

# UTILISATION DE L'INJECTION D'AIR

Sommaire technique des  
résultats de recherche

**Timothy Perkins, Ph.D.**

UVM Proctor Maple  
Research Center

**Nathalie Martin, Ph.D.**

Centre Acer

# Injection d'air– Résultats de recherche

## CONTEXTE

- ▣ L'injection d'air (IA) a été introduite dans l'industrie acéricole il y a environ 10 ans
- ▣ Son principal effet est la production d'un sirop plus clair
- ▣ Peu d'informations disponibles sur les mécanismes d'action de l'IA ou sur l'impact de son utilisation sur la chimie, la qualité et la saveur du sirop d'érable
- ▣ Aucune ligne directrice pour son utilisation

# Injection d'air– Résultats de recherche

## TRAVAUX DE RECHERCHE

- ▣ Le Centre ACER et l'UVM Proctor Maple Research Center ont réalisé plusieurs études afin de mieux comprendre les effets de l'IA sur le sirop d'érable
- ▣ Ces travaux ont été réalisés sous forme d'enquêtes sur le terrain, de productions-laboratoire et de productions-pilotes et industrielles
- ▣ Un rapport technique consensuel de ces études a été rédigé afin de donner une vue d'ensemble des travaux et de faire ressortir les similarités et divergences dans les résultats

# Injection d'air– Résultats de recherche

## LIMITATIONS

- ▣ Aucune étude ne permet de couvrir le large éventail de conditions d'utilisation rencontrées chez les producteurs acéricoles
- ▣ Les études ont visé des objectifs différents et chacune d'elle a été conçue pour répondre à un nombre limité de questions
- ▣ Bien que les résultats peuvent parfois paraître contradictoires, les différences perçues peuvent généralement être expliquées par le modèle expérimental utilisé pour répondre à une question spécifique

# Injection d'air– Résultats de recherche

## DÉFINITION...

*L'injection d'air (industrie acéricole) est l'introduction forcée d'air à travers une série de tuyaux perforés et immergés dans la sève en ébullition, situés dans la casserole à fond plat et/ou la casserole à plis d'un évaporateur.*

# Injection d'air– Résultats de recherche

## TRANSMISSION DE LA LUMIÈRE (Couleur)

- ▣ Toutes les études ont démontré qu'il y a un effet important de l'IA sur la couleur du sirop d'érable
- ▣ Les sirop IA ont une couleur significativement plus claire que les sirops produits sans IA
- ▣ Cet effet est plus marqué du début jusqu'à la mi-saison et est diminué ou absent en fin de saison

# Injection d'air– Résultats de recherche

## TRANSMISSION DE LA LUMIÈRE (Changements lors de l'entreposage)

- ▣ Les sirops IA emballés dans des contenants destinés à la vente au détail, se comportent de façon similaire au sirop produit sans IA après une période d'entreposage d'un an
- ▣ L'altération de la couleur des sirops produits avec ou sans IA se produit de la même façon pour un type de contenant donné

# Injection d'air– Résultats de recherche

pH

- ▣ Les sirops produits avec l'IA présentent un pH plus acide que les sirops produits sans IA
- ▣ Les différences les plus importantes ont été observées du début jusqu'à la mi-saison
- ▣ Dans tous les cas, le pH des sirops produits avec l'IA se situe dans l'intervalle habituellement rencontré pour le sirop d'érable pur

# Injection d'air– Résultats de recherche

## CONDUCTIVITÉ

- ▣ Aucune différence significative

## COMPOSITION EN SUCRES

- ▣ Aucune différence significative
- ▣ Les sirops IA ont tendance à présenter un niveau plus élevé en sucres invertis
- ▣ Les concentrations en sucre invertis mesurées pour les sirops IA se situent dans l'intervalle habituellement rencontré pour le sirop d'érable pur

# Injection d'air– Résultats de recherche

## COMPOSITION EN MINÉRAUX ET MÉTAUX

- ▣ Relativement peu de différences ont été observées dans la composition minérale
- ▣ Certaines différences significatives ont été observées à l'occasion, mais ces effets ont tendance à être faibles et irréguliers
- ▣ Les concentrations en minéraux et en métaux mesurées pour les sirops IA se situent dans l'intervalle habituellement rencontré pour le sirop d'érable pur

# Injection d'air– Résultats de recherche

## COMPOSITION EN ACIDES ORGANIQUES

- ▣ Dans l'étude réalisée à l'échelle du laboratoire, l'IA provoque une diminution des niveaux d'acide oxalacétique
- ▣ Aucune différence significative n'a été observée pour les cinq autres acides organiques à l'étude

# Injection d'air– Résultats de recherche

## COMPOSITION EN ACIDES PHÉNOLIQUES

Étude réalisée à l'échelle du laboratoire

- ▣ Diminution significative des niveaux de syringaldéhyde causée par l'IA
- ▣ Tendance vers de plus hautes concentrations de vanilline avec l'IA
- ▣ Le contenu en conyférol n'a pas été modifié
- ▣ Le contenu en acides phénoliques totaux diminue lorsque l'AI est utilisé
- ▣ Effets plus importants en fin de saison

# Injection d'air- Résultats de recherche

## ACTIVITÉ BIOLOGIQUE

Les résultats préliminaires indiquent une possible altération du/de:

- ▣ Contenu en acides phénoliques totaux
- ▣ L'activité antioxydante
- ▣ Potentiel Redox (oxydo-réduction)

# Injection d'air- Résultats de recherche

## PARAMÈTRES DE PRODUCTION

### Étude évaporateurs pairés

- ▣ Aucune différence dans la quantité d'antimousse utilisée
- ▣ Aucune différence dans l'empierrement des casseroles
- ▣ Aucune différence dans la quantité de pierre de sucre produite
- ▣ Abaissement des profils de température dans toutes les sections de l'évaporateur lorsque l'IA est utilisée

# Injection d'air– Résultats de recherche

## SAVEUR ET COMPOSÉS VOLATILS

(Analyse sensorielle basée sur la Roue des saveurs de l'érable et les Standards officiels de classification du Québec)

- ▣ Sondage = Tendance vers des sirops contenant des défauts de saveur
- ▣ Échelle laboratoire = Augmentation de l'attribut vanille et diminution de l'intensité des autres saveurs
- ▣ Échelle laboratoire = L'IA produit deux fois plus de sirops à défaut de saveur de type  $\sqrt{R4}$  (non identifié)
- ▣ Des résultats similaires ont été obtenus à l'échelle industrielle (évaporateurs en parallèles)

# Injection d'air– Résultats de recherche

## SAVEUR ET COMPOSÉS VOLATILS (suite...)

### Étude évaporateurs pairés

(Analyse sensorielle réalisée par un panel de juges de l'industrie acéricole et selon les standards du Vermont pour le sirop d'érable)

- ❑ Aucune évidence d'une augmentation de la fréquence des défauts de saveur
- ❑ La concentration totale des composés volatiles est significativement plus grande dans les sirops IA
- ❑ Plusieurs composés volatiles typiques du sirop d'érable ont été réduits de façon significative alors que d'autres ne sont plus détectés, dans les sirops IA (sirops clairs)

# Injection d'air– Résultats de recherche

## SÉCURITÉ DU PRODUIT

Cet aspect n'a pas été traité dans ces études. Il est cependant d'un commun accord qu'il n'y a pas à l'heure actuelle de préoccupation à cet effet aussi longtemps que les mesures adéquates de sécurité sanitaire des aliments et que les directives d'utilisation du fabricant sont utilisés:

- ▣ Filtration appropriée de l'air injecté
- ▣ Positionnement adéquat de la prise d'air
- ▣ Utilisation de matériaux appropriés pour le contact avec les aliments

# Injection d'air- Résultats de recherche

## MÉCANISME D'ACTION POTENTIEL DE L'AI

- ▣ Les réactions physiques et chimiques impliquées lors de la production du sirop d'érable sont très complexes et n'ont pas encore été bien élucidées
- ▣ Les mécanismes dominants sont le résultats de l'action combinée de la caramélisation des sucres, de la réaction de Maillard et de la polymérisation des composés phénoliques
- ▣ L'IA pourrait affecter ces réactions de plusieurs façon différentes

# Injection d'air– Résultats de recherche

## MÉCANISME D'ACTION POTENTIEL (suite...)

*(L'ordre n'est pas une indication de l'importance des phénomènes)*

1. Diminution des température d'opération durant le procédé
2. Oxydation chimique
3. Altération de la phase alcaline de dégradation
4. Agitation mécanique de la sève

Plusieurs mécanismes peuvent agir simultanément. Leur importance relative peut varier selon certaines conditions spécifiques

# Injection d'air– Résultats de recherche

## SOMMAIRE

Les résultats ont démontré que :

▣ *“Diminution de la couleur et du développement de la saveur: plus faibles températures d'opération et oxydation de certains composés du sirop d'érable”*

▣ *“ Bien que tous les mécanismes mentionnés puissent être présents simultanément, certaines conditions d'opération de l'IA peuvent favoriser un mécanisme plutôt qu'un autre. Étant donné la multitude d'équipements, d'arrangements et de conditions d'opération utilisés sur le terrain, il est impossible d'expliquer les phénomènes observés par seulement l'un ou l'autre des mécanismes*

# Injection d'air– Résultats de recherche

## SOMMAIRE (suite...)

▣ *“Bien que la composition de la majorité des sirops produits avec injection d'air semble se situer dans les limites habituellement rencontrées pour du sirop d'érable pur\*, leur couleur est définitivement plus claire et leur goût moins développé.*

\* Se limite seulement à certains composés analysés dans ces études (sucres, acides organiques, minéraux, métaux)