

Rapport final

Projet de recherche :

Comparaison de différentes solutions de nourrissage automnal sur la santé, la survie hivernale et le développement printanier des colonies d'abeilles domestiques (*Apis mellifera* Linnaeus).

Projet MAPAQ no : 09-C-65

Responsables : Nicolas Tremblay, Agr., conseiller provincial en apiculture (CRSAD) et
Georges Martin, M.Sc., biologiste
Superviseur scientifique : Pierre Giovenazzo, M.Sc., candidat Ph.D. (CRSAD)

Début du projet : mai 2010
Fin des travaux de terrain : mai 2011
Rapport final : décembre 2011

Comparaison de différentes solutions de nourrissage automnal sur la santé, la survie hivernale et le développement printanier des colonies d'abeilles domestiques (*Apis mellifera* Linnaeus).

Par

Nicolas Tremblay, Agr., conseiller provincial en apiculture
Centre de recherche en sciences animales de Deschambault

Organismes subventionnaires

Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation du Québec, MAPAQ
Centre de recherche en sciences animales de Deschambault, CRSAD
Fédération des apiculteurs du Québec, FAQ

Décembre 2011

Avant-propos

La réalisation de ce projet a été rendue possible suite à l'obtention d'une subvention du Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec et à la participation financière du Centre de recherche en sciences animales de Deschambault et de la Fédération des Apiculteurs du Québec.

Nous tenons également à remercier plusieurs personnes pour leur participation au projet de recherche :

Émile Houle, technicien apicole

Michaël Benoît, ouvrier apicole

M. Christian Macle, propriétaire et Cyril Lapeyrie, ouvrier apicole (Intermiel, 10291 rang de La Fresnière, Mirabel Saint-Benoît, Qc).

Ce rapport, vous présente les résultats d'un projet de recherche réalisé entre août 2010 et mai 2011. Il est rédigé selon les règles habituelles du domaine scientifique en apiculture. Le rapport a pour but de permettre à un utilisateur potentiel de bien saisir comment les travaux ont été réalisés, et quels sont les résultats obtenues et leur portée.

FICHE SYNTHÈSE

Comparaison de différentes solutions de nourrissage automnal sur la santé, la survie hivernale et le développement printanier des colonies d'abeilles domestiques (*Apis mellifera* Linnaeus).

Nicolas Tremblay, Georges Martin et Pierre Giovenazzo

Durée : 08/2010 – 12/2011

OBJECTIF(S) ET MÉTHODOLOGIE

Une bonne préparation des colonies d'abeilles durant l'automne assure l'établissement d'une colonie en santé au printemps suivant. Le nourrissage d'automne est généralement fait avec un sirop de saccharose. Par contre, les dérivés glucidiques provenant du maïs (High fructose corn syrup : HFCS), moins dispendieux, sont de plus en plus utilisés en Amérique du Nord. L'objectif de cette recherche était donc de comparer l'impact du nourrissage des colonies à l'automne en utilisant deux types de sirop de sucre. Au début du projet, nous avons formé deux groupes de cinquante colonies réparties à l'intérieur de cinq ruchers. Une moitié des colonies de chaque rucher recevait 32L de sirop de saccharose à une concentration de 67,5% de matière sèche et l'autre moitié 32L de HFCS 55 ramené au même pourcentage de matière sèche. Au cours du printemps suivant, les colonies de chaque groupe furent nourries à nouveau avec 8L de sirop de leur solution respective de nourrissage.

RÉSULTATS

La survie des colonies, la présence de maladies et de parasites, de même que les poids furent similaires pour les deux groupes tout au long du projet. La force moyenne des colonies fut similaire dans les deux groupes avant le nourrissage d'automne 2010 et à la sortie de la chambre d'hivernage en mars 2011. Par contre, le 5 mai 2011 à la suite du nourrissage printanier, les colonies nourries au sirop de saccharose avaient une force supérieure significative à celle nourries au HFCS 55 : $12,4 \pm 0,6$ cadres d'abeilles comparativement à $10,5 \pm 0,6$.

CONCLUSION

Les colonies nourries au sirop de saccharose ont un développement printanier supérieur aux colonies nourries au HFCS 55. Nous avons mesuré près de 2 cadres d'abeilles de plus le 5 mai 2011 dans les colonies nourries au sirop de saccharose. En 2011, le prix du nourrissage avec le saccharose (\$1,20 / kg matière sèche) était inférieur au nourrissage avec du HFCS (\$1,30 / kg matière sèche). Le projet démontre qu'il est avantageux de nourrir les colonies avec le saccharose.

POINT DE CONTACT

Nom du responsable du projet : Nicolas Tremblay

Téléphone : 418-286-3353 poste 224

Télécopieur : 418-286-3597

Courriel: conseilsapi@crsad.qc.ca

PARTENAIRES FINANCIERS

Ce projet a été réalisé grâce à une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, dans le cadre du Volet C du Programme d'appui financier aux regroupements et aux associations de producteurs désignés, ainsi que de la participation financière du Centre de recherche en sciences animales de Deschambault et de la Fédération des Apiculteurs du Québec.

Table des matières

Contenu

Avant-propos.....	iii
FICHE SYNTHÈSE.....	iv
Table des matières.....	vi
Introduction.....	7
Déroulement du projet de recherche	10
Matériel et Méthodes	11
Résultats.....	14
Discussion	18
Références.....	21

Introduction

Les taux de mortalité des colonies d'abeilles au cours des dernières années sont en hausse (Boucher 2010). Au Québec, les principales mortalités sont mesurées au printemps à la sortie des colonies de l'hivernage (Boucher 2007). Ces pertes sont reliées principalement à un contrôle déficient de deux parasitoses majeures (la varroase et la nosérose) et à une mauvaise préparation des colonies pour l'hivernage (Boucher 2010). C'est à l'automne que les soins donnés aux colonies sont cruciaux (Boucher 2010). Une bonne préparation des colonies durant l'automne, avec suffisamment de réserves de nourriture (surtout des glucides) pour passer la longue période d'hiver en claustration (Boucher 2010), assure l'établissement d'une colonie en santé. Le nourrissage d'automne est généralement fait avec un sirop de saccharose, mais puisque les dérivés glucidiques provenant du maïs (High fructose corn syrup : HFCS) sont généralement moins dispendieux (communication personnelle avec la Fédération des apiculteurs du Québec), ils sont de plus en plus utilisés en Amérique du Nord. L'impact de ces glucides sur la santé des abeilles en hivernage est peu connu et certains apiculteurs qui les utilisent comme nourriture à l'automne notent une augmentation des mortalités hivernales et printanières des colonies (Observations personnelles). On utilise en apiculture le HFCS 55 (45% de glucose et 55% de fructose) car sous nos conditions climatiques froides, il s'agit de la solution de HFCS qui a le moins tendance à cristalliser (Sammataro et al. 2009).

Les apiculteurs sont à la recherche d'alternatives pour le nourrissage afin de réduire leurs dépenses. Une de celle-ci semble être le « High fructose corn syrup (HFCS) ». En fin de saison 2009, le prix du HFCS 55 était de 615\$ par tonne liquide tandis que celui de la solution de saccharose était de 950\$ par tonne sèche. (Source : Fédération des apiculteurs du Québec, 2009). L'innocuité et les bienfaits des HFCS sur les abeilles ne sont pas clairement démontrés par des travaux de recherche et doivent donc être testés afin de conseiller adéquatement les apiculteurs du Québec.

Le saccharose est un sucre double formé par la condensation d'une molécule de glucose et d'une molécule de fructose. Les HFCS désignent une série de sirops de maïs qui ont été soumis à des processus enzymatiques en vue d'augmenter leur teneur en fructose et qui sont ensuite mélangés à du sirop de maïs pur (100 % de glucose) pour obtenir leur composition finale (source : wikipédia.org). Les types courants sont les suivants :

- HFCS 90 qui contient en moyenne 90 % de fructose et 10 % de glucose,
- HFCS 55 qui contient en moyenne 55 % de fructose et 45 % de glucose,
- HFCS 42 qui contient en moyenne 42 % de fructose et 58 % de glucose (source : wikipédia.org)

Le HFCS 55 est utilisé par plusieurs apiculteurs au Canada et aux États-Unis (Rogers 1995). Le HFCS 55 est un mélange de HFCS 90 et de HFCS 42. Il contient 77% de matière sèche comparé au HFCS 42 qui en contient 71%. Il est donc plus avantageux pour le producteur de se procurer ce type de HFCS, car il contient une valeur calorique plus élevée pour un même volume. De plus, le HFCS 55 a moins tendance à cristalliser (Sammataro et al. 2009).

L'alimentation des abeilles avec les HFCS peut provoquer des problèmes digestifs au cours de l'hivernage dus à la présence d'hydroxyméthylfurfuraldéhyde (HMF) qui est un sous-produit de la transformation des sucres (Sammataro et al. 2008). On a observé une longévité réduite des abeilles nourries avec le HFCS 55 en comparaison avec le sirop de saccharose (Sammataro et al. 2008). De plus, les colonies nourries au sirop de saccharose ont plus de couvain au printemps suivant (Severson et al. 1984), ce qui a un effet direct sur le développement de la colonie tout au long de la saison.

L'entreposage des HFCS peut également être à la base de la problématique car à des températures supérieures à 45°C, la formation de HMF est accélérée considérablement (Leblanc et al. 2009). Les HMF sont toxiques pour les abeilles à 125 ppm (Jachimowicz 1975). L'entreposage dans des contenants métalliques favorise également la formation de HMF à cause de l'acidité des HFCS (Sammataro et al. 2008). Les HFCS sont tout de même utilisés aux États-Unis et dans l'Ouest canadien avec un certain succès. Dans ces

cas, la durée de la claustration des colonies est moins longue et même absente en comparaison avec ce qui se passe au Québec (Observations personnelles).

L'objectif de cette recherche est de comparer l'impact du nourrissage des colonies à l'automne en utilisant deux types de sirop de sucre : le sirop de saccharose et le HFCS 55. Nous voulons déterminer si le type de sucre aura un effet sur le taux de survie à l'hivernage et sur le développement des colonies au printemps suivant. De plus, nous évaluerons la présence de certains parasites et pathogènes (nosérose, acariose, varroase et virus communs) avant et après l'hivernage.

Déroulement du projet de recherche

Période	Activité
2010, Été	Détermination de l'apiculteur collaborateur M. Macle (Intermiel inc.).
Fin août	Sélection et évaluation des 100 colonies expérimentales.
	Formation des deux groupes.
	Dépistage varroase, nosérose et acariose.
	Pesée des colonies.
	Traitement anti-varroas par le producteur.
Mi-septembre	Nourrissage des colonies (32L) par le producteur.
	Analyse du contenu en HMF des deux solutions en laboratoire (Mosti-Mondiale).
Début novembre	Pesée des ruches.
	Entrée des colonies en chambre d'hivernage.
Décembre	Rapport d'étape.
2011, fin mars	Sortie des colonies de la chambre d'hivernage
Fin mars	Pesée des colonies.
	Calcul du taux de survie par groupe.
	Évaluation de la force des colonies.
	Dépistage varroase, nosérose et acariose.
Début avril	Nourrissage d'appoint (8L).
Début Mai	Pesée des colonies.
	Évaluation de la force des colonies.
Été + automne	Compilation, analyse des données, rédaction du rapport final.
Novembre	Transmission de l'information aux apiculteurs. (29 octobre AGA de l'union des syndicats apicoles du Québec (USAQ) et 4 novembre AGA de la Fédération des apiculteurs du Qc (FAQ) et revue l'abeille (FAQ)).
Janvier 2012	Remise du rapport

Matériel et Méthodes

Ces travaux ont été réalisés avec des colonies appartenant à un apiculteur commercial, M. Christian Macle d'Intermiel, entreprise situé à Mirabel. Les colonies ont été choisies au cours du mois d'août 2010

Au début du projet, nous avons formé deux groupes (Tableau 1) de cinquante colonies réparties à l'intérieur de cinq ruchers. Ces ruchers étaient tous situés dans un rayon d'environ 5 kilomètres de la miellerie. Il s'agissait de colonies à une chambre à couvain et une hausse à miel. Cette hausse à miel fut retirée, sur l'ensemble des colonies, juste avant la première évaluation de la force des colonies. La génétique de ces colonies était variée. Les reines, quant à elles, avaient toutes moins de deux ans.

Une moitié des colonies de chaque rucher recevait du sirop de saccharose à une concentration de 67,5% de matière sèche et l'autre moitié du HFCS 55 ramené au même pourcentage de matière sèche. À l'achat, le HFCS 55 contient 77% de matière sèche. À cette concentration, les abeilles ne le consommeront pas facilement, il faut donc le diluer avant de le donner en nourrissage.

Avant le début des travaux, nous avons réalisé une évaluation de la force des colonies (nombre de cadres occupés par des abeilles vu par le dessus de la hausse), une pesée de chaque colonie (avec une balance à plateau) et un dépistage des pathologies suivantes : varroase, acariose et nosémose.

Le nourrissage a débuté le 16 septembre 2010 et s'est terminé autour du 1er octobre 2010. L'administration des deux types de sirop de sucre a été réalisée à l'aide de nourrisseurs de surface individuels de type « Miller » sur toutes les colonies. Chaque colonie a reçu au total 32L de solution sucrée en deux nourrissages à une semaine d'intervalle. Deux échantillons (sirop de saccharose et HFCS 55) furent envoyés à un laboratoire d'analyse (Mosti-Mondiale) afin de déterminer les contenus exacts en HMF au début du nourrissage. Les résultats pour le sirop de saccharose indiquaient qu'il

contenait moins de 1 mg/kg (ppm) de HMF. Tandis que le HFCS 55 contenait 36,25 mg/kg (ppm).

À partir de la mi-septembre, chaque colonie fut traitée pour la varroase, avec deux languettes d'Apivar® (Veto-pharma S.A.) selon les recommandations du fabricant. Un traitement pour la nosérose a également été effectué sur l'ensemble des colonies (1g de Fumagilin -B® par litre de sirop à l'intérieur de la première partie du nourrissage).

Les colonies ont été hivernées à l'intérieur, dans une chambre à température contrôlée, du 10 novembre 2010 jusqu'au 20 mars 2011. La température tout au long de l'hivernage fut contrôlée à $4^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ et l'humidité relative maintenue entre 40 et 70%.

À la sortie de la chambre d'hivernage, les colonies furent placées sur un seul emplacement. Nous avons évalué toutes les colonies survivantes en nombre de cadres d'abeilles et nous les avons pesées de nouveau. En avril, des échantillons d'abeilles de chaque groupe expérimental ont été prélevés pour évaluer la présence de pathogènes (acariose et nosérose). Les analyses des échantillons furent effectuées dans les laboratoires du MAPAQ. En mai, le niveau d'infestation de la varroase fut évalué selon la méthode de chute naturelle sur cartons collants pendant 7 jours consécutifs.

Au cours du printemps, les colonies de chaque groupe furent nourries/stimulées avec 8L de leur solution respective de nourrissage. Ce nourrissage a débuté le 23 mars 2011 et s'est terminé le 30 avril 2011.

Une pesée et une évaluation de toutes les colonies en nombre de cadres d'abeilles et de couvain ont été réalisées à la fin de projet, le 5 mai 2011.

Les résultats ont été analysés avec le logiciel SAS en utilisant le modèle ANOVA et un plan expérimental complètement aléatoire.

Tableau 1 : Description des groupes expérimentaux.

Groupes	Description
A	Nourrissage au sirop de saccharose <ul style="list-style-type: none">- Automne 2010 (16 septembre au 1er octobre) avec 32L de sirop- Printemps 2011 (23 mars au 30 avril) avec 8L de sirop
B	Nourrissage au HFCS 55 <ul style="list-style-type: none">- Automne 2010 (16 septembre au 1er octobre) avec 32L de sirop- Printemps 2011 (23 mars au 30 avril) avec 8L de sirop

Résultats

La survie des colonies en fin de projet (15 mai 2011) est similaire entre les deux groupes (42 colonies groupe saccharose et 43 colonies groupe HFCS 55; Tableau 2). Les raisons expliquant les pertes de colonies sont similaires pour chaque groupe expérimental : défaillance de reines et manque de nourriture en hiver.

La présence de maladies et parasites (varroase, nosérose et acariose) est similaire entre les groupes, que ce soit au départ ou à la fin de l'expérience.

Comme le montrent les résultats du tableau 3, le poids moyen des colonies est similaire tout au long de l'expérience : le 26 mars 2010 avant le nourrissage d'automne ($P=0,2339$), le 3 novembre après le nourrissage d'automne/avant l'hivernage en caveau ($P=0,1646$), le 28 mars 2011 à la sortie du caveau ($P=0,1153$) et à la suite du nourrissage printanier le 5 mai 2011 ($P=0,1656$).

La force moyenne des colonies (Tableau 4) est similaire dans les deux groupes avant le nourrissage d'automne et à la sortie du caveau en mars 2011 ($P=0,389$ et $P=0,191$). Par contre, à la suite du nourrissage printanier le 5 mai, la différence de force entre les deux groupes est significative ($P=0,0259$): Les colonies nourries au sirop de saccharose ont une force de $12,4 \pm 0,6$ cadres d'abeilles comparativement à $10,5 \pm 0,6$ pour les colonies nourries au HFCS 55.

Tableau 2 : Survie des colonies en cours de projet.

Dates	Saccharose	HFCS 55	Explications
26 aout, début du projet	50	50	
3 novembre suite au nourrissage d'automne et avant l'entrée en chambre d'hivernage	48	50	2 colonies légères n'ayant pas emmagasiné le sirop ont été exclues
23 mars, sortie de la chambre d'hivernage	46	47	Colonies mortes de faim au cours de l'hivernage*.
5 mai 2011, suite au nourrissage de printemps et fin du projet	42	43	Problèmes de ponte reliés aux reines.

Tableau 3 : Poids moyen des colonies d'abeilles pour les deux groupes de nourrissage à différentes étapes de l'expérience (moyenne \pm erreur-type). Des lettres différentes pour une même rangée indiquent des différences significatives ($P < 0,05$; ANOVA)

Dates	Poids moyen (kg\pme.t.)	
	Saccharose	HFCS 55
26 aout 2010, début du projet	25,1 \pm 0,3 ^a	24,6 \pm 0,3 ^a
3 novembre suite au nourrissage d'automne et avant l'entrée en chambre d'hivernage	40,8 \pm 0,5 ^a	41,7 \pm 0,4 ^a
23 mars 2011 à la sortie de la chambre d'hivernage	31,0 \pm 0,5 ^a	32,1 \pm 0,5 ^a
5 mai 2011 suite du nourrissage de printemps et fin du projet	43,0 \pm 0,6 ^a	42,3 \pm 1,1 ^a

Tableau 4 : Force des colonies évaluées en nombre de cadres occupés par des abeilles (moyenne \pm erreur-type). Des lettres différentes pour une même rangée indiquent des différences significatives ($P < 0,05$; ANOVA). Les colonies au 15 septembre 2010 et au 23 mars sont à une hausse de couvain et les colonies au 5 mai 2011 sont à deux hausses à couvain.

Moment de l'évaluation	Saccharose	HFCS 55
15 septembre 2010), avant le nourrissage d'automne	11,2 \pm 0,2 ^a	11,5 \pm 0,3 ^a
23 mars 2011, à la sortie de la chambre d'hivernage	7,7 \pm 0,3 ^a	7,1 \pm 0,3 ^a
5 mai 2011, suite au nourrissage de printemps et fin du projet	12,4 \pm 0,6 ^a	10,5 \pm 0,6 ^b

Discussion

Dans ce travail, nous avons testé deux types de solutions sucrées pour le nourrissage d'automne des colonies d'abeilles mellifères : sirop de saccharose vs HFCS 55. Le HFCS 55 était moins dispendieux que le sirop de saccharose en 2009 et en 2010. Il représentait donc une alternative attirante pour les apiculteurs. Nous avons testé l'impact de ces deux types de sirop sur la survie des colonies en hivernage et sur le développement des colonies au cours du printemps suivant

La première chose que l'on doit comprendre lorsque l'on achète ces solutions, c'est que même si elles sont toutes deux vendues sous forme liquide, l'unité de base du prix est différente. Ainsi, lors de l'achat de sirop de saccharose, le prix est fixé à la tonne métrique de matière sèche (donc selon la masse de sucre contenue dans le sirop). Tandis que lors de l'achat de HFCS 55, le prix est fixé à la tonne métrique liquide (donc selon la masse du sirop). Ceci crée régulièrement beaucoup de confusion. Il n'est donc pas possible de comparer directement les prix des deux types de sirop sans les ramener aux mêmes unités. Pour bien comprendre, il suffit de ramener les prix en \$/kg de sucre. Le sirop de saccharose étant vendu selon la tonne sèche, le prix d'une tonne équivaut donc au coût pour 1000kg de sucre. Le HFCS 55 étant vendu selon la tonne liquide, le prix d'une tonne équivaut donc au coût de 770kg de sucre car le sirop contient 77% de matière sèche.

En comparant directement les prix à la tonne, on compare donc des prix pour des quantités différentes de sucre. En divisant le coût d'une tonne de sirop de saccharose par 1 000 et celui d'une tonne de HFCS 55 par 770, on obtient alors le coût pour 1kg de sucre pour les deux types de sirop. Cela permet de facilement déterminer lequel est le plus économique des deux. Voici trois exemples de calculs avec les prix de 2009, 2010 et 2011 (prix par tonne :Communication avec la Fédération des apiculteurs du Québec et un fournisseur F.W.Jones). :

Prix 2009

- 1 000 kg de saccharose (matière sèche) au prix de \$950
Donc coût pour 1 kg de saccharose (matière sèche) = \$0,95
- 1 000 kg de HFCS 55 (77%) au prix de \$615 = 770 kg de sucre (matière sèche)
Donc coût pour 1 kg de sucre (matière sèche) = \$0,79

Prix 2010

- 1 000 kg de saccharose (matière sèche) au prix de \$1050
Donc coût pour 1 kg de saccharose (matière sèche) = \$1,05
- 1 000 kg de HFCS 55 (77%) au prix de \$750 = 770 kg de sucre (matière sèche)
Donc coût pour 1 kg de sucre (matière sèche) = \$0,97

Prix 2011

- 1 000 kg de saccharose (matière sèche) au prix de \$1 200
Donc coût pour 1 kg de saccharose (matière sèche) = \$1,20
- 1 000 kg de HFCS 55 (77%) au prix de \$1 000 = 770 kg de sucre (matière sèche)
Donc coût pour 1 kg de sucre (matière sèche) = \$1,30

Ces calculs démontrent que les prix du saccharose et du HFCS ont augmenté depuis 2009 et qu'en 2011 le prix du kg de HFCS était supérieur à celui du kg de saccharose. L'utilisation massive du maïs pour la transformation destinée au marché de l'éthanol est probablement une des principales causes de l'augmentation du prix. Il est donc fort probable que cette tendance demeure au cours des prochaines années.

Nos travaux ont démontré que le nourrissage automnal avec l'une ou l'autre des solutions n'a pas entraîné de différences significatives sur la survie à l'hivernage, le poids et les maladies des colonies. Cependant nous avons mesuré une différence significative de la force des colonies en fin de projet. Les colonies nourries au printemps avec du sirop de saccharose ont près de deux cadres d'abeilles de plus au mois de mai que les colonies nourries avec du HFCS 55. Ce résultat vient appuyer les résultats des travaux de

Severson et coll. (1984) qui avaient également mesuré une force plus importante au printemps lorsque les colonies étaient nourries au sirop de saccharose.

Conclusions

- Les colonies nourries au sirop de saccharose ont un développement printanier supérieur aux colonies nourries au HFCS 55. Nous avons mesuré près de 2 cadres d'abeilles de plus le 5 mai 2011 dans les colonies nourries au sirop de saccharose. Ainsi, il s'agit de la solution la plus avantageuse. De plus, son prix était moins élevé en 2011 que celui du HFCS 55.

- Nous n'avons pas observé de différence dans la prise des deux types de sirop de sucre par les abeilles lorsque donnés avec un nourrisseur individuel de type <Miller>. Il aurait été intéressant de vérifier l'attrance des deux types de sirop en utilisant un nourrissage par pillage avec des barils. .

- Étant donné son contenu plus élevé en matière sèche, le HFCS 55 est plus épais que le sirop de saccharose. Il peut être plus difficile à manipuler avant sa dilution. Mentionnons ainsi, qu'au cours du projet, une pompe a brisé lors du transfert de cette solution. Nous croyons que la viscosité élevée du HFCS 55 fut responsable de ce bris de matériel.

- Le HFCS 55 contient du sucre issu de l'hydrolyse de maïs modifié génétiquement. Ce type de sucre n'est donc pas utilisable par les apiculteurs possédant une accréditation biologique.

Références

C. Boucher, Réseau d'Alerte et d'information Zoosanitaire (RAIZO), no 75, aout 2010.

C. Boucher, Réseau d'Alerte et d'information Zoosanitaire (RAIZO), no 54, aout 2007.

HFCS :www.wikipedia.org

(http://fr.wikipedia.org/wiki/Sirop_de_ma%C3%AFs_%C3%A0_haute_teneur_en_fructose)

Barker, R. J.; Lehner, Y. Laboratory comparison of high fructose corn syrup, grape syrup, honey, and sucrose syrup as maintenance food for caged honeybees. *Apidology* 1978, 9 (2), 111–116.

Severson, D. W.; Erickson, E. H. Honey bee (Hymenoptera: Apidae) colony performance in relation to supplemental carbohydrates. *J. Econ. Entomol.* 1984, 77, 1473–1478.

D. Rogers 1995, Feeding honey bees : Chose Carbohydrates, pp.2

D. Sammataro, B. LeBlanc, G Egglestone, C. Cornett, R. Dufault, T. Deeby, E. St-Cyr, 2009, Formation of Hydroxymethylfurfural in Domestic High-Fructose Corn Syrup and Its Toxicity to the Honey Bee (*Apis mellifera*), *Journal of agricultural and food industry*, pp 7369

D. Sammataro, B. LeBlanc, M. Weiss, J. Finley, July 2008, Guidelines for Storage of High Fructose Corn Syrup, Obtenue en novembre 2009 du site internet <http://projectapism.org/content/view/15/27/>

ACPA. ASSOCIATION CANADIENNE DES PROFESSIONNELS DE L'APICULTURE (2007) *Nosema disease diagnosis and control*. Agriculture et agroalimentaire Canada, Beaverlodge, AB, Canada. 4 pp. Obtenue en mars 2009 du site internet <http://www.capabees.com/main/files/downloads/nosema.pdf>.

OIE. ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ ANIMALE (2005) Chapitre 2.9.1. Acariose des abeilles. Dans *Manuel des tests de diagnostic et des vaccins pour les animaux terrestres de l'OIE 2005 (5^e édition)*. pp. 1060-1065. Obtenue en mars 2009 du site internet http://www.oie.int/fr/normes/mmanual/f_summry.htm).