en L-citruilline pourra être mesurée au besoin dans les produits développés industriellement. La présence de L-citruilline en quantité significative dans les produits de concombre transformés demeure cependant à valider ainsi que les effets réels des propriétés fonctionnelles énoncées.

Prochaine étapes

Des prototypes de purées, de sorbets, de jus et de concentrés sont entreposés sous congélation. Des fabricants d'ingrédients et des utilisateurs pourraient être rencontrés prochainement afin de discuter des possibilités de mise à l'échelle des produits les plus prometteurs.

4. SIGNATURES

CINTECH AGROALIMENTAIRE



Suzanne Laberge, B. Sc. A., chef de projet R & D



Bernard Racette, B. Sc., B. Ing., directeur R & D

Date : 20 décembre 2013

LIVRABLES

LIVRABLE 1

PURÉE DE CONCOMBRES DE *CLASSE 1*

LIVRABLE 1 PURÉE DE CONCOMBRES DE CLASSE 1

Méthode de fabrication des prototypes de purée, à l'échelle pilote, en utilisant la variété de concombres de *classe 1*

Étape	Prototypes	
	Purée de concombres A	Purée de concombres B
Rinçage à l'eau froide	X	X
Prébroyage broyeur de pommes El Nova	X	X
Broyage Microcut MC15	X 1 passe	X 4 passes
Pasteurisation Cuiseur sous vide Groen UMM/5K 40EGN1	X 90 °C	X 90 °C
Refroidissement rapide à 15 °C paroi eau glacée Cuiseur sous vide Groen UMM/5K 40EGN1	X	X
Mise en pots manuelle	X	X
Entreposage au congélateur	X	X

Caractéristiques des prototypes finaux des purées de concombres de *classe 1*, fabriqués à l'échelle pilote

Critères	Purée de concombres A	Purée de concombres B
pH	6,6	6,9
°B (solides solubles)	3,3	3,1
Couleur	Belle couleur verte typique du concombre	Belle couleur verte typique du concombre et plus vive
Saveur	Bonne saveur typique, un peu amère	Bonne saveur, pas amère
Texture	Fibreuse	Moins fibreuse que A

LIVRABLE 2

SORBET

LIVRABLE 2 SORBET

Formulations de sorbets

Ingrédients	°B de l'ingrédient (% solides solubles)	Prototypes	
		(%) Sorbet - A	(%) Sorbet - B
Sucre	-	11,7	11,9
Solides de sirop de tapioca (Tapiok-Ciranda)	-	5,8	5,9
Eau	0	6,8	6,9
Pectine CJ201 (Herbstreith & Fox)	-	0,5	0,5
Purée de concombres de <i>classe 1</i>	3,3	38,0	38,6
Purée de melons de miel	11,1	35,7	36,2
Jus de citron	-	1,5	0
Total	-	100	100

Méthode de fabrication en laboratoire des prototypes de sorbets

Sorbet A (sans jus de citron) et sorbet B (avec jus de citron)
Chauffer le sucre, le tapioca et l'eau à 45 °C dans un récipient de cuisson
Ajouter la pectine avec un fouet
Continuer à chauffer en agitant jusqu'à 80 °C
Refroidir le mélange en immergeant le récipient dans l'eau très froide
À 4 °C, ajouter les purées, et le jus de citron dans le cas du sorbet B
Verser le mélange dans l'appareil de congélation pour la première étape de congélation (environ 30 minutes) Sorbetière Philips HR 1302
Remplir des contenants du mélange à la sortie de l'appareil
Placer les contenants dans un surgélateur à -30 °C durant 45 minutes
Entreposer les contenants dans un congélateur à -20 °C

Caractéristiques des prototypes de sorbets

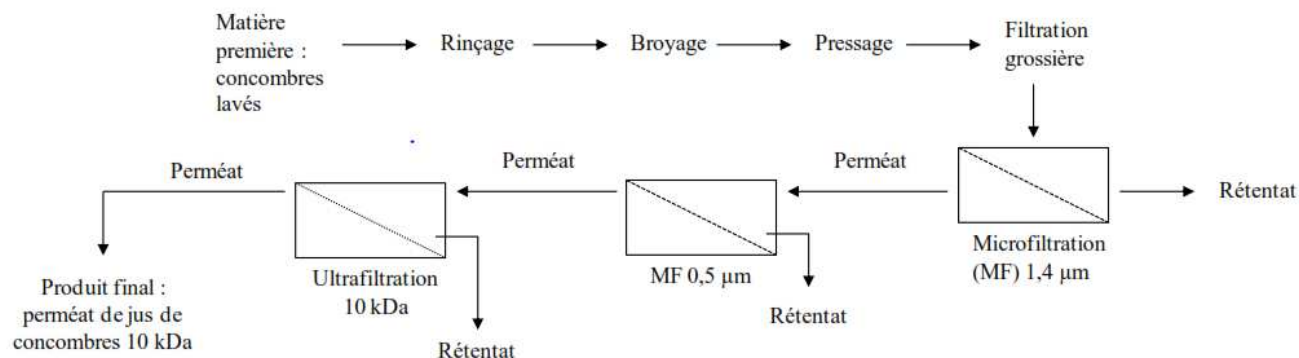
Critères	Sorbet - A	Sorbet - B
Couleur	Vert un peu plus olive, mais encore typique du concombre	Belle couleur verte typique du concombre
Saveur	Saveur plus acide, le concombre semble plus présent, très rafraîchissant	Bonne saveur, mais très sucrée, arrière-goût de concombre pas amer, le melon domine au début
Texture	Fibreuse, mais demeure intéressant pour un produit glacé à base de concombre, pourrait être positionné comme un granité, semble naturel	Fibreuse, mais demeure intéressant pour un produit glacé à base de concombre, pourrait être positionné comme un granité, semble naturel

LIVRABLE 3

JUS DE CONCOMBRE DE *CLASSE 2*

LIVRABLE 3 JUS DE CONCOMBRE DE CLASSE 2

Schéma de la méthode de fabrication du perméat de jus de concombre *de classe 2*



Caractéristiques d'un perméat de concombres de champs de *classe 2* non pelés obtenu à partir de la microfiltration et de l'ultrafiltration

Observations	Perméat de l'ultrafiltration obtenu à partir d'un jus pressé et pré filtré, 4,1 °B, de concombres de champs de <i>classe 2</i>
Couleur	Presque incolore
Apparence	Aucune particule en suspension
Odeur et saveur	Concombre, mais léger
Brix	Entre 1,8 et 2,3
Test de stabilité thermique	À 90 °C très légère déstabilisation (trouble ou voile)

LIVRABLE 3 JUS DE CONCOMBRE DE *CLASSE 2* (suite)

Pasteurisation du perméat d'ultrafiltration à l'échelle du laboratoire. Concombres de champs de *classe 2*

Étape	Matériel et conditions
Pasteurisation bain-marie	90 °C sans retenue Cuisinière
Remplissage à chaud	85 °C minimum Manuel Pots en verre 125 ml
Refroidissement	Bains d'eau tempérée 1 min 40 °C 30 sec 30 °C 30 sec 23 °C
Congélation -20°C	Congélateur

Caractéristiques d'un jus de concombre de champs de *classe 2* non pelés obtenu à partir de la microfiltration et de l'ultrafiltration, pasteurisé

Observations	Jus de concombre de champs de <i>classe 2</i> , pasteurisé
Couleur	Presque incolore
Apparence	Aucune particule en suspension
Odeur et saveur	Concombre, mais léger, très bon
°Brix	1,9
pH	6,9
Test alcool	Absence de pectine (pas d'agglomérats blanchâtres)
Test de stabilité thermique	À 90 °C très légère déstabilisation (trouble ou voile)

LIVRABLE 4

CONCENTRÉ DE CONCOMBRE DE *CLASSE 2*

LIVRABLE 4 CONCENTRÉ DE CONCOMBRE *CLASSE 2*

Concentration du perméat d'ultrafiltration à l'échelle pilote - Concombres de champs de *classe 2*

Étape	Matériel et conditions	Caractéristiques du produit
Perméat initial		2,3 °B
Concentration	Évaporateur sous vide (Rotavap) température du bain d'évaporation température du produit 58 °C	45,3 °B final Durant la concentration un brunissement se développe et à partir de 35 à 40 °B une déstabilisation apparaît (agglomérations blanchâtres). Lorsque le concentré est refroidi, un dépôt blanc se forme
Refroidissement et entreposage	Congélateur	Les produits ont été congelés sans délai

Caractéristiques d'un concentré de concombre de champs de *classe 2* - non pelés obtenu à partir de la microfiltration et de l'ultrafiltration

Observations	Concentré de concombre de champs de <i>classe 2</i> , pasteurisé
Couleur	Brun
Apparence	Non uniforme, séparation au fond
Odeur et saveur	Piquant, saveur forte de légumes
°Brix	45,3-45,7
pH	6,3
Test de stabilité thermique	À 90 °C le produit devient opaque blanchâtre durant le chauffage

LIVRABLE 4 CONCENTRÉ DE CONCOMBRE *CLASSE 2 (SUITE)*

Pasteurisation du concentré de concombre à l'échelle du laboratoire.
Concombres de champs de *classe 2*

Étape	Matériel et conditions
Pasteurisation bain-marie	90 °C sans retenue Cuisinière
Remplissage à chaud	85 °C minimum Manuel Pots en verre 125 ml
Refroidissement	Bains d'eau tempérée 1 min 40 °C 30 sec 30 °C 30 sec 23 °C
Congélation -20 °C	Chambre froide

LIVRABLE 5

**JUS DE CONCOMBRE DE *CLASSE 2*,
RECONSTITUÉ À PARTIR DU CONCENTRÉ**

LIVRABLE 5 JUS DE CONCOMBRE DE CLASSE 2, RECONSTITUÉ À PARTIR DE CONCENTRÉ

Pasteurisation d'un jus de concombre reconstitué, de champs de *classe 2*
non pelés obtenu à partir d'un concentré,

Étape	Matériel et conditions
Pasteurisation bain-marie	90 °C sans retenue Cuisinière
Remplissage à chaud	85 °C minimum Manuel Pots en verre 125 ml
Refroidissement	Bains d'eau tempérée 1 min 40 °C 30 sec 30 °C 30 sec 23 °C
Congélation -20°C	Congélateur

Caractéristiques d'un jus de concombre reconstitué, de champs de *classe 2*
non pelés obtenu à partir d'un concentré, pasteurisé

Observations	Jus de concombre de champs de <i>classe 2</i> fait à partir de concentré pasteurisé
Couleur	Légèrement ambre
Apparence	Quelques particules en suspension
Odeur et saveur	Concombre, mais léger, autres notes de saveur plus ou moins définies
°Brix	3,9
pH	6,9
Test alcool	Présence de pectine (agglomérats blanchâtres)
Test de stabilité thermique	À 90 °C légère déstabilisation (trouble ou voile), particules fines en suspension se déposent lors du refroidissement

LIVRABLE 6

MORCEAUX DE CONCOMBRES DE *CLASSE 2*

LIVRABLE 6 MORCEAUX DE CONCOMBRES *CLASSE 2*

Méthode de préparation des concombres de *classe 2*, surgelés, en dés et en juliennes

Étape	Matériel et conditions	
	Dés	Juliennes
Lavage des concombres	Manuel à l'eau froide	
Assainissement	Solution chlorée 80 ppm, rincés	
Coupage	Trancheuse à viande Coupage manuel 1/4po	Cuisinart DLC8 DCC10 1 pulse
Surgélation	Les morceaux ont été placés, séparés les uns des autres, sur des papiers parchemins sur des plateaux dans le surgélateur -30 °C durant 1 heure	
Emballage	Sacs plastique Duopak, environ 100 g par sac, sac scellé	
Entreposage	Congelé -20 °C	

Caractérisation des morceaux de concombres surgelés lors du dégel

Critère	Dés	Juliennes
Apparence	Assez foncés dans l'ensemble par la présence de la pelure	
Saveur	Bonne saveur, mais amère	
Texture	Croquante	

LIVRABLE 7

SAUCES TZATZIKI

LIVRABLE 7 SAUCES TZATZIKI

Formulations des sauces tzatziki développées

Ingrédient	Type Fontaine Santé (%)	Type Damafro (%)
Crème sûre Liberté	72,9	-
Crème sûre Damafro	-	80,13
Concombres en dés	15,19	-
Concombres en juliennes	-	13,83
Huile de canola	9,11	-
Sel de mer	1,12	-
Sel	-	0,73
Cassonade	1,11	-
Ail	0,56	0,6
Vinaigre	-	4,71
Total	100	100

Caractéristiques des sauces tzatziki développées

Critères	Type Fontaine Santé (%)	Type Damafro (%)
Saveur	Bonne saveur, amertume des morceaux masquée	
Texture des morceaux	Croquante	
Apparence	Synérèse similaire aux produits commerciaux	
pH	4,57 (produit commercial 4,59)	4,23 (produit commercial 4,18)

LIVRABLE 8

TENEUR EN POTASSIUM DES PURÉES ET DES JUS DÉVELOPPÉS

LIVRABLE 8 TENEUR EN POTASSIUM DES PURÉES ET DES JUS DÉVELOPPÉS

Teneur en potassium des purées et des jus de concombre développés

Échantillon analysé	Résultats de la teneur en potassium mg par 100 g	Teneur en potassium par portion	% apport quotidien recommandé (par rapport à la portion)	Déclaration admise pour 1 portion
PURÉES				
Broyat initial non pasteurisé	202	202	5	Non applicable
Purée A grossière (Portion 100g)	200	200	5	Source de potassium
Purée B plus fine (portion 100G)	207	207	5	Source de potassium
JUS				
Jus pressé non pasteurisé	161	403	12	Non applicable
Jus pasteurisé fait à partir de concentré (portion 250ml)	174	435	12	Bonne source de potassium
Jus pasteurisé fait à partir de perméat (portion 250ml)	86	215	6	Source de potassium
Jus pasteurisé fait à partir de perméat (portion 500ml)	86	430	12	Bonne source de potassium

ANNEXES

ANNEXE 1

ESSAIS PRÉLIMINAIRES DE FABRICATION DE PURÉE DE CONCOMBRES *DE SERRE* EN LABORATOIRE

ANNEXE 1 ESSAIS PRÉLIMINAIRES DE FABRICATION DE PURÉE DE CONCOMBRES *DE SERRE* EN LABORATOIRE

Essais préliminaires de fabrication de purée de concombres *de serre*, en laboratoire

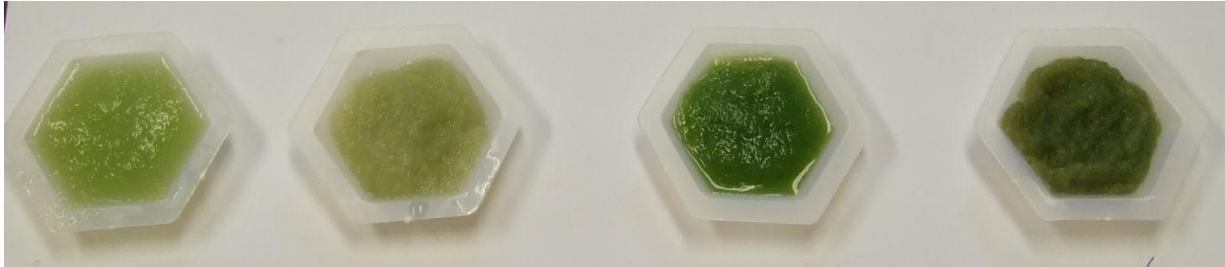
Étape	Échantillons			
	1	1a	2	2 b
Rinçage à l'eau froide	X	X	X	X
Pelage manuel	X	X	Non pelé	Non pelé
Broyage Robot Combimax vitesse 12	X 10 minutes	X 10 minutes	X 14 minutes	X 14 minutes
Pasteurisation Bain marie 85 °C	Non pasteurisé	X 5 minutes	Non pasteurisé	X 5 à 10 minutes
Refroidissement eau glacée	X	X	X	X

ANNEXE 2

PHOTOS DES PURÉES DE CONCOMBRES

ANNEXE 2 PHOTOS. DES PURÉES DE CONCOMBRES

1 Purée de concombres *de serre*



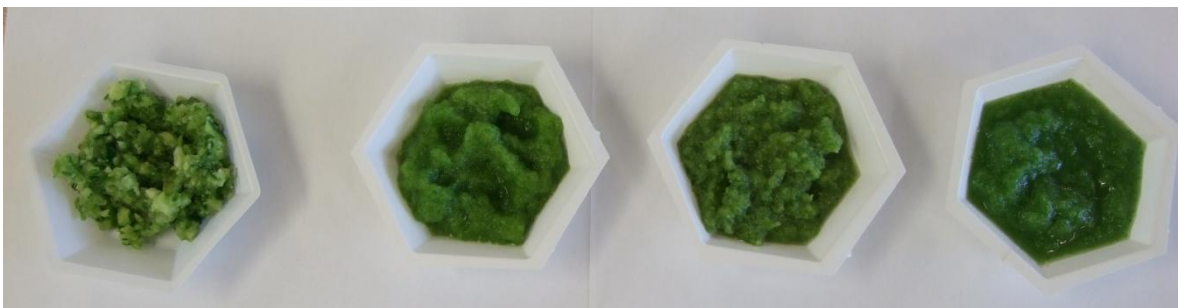
Pelés
Frais

Pelés
Pasteurisés

Non pelés
Frais

Non pelés
Pasteurisés

2 Purée de concombres de *classe 1*



Non Pelés
Grossièrement
Non
Pasteurisés

Non Pelés
Finement
Non
Pasteurisés

Non Pelés
Grossièrement
Pasteurisés

Non Pelés
Finement
Pasteurisés

ANNEXE 3

RÉSULTATS MICROBIOLOGIQUES DES PURÉES DE CONCOMBRES DE *CLASSE 1* FABRIQUÉE À L'ÉCHELLE PILOTE

ANNEXE 3 RÉSULTATS MICROBIOLOGIQUES. DES PURÉES DE CONCOMBRES DE CLASSE 1, FABRIQUÉE À L'ÉCHELLE PILOTE

Résultats microbiologiques des purées de concombres de *classe 1* fabriquées à l'échelle pilote

Microorganisme	Jour	Échantillons					
		Purée A	Purée A	Purée A	Purée B	Purée B	Purée B
Bactéries mésoph. aérobies	0	360 UFC/g	310 UFC/g	300 UFC/g	340 UFC/g	140 UFC/g	140 UFC/g
	6	190 UFC/g			750 UFC/g		
Levures	0	<5 UFC/g	<5 UFC/g	<5 UFC/g	<5 UFC/g	<5 UFC/g	<5 UFC/g
	6	<5 UFC/g			<5UFC/g		
Moisissures	0	<5 UFC/g	<5 UFC/g	<5 UFC/g	<5 UFC/g	<5 UFC/g	<5 UFC/g
	6	<5 UFC/g			<5 UFC/g		
<i>Samonelles</i> spp-Détection	0	Non détecté	Non détecté	Non détecté	Non détecté	Non détecté	Non détecté
<i>Escherichia coli</i>	0	<10 UFC/g	<10 UFC/g	<10 UFC/g	<10 UFC/g	<10 UFC/g	<10 UFC/g
Coliformes totaux	0	<10 UFC/g	<10 UFC/g	<10 UFC/g	<10 UFC/g	<10 UFC/g	<10 UFC/g
<i>Listeria</i> spp-Detection	0	Non détecté	Non détecté	Non détecté	Non détecté	Non détecté	Non détecté

ANNEXE 4

ESSAIS PRÉLIMINAIRES DE FABRICATION DE JUS CONCOMBRE EN LABORATOIRE

ANNEXE 4 ESSAIS PRÉLIMINAIRES DE FABRICATION DE JUS DE CONCOMBRE EN LABORATOIRE

Essais préliminaires de fabrication de jus de concombre à l'échelle du laboratoire

Étude de la méthode de fabrication évaluations	Concombre <i>de serre 1ere variété</i> pelé						Concombre <i>de serre 1ere variété</i> non pelé	Concombre <i>de serre 2^e variété</i> pelé
	8-10 pulse	8-10 pulse	8-10 pulse	8-10 pulse	8-10 pulse	Non	Non	8-10 pulse
Préboyage (De Longhi, domestique)	8-10 pulse	8-10 pulse	8-10 pulse	8-10 pulse	8-10 pulse	Non	Non	8-10 pulse
Pressage (coton fromage)	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Oui
Filtration (Philips, domestique)	Non	Grossière	8 microns	0,22 micron	Non	Non	Non	Non
Extraction (Philips, domestique)	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui	Non
Clarification enzymatique	Non	Non	Non	Non	PECL 0,001 % 50 °C	Non	Non	Non
Aspect visuel lors de la fabrication et saveur	Vert, bonne saveur	-	-	Presque incolore	Vert, non goûté	Vert, produit pulpeux semble plus uniforme	Vert plus foncé saveur plus prononcée un peu amère typique du concombre	Plus terne, saveur fade
Aspect visuel après 24 h d'entreposage réfrigéré	Séparé, surnageant vert pâle	-	-	-	Séparé, surnageant vert pâle	Moins séparé	Séparé, surnageant vert pâle	Séparé, pâle, terne
Stabilité thermique (chauffage direct sur la cuisinière)	Se déstabilise à 60 °C (séparation solide et liquide incolore)	Se déstabilise à 60 °C (séparation solide et liquide incolore)	-	Se déstabilise à 85 °C (séparation solide et liquide incolore)	-	Se déstabilise à 60 °C (séparation solide et liquide incolore)	Se déstabilise à 60 °C (séparation solide et liquide incolore)	Se déstabilise à 90 °C (séparation solide et liquide incolore)

ANNEXE 5

ESSAIS PRÉLIMINAIRES DE FABRICATION DE JUS DE CONCOMBRE À L'USINE PILOTE

ANNEXE 5 ESSAIS PRÉLIMINAIRES DE FABRICATION DE JUS DE CONCOMBRE L'USINE PILOTE

Caractéristiques d'un perméat de concombres *de serre* non pelés obtenu à partir de la microfiltration

Observations	Perméat de microfiltration obtenu à partir d'un jus pressé et pré filtré, 4,1 °B, de concombres <i>de serre</i>
Couleur	Presque incolore
Apparence	Quelques fines particules en suspension
Odeur et saveur	Concombre, mais léger
°Brix	1,8
pH	6,02
Test alcool	Présence de pectine (agglomérats blanchâtres)
Test de stabilité thermique	À 90 °C déstabilisation (trouble ou voile) importants comme dans le cas du produit filtré seulement. Le perméat a été filtré à nouveau avec un filtre de 0,22micron et chauffé à nouveau à 90 °C. Une légère déstabilisation a été observée.

ANNEXE 6

PHOTOS DES ÉQUIPEMENTS UTILISÉS À L'ÉCHELLE PILOTE POUR LA FABRICATION DU PERMÉAT

ANNEXE 6 RÉSULTATS MICROBIOLOGIQUES DU JUS BRUT ET DU PERMÉAT DE CONCOMBRE



Figure 1. Broyeur à fruits et presse à jus utilisés lors de l'élaboration du jus de concombres



Figure 2. Filtreuse à vin



Figure 3. Membrane de MF 1,4 μm en céramique

ANNEXE 6 PHOTOS DES ÉQUIPEMENTS UTILISÉS À L'ÉCHELLE PILOTE POUR LA FABRICATION DU PERMÉAT



Figure 4. Système de MF



Figure 5. Système d'UF et membrane de 10 kDa

ANNEXE 7

RÉSULTATS MICROBIOLOGIQUES DU JUS BRUT ET DU PERMÉAT DE CONCOMBRES

ANNEXE 7 RÉSULTATS MICROBIOLOGIQUES DU JUS BRUT DE CONCOMBRE ET DU PERMÉAT DE CONCOMBRES

Résultats microbiologiques du jus brut de concombre et du perméat de concombres

Microorganisme	Jus pressé	Jus pressé, filtré, microfiltré et ultrafiltré
Bactéries mésoph. aérobies	560,000 UFC/g	130 UFC/g
Levures	50 UFC/g	<5 UFC/g
Moisissures	300 UFC/g	<5 UFC/g
Coliformes totaux	Colonies trop nombreuses pour être identifiées et dénombrées	<10 UFC/g
<i>Escherichia coli</i>	-	<10 UFC/g
<i>Listeria</i>	-	Non détecté
<i>Salmonelle</i>	-	Non détecté

ANNEXE 8

PHOTO DU CONCENTRÉ DE CONCOMBRE *CLASSE 2*

ANNEXE 8 PHOTO DU CONCENTRÉ DE CONCOMBRE *CLASSE 2*



ANNEXE 9

RÉSULTATS MICROBIOLOGIQUES DU PERMÉAT ET DU CONCENTRÉ DE CONCOMBRE

ANNEXE 9 RÉSULTATS MICROBIOLOGIQUES DU PERMÉAT ET DU CONCENTRÉ DE CONCOMBRE

Résultats microbiologiques du perméat et du concentré de concombre

Microorganisme	Perméat	Concentré
Bactéries mésoph. aérobies	44 UFC/g	2100 UFC/g
Levures	<1 UFC/g	<1 UFC/g
Moisissures	<1 UFC/g	<1 UFC/g
Coliformes totaux	<10 UFC/g	<10 UFC/g
<i>Escherichia coli</i>	<10 UFC/g	<10 UFC/g
<i>Listeria</i>	Non détecté	Non détecté
<i>Salmonelle</i>	Non détecté	Non détecté

ANNEXE 10

TABLEAUX NUTRITIFS POUR 100 G DU CONCOMBRE PELÉ ET NON PELÉ

ANNEXE 10 TABLEAUX NUTRITIFS POUR 100 G DU CONCOMBRE PELÉ ET NON PELÉ

Concombre pelé

Concombre non pelé

Nutrition Facts	
Valeur nutritive	
Per 100 g / par 100 g	
Amount Teneur	% Daily Value % valeur quotidienne
Calories / Calories 10	
Fat / Lipides 0.2 g	1 %
Saturated / saturés 0 g	0 %
+ Trans / trans 0 g	
Cholesterol / Cholestérol 0 mg	
Sodium / Sodium 2 mg	1 %
Potassium / Potassium 135 mg	4 %
Carbohydrate / Glucides 2 g	1 %
Fibre / Fibres 1 g	4 %
Sugars / Sucres 1 g	
Protein / Protéines 1 g	
Vitamin A / Vitamine A	0 %
Vitamin C / Vitamine C	6 %
Calcium / Calcium	2 %
Iron / Fer	2 %
Vitamin K / Vitamine K	10 %
Thiamine / Thiamine	2 %
Riboflavin / Riboflavine	2 %
Vitamin B6 / Vitamine B6	2 %
Pantothenate / Pantothénate	4 %
Phosphorus / Phosphore	2 %
Magnesium / Magnésium	4 %
Zinc / Zinc	2 %
Copper / Cuivre	4 %
Manganese / Manganèse	4 %

Nutrition Facts	
Valeur nutritive	
Per 100 g / par 100 g	
Amount Teneur	% Daily Value % valeur quotidienne
Calories / Calories 15	
Fat / Lipides 0.1 g	1 %
Saturated / saturés 0 g	0 %
+ Trans / trans 0 g	
Cholesterol / Cholestérol 0 mg	
Sodium / Sodium 2 mg	1 %
Potassium / Potassium 150 mg	4 %
Carbohydrate / Glucides 4 g	1 %
Fibre / Fibres 1 g	4 %
Sugars / Sucres 2 g	
Protein / Protéines 1 g	
Vitamin A / Vitamine A	2 %
Vitamin C / Vitamine C	4 %
Calcium / Calcium	2 %
Iron / Fer	2 %
Vitamin K / Vitamine K	20 %
Thiamine / Thiamine	2 %
Riboflavin / Riboflavine	2 %
Vitamin B6 / Vitamine B6	2 %
Folate / Folate	4 %
Pantothenate / Pantothénate	4 %
Phosphorus / Phosphore	2 %
Magnesium / Magnésium	6 %
Zinc / Zinc	2 %
Copper / Cuivre	2 %
Manganese / Manganèse	4 %

Note : Les valeurs exprimées dans le tableau ne sont pas celles qui seraient déclarées sur une étiquette de produit préemballé. En effet, les arrondissements ne sont pas conformes aux normes ni les portions déclarées dans les tableaux.

Les teneurs ont été laissées telles quelles afin de mieux refléter la valeur nutritive réelle du produit.

ANNEXE 11

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXE 11 BIBLIOGRAPHIE

1. Albagnac. et al. Technologie de transformation des fruits, Lavoisier, 2002, 495 pages.
2. Espiard, E. Introduction à la transformation industrielle des fruits, Lavoisier 2002, 360 pages.
3. Desrumaux,A. et al Fabrication du jus de pommes Génie des procédés alimentaires École nationale d'ingénieurs des techniques des industries agricoles et alimentaires 2004-2005.
4. Fichier canadien sur les éléments nutritifs « 2010 » En ligne: <http://webprod3.hc-sc.gc.ca/cnf-fce/report-rapport.do?lang=fra>.
5. Food pairing : <https://www.foodpairing.com/fr/what-is-foodpairing/>
6. Fukumoto., L.R., et al. Microfiltration and ultrafiltration ceramic membranes for apple juice clarification, J of Food Science, Vol 63 #5 1998.
7. Guidance for industry: Juice HACCP Hazards and Controls Guidance First Edition; Final Guidance ; March 2004.
8. Salunkhe,D.K., Kadam S.S. Handbook of Fruit Science and Technology, Marcel Dekker, 1995.
9. Tarazona-Diaz,M.P. et al, Watermelon juice: Potential functional drink for sore muscle relief in athletes, J of Agricultural and Food Chemistry, 2013.
10. Wu et al. « 2004 » Lipophilic and Hydrophilic Antioxidant Capacities of Common Foods in the United States, Journal of Food Chemistry.