Fermentation et cristallisation du miel

Elton J. Dyce

Université Cornell · Bulletin n° 528 · Octobre 1931

Édition française pour le Lab d'Emmanuel Porcher

Texte traduit · Notes et références conservées
Grands tableaux d'origine et clés de lecture françaises

Source : Cornell University Library
https://reader.library.cornell.edu/docviewer/digital?id=hivebees7194746

Édition du 8 novembre 2026

À propos de cette édition

Cette édition traduit le texte, les notes et les références des 76 pages du bulletin de 1931. Les grands tableaux de résultats sont reproduits en fac-similé avec leurs titres et leurs clés de lecture traduits ; les petits tableaux sont reconstruits en français. Le graphique d'origine est accompagné de repères français.

Traduction préparée avec l'aide de l'intelligence artificielle pour le Lab d'Emmanuel Porcher. Des contrôles ciblés ont été effectués sur les scans et les données. Cette édition n'a pas fait l'objet d'une révision linguistique et scientifique humaine indépendante exhaustive.

Les repères « Page originale » et les signets permettent la comparaison avec le document anglais. La pagination de cette édition diffère de celle de l'original. Les renvois et les numéros du sommaire de Dyce correspondent aux pages originales. Les notes de l'édition sont explicitement distinguées du texte de l'auteur.

Les unités historiques sont conservées. Températures : °C = (°F − 32) × 5/9. Ainsi, 57 °F ≈ 13,9 °C ; 60 °F ≈ 15,6 °C ; 150 °F ≈ 65,6 °C ; 160 °F ≈ 71,1 °C. Une livre vaut environ 454 g et un pouce 2,54 cm. La densité relative est sans unité.

Le terme anglais « granulation » désigne ici la cristallisation. « Specific gravity » est traduit par densité relative. Les rayons « wet » sont les rayons non léchés, encore enduits de miel après extraction ; les rayons « dry » ont été léchés par les abeilles. Les conditions de stockage « moist » et « dry » se traduisent par humide et sec.

Les procédés et les conclusions présentés sont ceux de Dyce en 1931. Le fac-similé de Cornell demeure la référence pour vérifier les termes ou les valeurs historiques.

Page originale 1

Bulletin 528 — Octobre 1931

Fermentation et cristallisation du miel

Elton J. Dyce

Étude réalisée sous la direction d'E. F. Phillips, du département d'entomologie et de limnologie.

> La qualité commerciale du miel cristallisé dépend directement de la taille des cristaux. Le miel qui forme des cristaux fins est plus agréable au goût et plus satisfaisant pour celui qui le consomme que le miel contenant de gros cristaux granuleux. Pour être commercialisé avec succès, tout miel devrait présenter des cristaux fins. Une cristallisation rapide produit de petits cristaux et un meilleur miel.

Publié par la station expérimentale agricole de l'université Cornell, Ithaca, État de New York.

Reçu pour publication le 16 juin 1931.

Page originale 2

Table des matières

Rubrique	Page d’origine
Introduction	3
Le problème de la fermentation	3
Le problème de la cristallisation	6
Effet des méthodes de conditionnement sur la fermentation et la cristallisation du miel	9
Matériel et méthodes utilisés	10
Expériences sur différentes méthodes de conditionnement des miels (expériences 1 à 11)	12
Expériences réalisées à Chicago	51
Facteurs régissant la formation des cristaux dans le miel	51
Expériences sur la maîtrise de la cristallisation du miel (expériences 12 à 21)	51
Mise au point d’une méthode pratique de maîtrise de la cristallisation (expériences 22 à 27)	61
Formation de cristaux de dextrose hydraté dans le miel	68
Résumé et conclusions	71
Références citées	75

Page originale 3

Fermentation et cristallisation du miel[1]

Elton J. Dyce

Introduction

La fermentation et la cristallisation du miel constituent aujourd'hui des problèmes majeurs pour ceux qui s'intéressent à la production et à la commercialisation de cette récolte. Autrefois, lorsque la production de miel n'avait pas atteint son ampleur actuelle, il était peu courant de conserver le produit pendant plusieurs mois avant qu'il parvienne au consommateur ; mais, ces dernières années, l'accroissement de la production et de la consommation a rendu la commercialisation de la récolte moins saisonnière. Il est désormais souvent nécessaire non seulement de stocker le miel pendant plusieurs mois, mais aussi de le conserver d'une année sur l'autre. Le miel est un produit périssable, et les pertes par altération lors d'un stockage prolongé sont devenues importantes.

Pour que les travaux présentés ici soient bien compris au regard de l'état actuel des problèmes concernant le miel, il convient, en guise d'introduction, d'examiner deux phénomènes : la fermentation et la cristallisation du miel. Des efforts ont été et sont encore entrepris pour maîtriser ces deux phénomènes. Comme les travaux exposés ici concernent leur maîtrise pratique à tous deux, nous présenterons d'abord un bref aperçu des recherches antérieures.

Le problème de la fermentation

Pugh (1927) fournit des données intéressantes sur la relation entre le pourcentage des pertes dues à la fermentation du miel et la durée de stockage du produit. Il a examiné des échantillons de la récolte ontarienne de 1925, un an après leur production, et a constaté que, si les lots de miel d'origine avaient fermenté au même degré que les échantillons, la perte aurait représenté 3,3 % de la récolte de l'année. Des échantillons comparables de la récolte de 1924 montraient, sur la même base, une perte de 26,4 % après deux années de stockage. Il faut naturellement rappeler qu'une grande partie de ces miels avait été consommée avant l'examen des échantillons ; ces chiffres indiquent néanmoins clairement que les pertes augmentent avec la durée du stockage.

On sait depuis de nombreuses années que les miels en fermentation contiennent les levures responsables de celle-ci, et plusieurs publications ont été consacrées

[1] Également présenté en juin 1931 à la faculté des études supérieures de l'université Cornell, comme thèse répondant à une partie des exigences du doctorat.

Remerciements de l'auteur. L'auteur est profondément reconnaissant au professeur E. F. Phillips, sous la supervision directe duquel la majeure partie des travaux présentés ici a été menée. Le Dr Phillips a non seulement fourni du miel et du matériel, mais a aussi constamment apporté ses avis et ses conseils, tant au cours des expériences que pendant la rédaction de ce mémoire. Une reconnaissance particulière est due au président G. I. Christie et au professeur F. Eric Millen, de l'Ontario Agricultural College, à Guelph, en Ontario, pour leurs encouragements constants et leur aide matérielle tout au long des travaux. L'auteur remercie aussi W. H. Barratt, directeur de l'American Can Company à Hamilton, en Ontario, qui a apporté son concours en prêtant une machine à vide et en fournissant les boîtes nécessaires aux premières expériences ; la direction et les administrateurs de l'Ontario Honey Producers Co-operative de Toronto, qui ont fourni du miel pour les expériences et des fonds pour l'achat du matériel indispensable à une partie du travail expérimental ; ainsi que le professeur H. E. Ross et les autres membres du département de l'industrie laitière de Cornell, qui ont mis à disposition différents appareils et apporté leur aide pour les faire fonctionner.

Page originale 4

aux différents aspects des recherches sur ce sujet. Nussbaumer (1910) présente les résultats de ses propres études dans ce domaine, qui constituent l'une des premières approches scientifiques du problème. Il conclut qu'un chauffage du miel à 70 °C (158 °F) pendant trente minutes détruit les levures et empêche ainsi la fermentation. Devant l'augmentation constante des pertes dues à la fermentation du miel, plusieurs chercheurs de ce continent ont plus récemment entrepris l'étude des microorganismes responsables ; citons notamment Fabian et Quinet (1928), Marvin (1927, 1928, 1930), Wilson et Marvin (1929 a et b ; 1930 a et b ; 1931), Lochhead et Heron (1929), ainsi que Lochhead et Farrell (1930 a et b). Les travaux de Fabian et Quinet sont particulièrement importants pour l'identification des levures tolérantes aux fortes concentrations en sucre qui provoquent la fermentation du miel. Ces auteurs ont isolé des bactéries, des levures et des moisissures à partir du miel. Ils ont constaté que les bactéries et les moisissures prédominent sur une gélose contenant 10 % de miel, mais que, lorsque la concentration de miel est portée à 30 %, les levures prédominent et l'on ne trouve plus de bactéries. Marvin a isolé cinq espèces de levures à partir de miel en fermentation, sans toutefois en préciser l'identification spécifique. Lochhead et ses collaborateurs ont isolé et décrit quatre espèces de levures du genre *Zygosaccharomyces* capables de faire fermenter le miel. Plus récemment, Marvin, Lochhead et leurs collaborateurs se sont intéressés à des moyens de prévenir la fermentation du miel, qui sont examinés plus en détail plus loin dans ce bulletin.

On s'est aussi intéressé à la manière dont les levures tolérantes au sucre pénètrent dans le miel. Marvin (1928) suggère, sans apporter de preuve concluante, qu'elles y sont probablement introduites avec les grains de pollen. Lochhead et Heron (1929) ont isolé onze levures différentes tolérantes au sucre à partir de trente-quatre espèces de fleurs nectarifères. Ils considèrent les mielleries comme une source possible de contamination et recommandent la propreté ainsi que la stérilisation du matériel. Poursuivant leurs recherches sur l'origine de la contamination du miel par ces levures, Lochhead et Farrell (1930 a) en ont isolé et classé cent soixante-six cultures à partir de sols de ruchers. Ces levures représentent sept types, dont trois ont été retrouvés dans du miel fermenté. Après avoir examiné du miel non mûr provenant de différentes ruches, ainsi que deux cents échantillons de miel non fermenté recueillis dans toutes les régions du Canada, ces auteurs concluent que les miels normaux contiennent régulièrement des levures tolérantes au sucre capables de déclencher une fermentation lorsque les conditions sont favorables. D'autres chercheurs ayant également exprimé cette opinion, on peut admettre que tous les miels sont susceptibles de contenir de telles levures, qui peuvent provoquer une fermentation dès que les conditions deviennent propices à leur développement.

On reconnaît depuis longtemps l'importance d'une forte teneur en eau du miel dans l'apparition de la fermentation, et l'on sait que l'extraction d'un miel avant la fin de sa maturation entraîne généralement sa fermentation. Sur la base de ces observations, les apiculteurs attribuaient autrefois la fermentation du miel à une maturation insuffisante. Toutefois, avec l'accroissement des quantités stockées et l'allongement des durées de stockage, il est devenu évident que cette explication n'était pas satisfaisante, puisque des miels très concentrés fermentent fréquemment au cours de leur conservation. On a également affirmé que les miels provenant de certaines fleurs avaient tendance à fermenter plus rapidement que ceux issus d'autres fleurs. Pugh (1927) n'a trouvé aucune corrélation entre la tendance du miel à

Page originale 5

fermenter et sa densité relative ; il n'a pas non plus trouvé de corrélation entre la fermentation et l'origine florale, la couleur ou les conditions climatiques au moment de la production du miel.

Puisque les miels liquides fermentent rarement et qu'un miel bien mûr ne présente généralement aucun signe de fermentation avant un certain temps après l'extraction, il importe de connaître les changements qui, lors d'un stockage prolongé, rendent le miel favorable au développement des levures. On a souvent supposé que son caractère hygroscopique bien connu était à l'origine de ce changement. Plusieurs expériences de Fabian et Quinet (1928) illustrent bien ce point. Ces auteurs ont proposé la théorie suivante pour expliquer pourquoi un mélange de sucres aussi concentré que le miel peut fermenter : « En bref, la théorie est que le miel, étant hygroscopique, absorbe à sa surface assez d'eau pour y abaisser la concentration en sucres à un niveau compatible avec la vie de certaines levures. Les levures présentes s'habituent progressivement à des concentrations en sucre plus élevées et finissent par se développer dans toute la masse du miel. » Puisque les miels fermentent même lorsqu'ils sont enfermés hermétiquement, comme on le montrera plus loin dans ce bulletin, cette théorie expliquant la fermentation après stockage ne peut être retenue. S'il est vrai que les miels exposés à une atmosphère humide peuvent fermenter rapidement, cela n'explique nullement les pertes que subissent actuellement les apiculteurs.

On sait qu'un chauffage suffisant diminue ou supprime la propension du miel à fermenter. Le fait que les miels chauffés à 71,11 °C (160 °F) en vue de leur mise en bouteilles ne fermentent pratiquement jamais le montre clairement. Marvin (1928) suggère de chauffer le miel à 160 °F à cette fin, sans préciser la durée nécessaire à la destruction des levures à cette température. Fabian et Quinet (1928) ont effectué des expériences pour déterminer la température létale des levures responsables de la fermentation du miel. Ils concluent qu'un chauffage à 62,5 °C pendant trente minutes empêchera son altération. Ils ont déterminé cette température pour les cellules végétatives et pour les spores, et ont constaté que les spores étaient plus résistantes. Leurs déterminations ont été faites dans du miel très légèrement dilué avec du bouillon. Lochhead et Heron (1929) ont constaté que les levures se développent peu ou pas au-dessus de 40 °C (104 °F), leurs essais étant effectués à différentes dilutions du miel. Rahn (1928) et d'autres chercheurs, dont certains sont cités par Fabian et Quinet, ont montré que la présence de sucres oblige à employer des températures plus élevées pour stériliser les aliments. Ainsi, pour déterminer la température létale des levures tolérantes au sucre dans le miel en fermentation, il est indispensable de travailler dans du miel, ou dans une solution de sucres simples de concentration équivalente, plutôt que dans des solutions diluées de miel. Les résultats de Fabian et Quinet comme ceux de Lochhead et Heron appuient pleinement cette idée. Les exigences minimales de durée et de température pour maîtriser la fermentation du miel n'ont pas été établies avec certitude et, en tout état de cause, il ne serait pas prudent de s'en tenir à une stérilisation minimale. L'altération du miel par un chauffage excessif est fréquente et doit être évitée. L'effet du chauffage sur la formation des cristaux est examiné plus loin.

Comme la qualité du miel est fortement diminuée par la méthode de chauffage actuellement utilisée, d'autres moyens de maîtriser la fermentation sont à l'étude.

Marvin (1928) suggère que, les levures étant incapables de se développer à des températures inférieures à 52 °F, on pourrait maîtriser la fermentation en conservant le miel en chambre froide. Le coût serait évidemment le principal facteur limitant de cette pratique, et il est douteux, dans les conditions actuelles du marché, que le stockage frigorifique soit un moyen praticable de maîtriser la fermentation.

Lochhead et Farrell (1930 b) ont essayé différents conservateurs pour maîtriser la fermentation. Ils ont choisi des produits chimiques de faible toxicité, dont l'emploi dans les aliments est autorisé par la plupart des lois régissant les denrées commercialisées. Parmi les substances essayées, le benzoate de sodium, le sulfite de sodium et le bisulfite de sodium ont été jugés les plus prometteurs. Bien que les lois existantes puissent permettre l'emploi de tels produits sans que leur présence soit déclarée sur l'étiquette des récipients de miel, l'opposition bien connue des apiculteurs à toute forme d'adultération alimentaire empêchera probablement cette méthode de conservation de devenir courante. On peut d'autant plus le prévoir qu'il existe, comme on le montrera plus loin, de meilleures méthodes pour atteindre ce but.

Aucune méthode praticable autre que l'application de chaleur n'a été proposée pour maîtriser la fermentation. La méthode la plus simple consiste donc à chauffer le miel et à le vendre sous forme liquide. Les apiculteurs ont suivi, à cet égard, la voie de la facilité et ont proposé un miel de qualité amoindrie en raison de la pratique presque universelle consistant à surchauffer le produit.

Le problème de la cristallisation

Browne (1908) donne, à partir de l'analyse de 92 échantillons de miels américains, les proportions moyennes suivantes des différents glucides présents dans le miel : lévulose, 40,50 % ; dextrose, 34,02 % ; saccharose, 1,90 % ; dextrine, 1,51 %. De nombreuses autres analyses donnent des résultats comparables, qu'il n'est donc pas nécessaire de discuter en détail. Le lévulose prédomine généralement dans les miels normaux. Il ne forme des cristaux que dans des conditions très particulières et ne cristallise probablement jamais dans le miel cristallisé. C'est, parmi les sucres du miel, celui qui se décompose le plus facilement à la chaleur, et sa saveur sucrée dépasse celle de tous les autres sucres courants. Dans certains miels, le dextrose est plus abondant que le lévulose ; dans la plupart, il est présent en moindre quantité, comme le montre la moyenne. Le dextrose cristallise facilement à partir d'une solution aqueuse et, dans la cristallisation du miel, il constitue la phase solide qui sert de structure de soutien et donne à de nombreux miels cristallisés une apparence de solidité. Le saccharose est présent en si faible quantité qu'il ne forme probablement jamais de cristaux dans le miel cristallisé. L'examen des miels cristallisés permet de supposer que ces sucres se comportent dans le miel comme dans des mélanges aqueux comparables.

Des cristaux de dextrose hydraté se forment tôt ou tard dans la plupart des miels. Les apiculteurs désignent habituellement ce phénomène par le terme anglais *granulation* ; dans le présent mémoire, les mots *granulation* et *crystallization* sont employés indifféremment. Certains miels cristallisent en quelques jours après leur extraction des rayons, tandis que d'autres, comme les miels de sauge et de tupelo, peuvent rester liquides pendant des mois ou des années. La taille des cristaux de dextrose hydraté formés varie elle aussi considérablement : certains miels donnent un grain fin et lisse, tandis que d'autres forment de gros cristaux grossiers. Il est bien connu que

Page originale 7

la taille des cristaux du miel cristallisé détermine en grande partie la qualité du produit pour la consommation humaine : un même miel a une saveur très différente selon que sa cristallisation est fine ou grossière. Le type de cristaux formés revêt donc une importance primordiale pour la vente du miel. Lorsque le dextrose est le seul sucre présent, il reste dissous dans l'eau, aux températures ordinaires, à raison d'une quantité approximativement égale à celle de l'eau. Sur cette base, le miel apparaît comme une solution sursaturée en dextrose. Jackson et Silsbee (1924) ont toutefois montré que la présence de lévulose avec le dextrose dans une solution aqueuse augmente la solubilité de ce dernier. Pour ne citer qu'un exemple de leurs tableaux, à 30 °C une solution de dextrose et de lévulose est saturée en dextrose lorsqu'elle contient 34,85 % de chacun de ces sucres. Cette valeur a été choisie parce qu'elle se rapproche beaucoup de la teneur moyenne en dextrose des miels donnée par Browne. Il apparaît donc qu'à des températures inférieures à 30 °C, un miel moyen est sursaturé en dextrose, ce qui explique que les miels ordinaires forment des cristaux aux températures usuelles. Les analyses montrent que les miels qui cristallisent rapidement contiennent généralement davantage de dextrose que la moyenne, tandis que ceux qui ne cristallisent pas sont riches en lévulose. À propos de la cristallisation du miel, Jackson et Silsbee proposent « une relation empirique possible pour prévoir la cristallisation du miel », et déclarent :

> Comme, aux températures ordinaires, une partie d'eau maintient en solution environ une partie de dextrose, le pourcentage de dextrose du miel diminué du pourcentage d'eau représente le pourcentage de dextrose en sursaturation. La tendance à cristalliser serait approximativement proportionnelle à cette quantité. Cette tendance est inversement proportionnelle à une certaine fonction du lévulose, et nous avons choisi arbitrairement le pourcentage de lévulose lui-même. Ainsi :
> **Tendance à la cristallisation = (D − W) / L**
> D, W et L représentent respectivement les pourcentages de dextrose, d'eau et de lévulose. La formule constitue manifestement une mesure de l'instabilité.

Les miels cristallisés fermentent plus facilement que le miel liquide, que celui-ci ait été chauffé ou non pour le maintenir liquide. Comme il a déjà été indiqué, la fermentation ne se produit pas immédiatement après l'extraction ; autrement dit, elle ne commence qu'une fois la cristallisation bien avancée. La plus grande facilité avec laquelle fermentent les miels cristallisés s'explique par le fait que, lorsque des cristaux de dextrose hydraté se forment, la phase liquide du miel devient plus riche en eau que ne l'était l'ensemble du miel lorsqu'il était encore liquide. Quand le dextrose cristallise dans une solution aqueuse, les cristaux ont la composition du dextrose hydraté, et l'eau de cristallisation ne représente que 9,09 % de la matière solide. La teneur moyenne en eau du miel étant d'environ 17 à 19 %, le retrait d'une fraction solide contenant un plus faible pourcentage d'eau augmente donc la teneur en eau de la phase liquide restante. Fabian et Quinet (1928) ont montré qu'une légère augmentation de la teneur en eau permet le développement des levures tolérantes au sucre ; c'est ce qui se produit lorsque les miels fermentent. Une très faible augmentation par rapport à la teneur en eau initiale du miel suffit à permettre la fermentation. Comme il a déjà été indiqué, les levures sont toujours présentes

Page originale 8

et prêtes à se développer dès que la teneur en eau de la phase liquide du miel devient suffisamment élevée.

On a parfois supposé que la fermentation du miel commence ou se produit plus facilement à la surface ou près de celle-ci. Cette hypothèse repose sur la tendance bien connue du miel à absorber l'humidité d'une atmosphère humide. S'il arrive que la teneur en eau du miel, cristallisé ou non, soit légèrement plus élevée près du haut du récipient qu'ailleurs, le changement important de teneur en eau est celui qui résulte de la cristallisation. En réalité, la fermentation se produit dans toute la masse du miel, dans la plupart des cas où ce phénomène est observé. Le caractère anaérobie des levures n'exige pas que la fermentation ait lieu à la surface ou à proximité de celle-ci.

Marvin (1930) a aussi affirmé, à tort, que la fermentation se produit après la séparation du miel en couches solide et liquide. Cet auteur paraît avoir été induit en erreur par le changement de teneur en eau dû à la cristallisation et ne pas avoir observé que ce changement se produit dans toute la masse du miel. Quoi qu'il en soit, on sait généralement que la fermentation commence alors que le miel est encore entièrement cristallisé, et non après la séparation. La séparation indique habituellement que la fermentation se poursuit depuis un certain temps ; elle en est un signe plutôt qu'une condition favorable.

La qualité du miel cristallisé étant influencée par la taille des cristaux, la maîtrise de celle-ci devient une question essentielle. La plupart des aliments analogues au miel proposés dans le commerce sont très raffinés et standardisés. Comme les consommateurs d'autres aliments, ceux de miel souhaitent un produit uniforme et de qualité supérieure. Si le miel acheté est médiocre, le consommateur perd confiance dans le produit et choisit d'autres aliments dont l'uniformité est connue. Il est donc hautement souhaitable de mettre au point une méthode donnant un produit uniforme, finement cristallisé et qui ne fermente pas.

Reconnaissant que les gros cristaux du miel en diminuent l'agrément gustatif et qu'une cristallisation fine lui donne une meilleure saveur, des chercheurs ont tenté d'obtenir de petits cristaux, ou des fragments de cristaux, en broyant le miel dans un moulin approprié après l'avoir laissé achever une cristallisation grossière. Ce produit apparaît aujourd'hui sur le marché sous différents noms commerciaux, tels que *Honey Cream* ou *Cream of Honey*. Le broyage du miel y incorpore inévitablement des myriades de minuscules bulles d'air. Si ces bulles sont suffisamment grosses, elles remontent à la surface et certaines peuvent s'échapper ; mais, en raison de la forte viscosité du miel et de l'augmentation de sa densité due à la formation des cristaux, la plupart restent emprisonnées dans la masse. Certaines des plus grosses remontent sans s'échapper et forment une écume indésirable. Bien que la saveur de ce produit soit excellente, meilleure que celle du même miel sous forme liquide, cette écume nuit à son apparence et à sa commercialisation. Nous avons gardé cet ensemble de circonstances à l'esprit dans les procédés décrits plus loin, dans l'espoir d'obtenir un produit aussi bon ou meilleur, qui n'aurait pas les défauts du produit actuellement commercialisé.

Page originale 9

Le miel chauffé pour maîtriser la fermentation ou pour d'autres raisons forme invariablement de gros cristaux de dextrose hydraté, très indésirables du point de vue commercial. Si le miel n'est pas consommé avant leur formation, le producteur ou le conditionneur peut devoir supporter le coût d'un nouveau chauffage pour les dissoudre. On sait qu'un chauffage excessif retarde la formation des cristaux, et il est courant de surchauffer le miel, au détriment de sa qualité, afin d'empêcher l'apparition de ces cristaux indésirables ou de la retarder suffisamment pour que le miel soit probablement consommé avant qu'ils ne se forment.

On sait aussi que les cristaux déjà présents dans le miel accélèrent la cristallisation ultérieure, à peu près proportionnellement à leur quantité ou à leur nombre. Le miel extrait cristallise généralement plus rapidement que le miel en rayons, ce que l'on attribue à sa plus grande richesse en cristaux. L'agitation subie par le miel lors de l'extraction, et surtout au cours d'un pompage énergique, intervient également. Comme il sera montré plus loin, le miel qui reste sur les rayons après l'extraction et qui cristallise partiellement avant leur réutilisation est sans doute un autre facteur expliquant la cristallisation plus rapide du miel extrait.

La température influe elle aussi sur la vitesse de cristallisation, et la littérature apicole affirme généralement que les variations de température accélèrent ce phénomène. Comme nous le montrerons plus loin, cette opinion courante sur l'effet des températures est inexacte.

Comme il a été indiqué, les miels cristallisés sont plus susceptibles de fermenter que les miels liquides. Puisque le chauffage destiné à maîtriser la fermentation provoque la formation de cristaux indésirables, il faudrait modifier les méthodes de prévention de la fermentation dans le miel cristallisé. La méthode devrait être aussi économique que possible et ne pas nuire à la qualité du miel ; aucun conservateur ne devrait être employé si l'on peut l'éviter. Elle devrait également permettre de stocker les miels pendant de longues périodes sans altération.

La fermentation et la cristallisation du miel étant encore insuffisamment maîtrisées, les recherches suivantes ont été menées afin de contribuer à une meilleure compréhension de ces problèmes et de tenter d'en surmonter les difficultés. Les deux problèmes sont manifestement complexes et liés entre eux : aucune solution satisfaisante de l'un ne semble possible sans entraîner automatiquement la résolution de l'autre.

Effet des méthodes de conditionnement sur la fermentation et la cristallisation du miel

Les récipients de miel destinés à la vente au détail sont habituellement fermés soit par un couvercle emboîté pour les boîtes métalliques, soit par un couvercle vissé pour les bouteilles. Le premier type de récipient est fermé en enfonçant un couvercle étroitement ajusté dans sa partie supérieure. Les bouteilles sont fermées en vissant les couvercles aussi fermement que possible. Les établissements de conditionnement les plus importants utilisent d'autres procédés de fermeture des bouteilles, mais le couvercle vissé reste le plus courant pour le commerce local. Ni la boîte à couvercle emboîté ni la bouteille à couvercle vissé ne sont fermées hermétiquement. Pour la vente en gros, le miel est habituellement conditionné dans des bidons de 60 livres munis de

bouchons vissés de différentes tailles. Ceux-ci sont rarement étanches à l'air. Bien que la surface de miel exposée aux variations atmosphériques soit fortement réduite dans ces récipients plus grands, l'absorption d'humidité ou le dessèchement peuvent néanmoins se produire dans les grands bidons ordinaires. On sait que le miel absorbe l'humidité de l'atmosphère ou se dessèche lorsqu'il est placé dans une atmosphère de faible humidité relative. Toute fermeture qui n'est pas étanche peut évidemment permettre une absorption d'humidité ou un dessèchement : les méthodes usuelles de conditionnement du miel ne le protègent donc pas des effets de l'humidité de l'air. L'aspect de récipients de miel conservés quelque temps après leur remplissage le montre clairement.

Comme on ne disposait pas d'informations précises sur la conservation des miels conditionnés selon les méthodes habituelles, il a paru souhaitable de mener quelques expériences sur ce sujet. À des fins de comparaison, des miels identiques ont été conditionnés selon différentes méthodes. Au début des travaux, l'objectif principal était de déterminer l'effet du mode de fermeture sur la fermentation ; mais, au fil de l'étude, il est devenu évident que le problème de la cristallisation y était intimement lié. En choisissant une large gamme d'origines florales, de densités, de modes de production et de méthodes d'extraction, on espérait recueillir des informations sur les avantages d'un conditionnement approprié et, dans le même temps, obtenir des renseignements très nécessaires sur les phénomènes de fermentation et de cristallisation.

À mesure que les travaux avançaient, il est apparu que la seule étude des méthodes de conditionnement ne pouvait fournir une solution satisfaisante à ces deux problèmes importants. Les premières expériences décrites dans cette partie ont donné des indications qui ont conduit à concevoir les travaux présentés dans la seconde partie du mémoire. L'étude des méthodes de conditionnement permet néanmoins de tirer de nombreux enseignements importants et, bien qu'elle n'ait pas donné les résultats que l'on avait espérés, son intérêt économique paraît suffisant pour justifier un compte rendu assez détaillé. Certaines séries d'échantillons ne sont pas décrites ici intégralement, car elles ont surtout servi à confirmer les résultats des séries présentées plus en détail.

Matériel et méthodes utilisés

Le miel utilisé dans les expériences a été placé dans des récipients fermés selon les méthodes suivantes : (1) fermeture sous vide de boîtes métalliques ; (2) fermeture hermétique de boîtes métalliques ; (3) couvercles emboîtés sur des boîtes métalliques ; (4) couvercles vissés sur des récipients en verre.

Pour le conditionnement sous vide, on a utilisé des boîtes de conserve de 2 pouces de hauteur et de 3⅜ pouces de diamètre, contenant presque une livre de miel. On a employé une machine à vide standard du type utilisé dans l'industrie de la conserve. Pour garantir son bon fonctionnement, un spécialiste de l'entreprise ayant fourni le matériel l'inspectait fréquemment. Cette machine était motorisée et pouvait réaliser le vide et fermer les boîtes sous un vide de 30 pouces ; toutefois, dans toutes ces expériences, on a utilisé un vide de 25 pouces, valeur plus ou moins usuelle dans l'industrie de la conserve. Pour éviter toute entrée d'air, les récipients étaient conçus de manière à présenter cinq épaisseurs de fer-blanc, séparées par un produit d'étanchéité, au niveau de la jonction, ou

Page originale 11

sertissage, entre le couvercle et le corps de la boîte. Les récipients étaient ainsi rendus étanches et pouvaient conserver un vide poussé lorsque la fermeture était correctement réalisée.

Pour fermer hermétiquement le miel, on utilisait les mêmes boîtes que dans la série sous vide. La méthode de fermeture était identique, à cette différence près qu'aucun vide n'était créé : on laissait pour cela ouverte la porte de la chambre à vide.

Les boîtes à couvercle emboîté utilisées dans les expériences étaient fabriquées exactement sur le même modèle que les récipients métalliques couramment employés pour le miel, mais elles étaient plus petites : environ 3¾ pouces de hauteur sur 3⅛ pouces de diamètre, pour une contenance de presque une livre de miel.

Dans la quatrième série, on utilisait des bocaux en verre d'environ 7 pouces de hauteur et 2½ pouces de diamètre, contenant plus d'une livre de miel. Des disques de carton et de papier huilé étaient placés dans les couvercles vissés. Hormis leur taille, ces bocaux étaient identiques à ceux couramment utilisés dans le commerce du miel.

Après fermeture des récipients, chaque série était divisée en trois parties approximativement égales : un tiers était stocké à Ithaca, dans l'État de New York, un tiers à Guelph, en Ontario, et un tiers à Chicago, dans l'Illinois. Les lieux de stockage et les dates d'examen figurent dans les tableaux de résultats des différentes expériences. Ces trois sites représentaient des conditions de conservation différentes, mais normales pour le miel. On remarquera dans les tableaux que certaines séries n'ont pas été envoyées à Chicago. On notera également que certaines expériences réalisées à Chicago n'ont donné lieu à aucune participation active de l'auteur, hormis la fourniture du miel. Elles faisaient toutefois partie du programme d'ensemble établi au début de l'étude et ont été conduites exactement dans les conditions fixées à ce moment-là. Elles sont donc brièvement rapportées.

À Ithaca, les miels ont été conservés du 1er novembre 1929 au 23 mai 1930 dans le laboratoire d'apiculture du State College of Agriculture. L'air du local de stockage est peu humide, et sa température se situe habituellement entre 80 et 90 °F. Du 23 mai au 16 octobre 1930, les miels ont été stockés dans une chambre froide inutilisée, également peu humide, où la température était maintenue aux alentours de 75 °F. Le 16 octobre 1930, ils ont été transférés dans le nouveau laboratoire du miel de l'établissement, où ils sont restés jusqu'au dernier examen, en février 1931. En raison des quantités de vapeur et d'eau employées pour les travaux sur le miel dans cette pièce, l'humidité comme la température y sont souvent exceptionnellement élevées.

À Guelph, les échantillons étaient stockés au sous-sol du bâtiment d'apiculture de l'Ontario Agricultural College. La température était habituellement comprise entre 70 et 80 °F. En raison de la situation et de la structure du bâtiment, l'humidité était assez élevée.

À Chicago, les miels étaient conservés dans des conditions normales de stockage, dans une salle spéciale des laboratoires de recherche de l'American Can Company. La température restait voisine de 70 °F, et l'humidité n'était jamais extrêmement élevée ni extrêmement faible.

Chaque expérience est divisée en séries, et les quatre types de fermeture sont présentés pour chacune d'elles. Par exemple, l'expérience 1 est divisée en séries A–D, E–H et I–L. La première lettre de chaque série

(A, E, I) indique que le miel est conditionné sous vide ; la deuxième (B, F, J), qu'il est fermé hermétiquement ; la troisième (C, G, K), qu'il est dans des boîtes à couvercle emboîté ; et la quatrième (D, H, L), qu'il est dans des bocaux en verre à couvercle vissé.

Pour le conditionnement sous vide de chaque série de chaque expérience, 48 boîtes étaient remplies d'un miel identique, puis fermées. Un nombre égal de boîtes était utilisé pour la fermeture hermétique. Le grand nombre de récipients devait permettre des examens fréquents sur une longue durée de stockage. Comme on pouvait examiner le miel des boîtes à couvercle emboîté et des bocaux à couvercle vissé sans conséquence dommageable, on n'employait que 6 récipients par série pour ces deux types de conditionnement.

Les examens ont été réalisés aux dates indiquées dans les tableaux de résultats de chaque série. Il est extrêmement difficile d'apprécier avec exactitude les pourcentages de fermentation, de cristallisation, de séparation et d'autres phénomènes. En prévision de ces difficultés, on a tenté de fixer des critères de référence pour chaque caractéristique, et l'auteur s'est efforcé d'atteindre au moins une précision suffisante pour les comparaisons. Si les résultats d'un échantillon étaient quelque peu douteux, on ouvrait deux récipients ou davantage. Lorsque cela se produisait dans les séries sous vide, on enregistrait la valeur moyenne du vide, en pouces.

L'examen des échantillons à Chicago, le 14 mars 1930, a été effectué par des membres de la division de recherche de l'American Can Company, par le Dr E. F. Phillips de Cornell et par l'auteur. Les données ont été mises en tableaux par un employé de cette division de recherche. Malheureusement, certaines inexactitudes se sont produites, dues en grande partie à des différences dans la manière d'exprimer les résultats. Tous les relevés douteux ont été omis du présent mémoire.

Le vide, exprimé en pouces, était mesuré en introduisant un vacuomètre standard à travers le couvercle de chaque récipient, juste avant son ouverture. L'appareil était conçu pour fournir une mesure précise du vide sans passage d'air au point d'insertion.

Les expressions suivantes, assez imprécises, servent à décrire la taille des cristaux dans les échantillons de miel : très fins ; fins ; moyennement grossiers ; grossiers ; très grossiers.

Expériences sur différentes méthodes de conditionnement des miels

Pour déterminer l'effet possible des différentes méthodes de conditionnement sur la fermentation et la cristallisation des miels, on a conçu une série d'expériences faisant varier les conditions aussi largement que le permettait la pratique. Les caractéristiques des miels et les méthodes employées sont exposées dans les relevés qui suivent.

Expérience 1[2]

Le miel utilisé pour les séries A–D de l'expérience 1 provenait du trèfle blanc hollandais et du trèfle hybride ; sa densité relative était de 1,420. Il avait été produit dans le rucher de l'Ontario Agricultural

[2] Les termes employés pour décrire les miels, ici et ailleurs dans ce bulletin, sont définis comme suit :

Rayons non léchés (*wet combs*) : rayons stockés immédiatement après l'extraction jusqu'à la saison suivante, sans que les abeilles aient pu enlever la pellicule de miel adhérant aux parois des cellules.

Rayons léchés (*dry combs*) : rayons rendus aux abeilles après l'extraction afin qu'elles enlèvent tout miel adhérant encore aux parois des cellules.

Pompe à miel (*honey pump*) : pompe centrifuge servant à transporter le miel de l'extracteur vers de grandes cuves de stockage.

College, dans le comté de Wellington, en Ontario. Il avait été extrait de rayons non léchés et passé dans une pompe à miel le 17 août 1929. Ce miel n'avait pas été chauffé et était entièrement liquide lors de la mise en boîtes, le 17 août 1929.

Les séries E–H utilisaient également un miel de trèfle blanc hollandais et de trèfle hybride, de densité relative 1,434, produit dans le même rucher de l'Ontario Agricultural College, dans le comté de Wellington. Ce miel avait été extrait le 19 août 1929 de rayons léchés, entièrement operculés, et n'avait pas été pompé. Il avait été récolté au même moment et dans le même rucher que le miel des séries A–D. Il n'avait pas été chauffé et était entièrement liquide lors de la mise en boîtes, le 19 août 1929.

Les séries I–L utilisaient le même miel que les séries A–D. Avant la mise en boîtes, ce miel était entièrement cristallisé ; il fut liquéfié par chauffage à 130 °F pendant trente minutes. Il fut mis en boîtes encore chaud, le 24 septembre 1929.

Discussion

La fermentation n'a été observée que dans les séries A–D. La teneur en eau de ce miel étant anormalement élevée, on pouvait s'attendre à ce qu'il fermente. Lorsque la fermentation fut avancée, elle était présente avec les quatre modes de conditionnement. Dans les conditions humides de Guelph, le miel en verre et celui des boîtes à couvercle emboîté présentaient une fermentation plus avancée que le même miel fermé hermétiquement ou sous vide. À Ithaca, le miel en verre et celui des boîtes à couvercle emboîté présentaient une fermentation un peu moindre, peut-être en raison du dessèchement de leur surface. Au dernier examen, aucune fermentation n'était présente dans le miel des séries I–L. Ce miel était identique à celui des séries A–D, à cette différence près qu'il avait été chauffé à 130 °F pendant trente minutes. Dans ce cas, ce traitement avait apparemment suffi à détruire les levures tolérantes au sucre, empêchant ainsi la fermentation, ou la retardant au moins considérablement. Le miel des séries E–H ne présentait pas non plus de signe de fermentation. Il avait été produit dans le même rucher et au même moment que celui des séries A–D, mais sa teneur en eau était plus faible. Les résultats figurent au tableau 1.

La taille des cristaux et la vitesse de cristallisation étaient uniformes à l'intérieur de chacune des séries de l'expérience 1, mais différaient fortement entre les trois ensembles. Dans les séries A–D, le miel était entièrement cristallisé au début de septembre 1929 et les cristaux formés étaient petits. Dans les séries E–H, il ne fut entièrement cristallisé qu'à la mi-novembre 1929, et les cristaux étaient gros et grossiers. Le miel chauffé des séries I–L n'était cristallisé qu'à environ 50 % en février 1931, et ses cristaux étaient extrêmement grossiers.

Les données de l'expérience 1 indiquent que de petits cristaux se forment lorsque la cristallisation est rapide, tandis qu'une cristallisation retardée produit des cristaux plus gros et plus grossiers. La vitesse de cristallisation du miel influe donc manifestement directement sur la taille des cristaux formés.

Les miels des séries A–D et E–H étaient identiques, à cette différence près que le premier avait été extrait de rayons non léchés puis passé dans une pompe à miel, tandis que le second avait été extrait de rayons léchés et n'avait pas été pompé. Le miel des séries A–D cristallisa rapidement, tandis que celui des séries

Page originale 14

TABLE 1. CONDITION OF HONEYS UNDER VARIOUS METHODS OF PACKING AFTER VARIOUS TIME INTERVALS, EXPERIMENT 1

Date	Series	Type of closure	Vacuum inches	Approximate per cent of crystallization	Approximate type of crystallization	Fermented or not	Condition of honey surface	Stored and opened at
				I. Series A–D				
October 26, 1929....	A	Vacuum...	2	100.....	Very fine..	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	B	Hermetic..	.....	100.....	Very fine..	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	C	Friction...	.....	100.....	Very fine..	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	D	Glass.....	.....	100.....	Very fine..	No.....	Moist.....	Guelph
November 26, 1929..	A	Vacuum...	1	100.....	Very fine..	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	B	Hermetic..	.....	100.....	Very fine..	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	C	Friction...	.....	100.....	Very fine..	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	D	Glass.....	.....	100.....	Very fine..	No.....	Moist.....	Ithaca
November 28, 1929..	A	Vacuum...	0	100.....	Very fine..	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	B	Hermetic..	.....	100.....	Very fine..	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	C	Friction...	.....	100.....	Very fine..	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	D	Glass.....	.....	100.....	Very fine..	No.....	Moist.....	Guelph
December 29, 1929..	A	Vacuum...	1	100.....	Very fine..	No.....	Moist.....	Ithaca
December 29, 1929..	B	Hermetic..	.....	100.....	Very fine..	No.....	Moist.....	Ithaca
December 29, 1929..	C	Friction...	.....	100.....	Very fine..	No.....	Dry.....	Ithaca
December 29, 1929..	D	Glass.....	.....	100.....	Very fine..	No.....	Moist.....	Ithaca
February 14, 1930...	A	Vacuum...	0	100.....	Very fine..	No.....	Moist.....	Ithaca
February 14, 1930...	B	Hermetic..	.....	100.....	Very fine..	No.....	Moist.....	Ithaca
February 14, 1930...	C	Friction...	.....	100.....	Very fine..	No.....	Dry.....	Ithaca
February 14, 1930...	D	Glass.....	.....	100.....	Very fine..	No.....	Moist.....	Ithaca
March 14, 1930.....	A	Vacuum...	0	100.....	Very fine..	No.....	Moist.....	Chicago
March 14, 1930.....	B	Hermetic..	.....	100.....	Very fine..	No.....	Moist.....	Chicago
March 14, 1930.....	C	Friction...	.....	100.....	Very fine..	No.....	Moist.....	Chicago
March 14, 1930.....	D	Glass.....	.....	100.....	Very fine..	No.....	Moist.....	Chicago
May 23, 1930.....	A	Vacuum...	0	100.....	Very fine..	Yes.....	Moist.....	Ithaca
May 23, 1930.....	B	Hermetic..	.....	100.....	Very fine..	Yes.....	Moist.....	Ithaca
May 23, 1930.....	C	Friction...	.....	100.....	Very fine..	Slightly...	Dry.....	Ithaca
May 23, 1930.....	D	Glass.....	.....	100.....	Very fine..	Slightly...	Dry.....	Ithaca
June 4, 1930.....	A	Vacuum...	0	100.....	Very fine..	Yes.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	B	Hermetic..	.....	100.....	Very fine..	Yes.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	C	Friction...	.....	100.....	Very fine..	Yes.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	D	Glass.....	.....	100.....	Very fine..	Yes.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	A	Vacuum...	0	100.....	Very fine..	Yes.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	B	Hermetic..	.....	100.....	Very fine..	Yes.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	C	Friction...	.....	100.....	Very fine..	Yes.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	D	Glass.....	.....	100.....	Very fine..	Yes.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	A	Vacuum...	0	5% sep.*..	Very fine..	Yes.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	B	Hermetic..	.....	5% sep....	Very fine..	Yes.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	C	Friction...	.....	5% sep....	Very fine..	Yes.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	D	Glass.....	.....	5% sep....	Very fine..	Yes.....	Moist.....	Guelph
February 20, 1931...	A	Vacuum...	0	10% sep...	Very fine..	Yes.....	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	B	Hermetic..	.....	10% sep...	Very fine..	Yes.....	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	C	Friction...	.....	10% sep...	Very fine..	Yes.....	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	D	Glass.....	.....	10% sep...	Very fine..	Yes.....	Moist.....	Ithaca

* Separation: a term applied to crystallized honey which shows a liquid layer on the surface.

Tableau 1. État des miels selon différentes méthodes de conditionnement, après différentes durées — expérience 1. I. Séries A–D. Données originales en fac-similé.

Clé de lecture française — en-têtes : *Date* = date ; *Series* = série ; *Type of closure* = type de fermeture ; *Vacuum, inches* = vide, en pouces ; *Approximate per cent of crystallization* = pourcentage approximatif de cristallisation ; *Approximate type of crystallization* = type approximatif de cristallisation ; *Fermented or not* = fermentation présente ou absente ; *Condition of honey surface* = état de la surface du miel ; *Stored and opened at* = lieu de stockage et d'ouverture.

Fermetures : *Vacuum* = sous vide ; *Hermetic* = hermétique ; *Friction* = couvercle emboîté ; *Glass* = récipient en verre à couvercle vissé.

Termes du tableau : *Very fine* = très fine ; *No* = non ; *Yes* = oui ; *Slightly* = légèrement ; *Moist* = humide ; *Dry* = sèche ; *sep.* = séparation.

Dates : les dates du fac-similé sont dans l'ordre mois, jour, année. *October* = octobre ; *November* = novembre ; *December* = décembre ; *February* = février ; *March* = mars ; *May* = mai ; *June* = juin ; *September* = septembre. Les noms des lieux sont conservés.

* **Séparation :** terme appliqué au miel cristallisé présentant une couche liquide à la surface.

TABLE 1 (*continued*)

Date	Series	Type of closure	Vacuum inches	Approximate per cent of crystallization	Approximate type of crystallization	Fermented or not	Condition of honey surface	Stored and opened at
				II. Series E–H				
October 26, 1929....	E	Vacuum...	12	80.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	F	Hermetic..	.....	80.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	G	Friction...	.....	80.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	H	Glass.....	.....	80.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
November 26, 1929..	E	Vacuum...	18	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	F	Hermetic..	.....	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	G	Friction...	.....	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	H	Glass.....	.....	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 28, 1929..	E	Vacuum...	8	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	F	Hermetic..	.....	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	G	Friction...	.....	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	H	Glass.....	.....	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
December 29, 1929..	E	Vacuum...	10	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Ithaca
December 29, 1929..	F	Hermetic..	.....	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Ithaca
December 29, 1929..	G	Friction..	.....	100.....	Coarse....	No.....	Dry.....	Ithaca
December 29, 1929..	H	Glass.....	.....	100.....	Coarse....	No.....	Drying....	Ithaca
February 14, 1930...	E	Vacuum...	13	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Ithaca
February 14, 1930...	F	Hermetic..	.....	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Ithaca
February 14, 1930...	G	Friction ..	.....	100.....	Coarse....	No.....	Dry.....	Ithaca
February 14, 1930...	H	Glass.....	.....	100.....	Coarse....	No.....	Dry.....	Ithaca
March 14, 1930.....	E	Vacuum...	5	100.....	Coarse...	No.....	Dry.....	Chicago
March 14, 1930.....	F	Hermetic..	.....	100.....	Coarse....	No.....	Dry.....	Chicago
March 14, 1930.....	G	Friction...	.....	100.....	Coarse....	No.....	Dry.....	Chicago
March 14, 1930.....	H	Glass.....	.....	100.....	Coarse....	No.....	Dry.....	Chicago
May 23, 1930.....	E	Vacuum...	9	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Ithaca
May 23, 1930.....	F	Hermetic..	.....	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Ithaca
May 23, 1930.....	G	Friction...	.....	100.....	Coarse....	No.....	Very dry..	Ithaca
May 23, 1930.....	H	Glass.....	.....	100.....	Coarse....	No.....	Very dry..	Ithaca
June 4, 1930.....	E	Vacuum...	3	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	F	Hermetic..	.....	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	G	Friction...	.....	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	H	Glass.....	.....	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	E	Vacuum...	8	100.....	Coarse. ..	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	F	Hermetic..	.....	100.....	Coarse. ..	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	G	Friction...	.....	100.....	Coarse. ..	No.....	Very moist	Guelph
September 2, 1930...	H	Glass.....	.....	100.....	Coarse....	No.....	Very moist	Guelph
February 9, 1931....	E	Vacuum...	0	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	F	Hermetic..	.....	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	G	Friction...	.....	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelpn
February 9, 1931....	H	Glass.....	.....	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
February 20, 1931...	E	Vacuum...	0	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	F	Hermetic..	.....	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	G	Friction...	.....	100.....	Coarse....	No.....	Dry.....	Ithaca
February 20, 1931...	H	Glass.....	.....	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Ithaca

Tableau 1. État des miels selon différentes méthodes de conditionnement, après différentes durées — expérience 1. Suite. II. Séries E–H. Données originales en fac-similé.

Clé de lecture française — en-têtes : *Date* = date ; *Series* = série ; *Type of closure* = type de fermeture ; *Vacuum, inches* = vide, en pouces ; *Approximate per cent of crystallization* = pourcentage approximatif de cristallisation ; *Approximate type of crystallization* = type approximatif de cristallisation ; *Fermented*

or not = fermentation présente ou absente ; *Condition of honey surface* = état de la surface du miel ; *Stored and opened at* = lieu de stockage et d'ouverture.

Fermetures : *Vacuum* = sous vide ; *Hermetic* = hermétique ; *Friction* = couvercle emboîté ; *Glass* = récipient en verre à couvercle vissé.

Termes du tableau : *Coarse* = grossière ; *No* = non ; *Moist* = humide ; *Dry* = sèche ; *Drying* = en cours de dessèchement ; *Very dry* = très sèche ; *Very moist* = très humide.

Dates : les dates du fac-similé sont dans l'ordre mois, jour, année. *October* = octobre ; *November* = novembre ; *December* = décembre ; *February* = février ; *March* = mars ; *May* = mai ; *June* = juin ; *September* = septembre. Les noms des lieux sont conservés.

Page originale 16

TABLE 1 (*concluded*)

Date	Series	Type of closure	Vacuum inches	Approximate per cent of crystallization	Approximate type of crystallization	Fermented or not	Condition of honey surface	Stored and opened at
III. Series I–L								
October 26, 1929....	I	Vacuum...	21	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	J	Hermetic..	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	K	Friction...	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	L	Glass.....	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 26, 1929..	I	Vacuum...	8	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	J	Hermetic..	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	K	Friction...	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	L	Glass.....	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 28, 1929..	I	Vacuum...	19	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	J	Hermetic..	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	K	Friction...	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	L	Glass.....	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
December 29, 1929..	I	Vacuum...	13	10.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
December 29, 1929..	J	Hermetic..	.....	10.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
December 29, 1929..	K	Friction...	.....	10.....	Very coarse	No.....	Drying....	Ithaca
December 29, 1929..	L	Glass.....	.....	10.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
February 14, 1930...	I	Vacuum...	16	20.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
February 14, 1930...	J	Hermetic..	.....	20.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
February 14, 1930...	K	Friction...	.....	20.....	Very coarse	No.....	Dry.....	Ithaca
February 14, 1930...	L	Glass.....	.....	20.....	Very coarse	No.....	Drying....	Ithaca
March 14, 1930.....	I	Vacuum...	22	Incomplete	Very coarse	No.....	Moist.....	Chicago
March 14, 1930.....	J	Hermetic..	.....	Incomplete	Very coarse	No.....	Moist.....	Chicago
March 14, 1930.....	K	Friction...	.....	Incomplete	Very coarse	No.....	Moist.....	Chicago
March 14, 1930.....	L	Glass.....	.....	Incomplete	Very coarse	No.....	Moist.....	Chicago
May 23, 1930.....	I	Vacuum...	20	30.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
May 23, 1930.....	J	Hermetic..	.....	30.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
May 23, 1930.....	K	Friction...	.....	30.....	Very coarse	No.....	Very dry..	Ithaca
May 23, 1930.....	L	Glass.....	.....	30.....	Very coarse	No.....	Dry.....	Ithaca
June 4, 1930.....	I	Vacuum...	19	30.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	J	Hermetic..	.....	30.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	K	Friction...	.....	30.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	L	Glass.....	.....	30.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	I	Vacuum...	18	40.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	J	Hermetic..	.....	40.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	K	Friction...	.....	40.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	L	Glass.....	.....	40.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	I	Vacuum...	18	50.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	J	Hermetic..	.....	50.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	K	Friction...	.....	50.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	L	Glass.....	.....	50.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
February 20, 1931...	I	Vacuum...	16	50.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	J	Hermetic..	.....	50.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	K	Friction...	.....	50.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	L	Glass.....	.....	50.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca

Tableau 1. État des miels selon différentes méthodes de conditionnement, après différentes durées — expérience 1. Fin. III. Séries I–L. Données originales en fac-similé.

Clé de lecture française — en-têtes : *Date* = date ; *Series* = série ; *Type of closure* = type de fermeture ; *Vacuum, inches* = vide, en pouces ; *Approximate per cent of crystallization* = pourcentage approximatif

de cristallisation ; *Approximate type of crystallization* = type approximatif de cristallisation ; *Fermented or not* = fermentation présente ou absente ; *Condition of honey surface* = état de la surface du miel ; *Stored and opened at* = lieu de stockage et d'ouverture.

Fermetures : *Vacuum* = sous vide ; *Hermetic* = hermétique ; *Friction* = couvercle emboîté ; *Glass* = récipient en verre à couvercle vissé.

Termes du tableau : *Incomplete* = incomplète ; *Very coarse* = très grossière ; *No* = non ; *Moist* = humide ; *Drying* = en cours de dessèchement ; *Dry* = sèche ; *Very dry* = très sèche.

Dates : les dates du fac-similé sont dans l'ordre mois, jour, année. *October* = octobre ; *November* = novembre ; *December* = décembre ; *February* = février ; *March* = mars ; *May* = mai ; *June* = juin ; *September* = septembre. Les noms des lieux sont conservés.

Page originale 17

E–H cristallisa assez lentement et donna des cristaux plus gros et plus grossiers. Il est assez difficile d'expliquer cette différence de cristallisation entre les deux ensembles. Le miel des séries E–H avait une densité relative élevée, mais d'autres échantillons montrent que des miels très concentrés peuvent eux aussi cristalliser rapidement et former de petits cristaux. Les proportions relatives des différents sucres du miel peuvent influer sur la vitesse de cristallisation, mais les deux lots dont il est question devraient être identiques de ce point de vue.

Comme il a déjà été indiqué, le miel des séries A–D avait été extrait de rayons non léchés et passé dans une pompe à miel, tandis que celui des séries E–H avait été extrait de rayons léchés et n'avait pas été pompé. Il est possible que la pellicule de miel adhérant aux parois des cellules des rayons non léchés après l'extraction ait cristallisé pendant l'hiver. Lorsque ces rayons ont été remplis de nouveau par les abeilles, puis le miel extrait la saison suivante, cette pellicule de miel cristallisé a pu introduire dans le miel un grand nombre de petits cristaux, ce qui devait accélérer la cristallisation. La fragmentation des cristaux présents par l'action mécanique de la pompe à miel peut également l'avoir accélérée.

Une légère séparation était présente dans les séries A–D de l'expérience 1. Le terme « séparation » s'applique habituellement aux miels cristallisés qui n'ont pas été chauffés et présentent ultérieurement une couche liquide à la surface. La limite entre la couche liquide et la couche cristallisée est généralement nette et bien définie. Les miels chauffés, puis traités de manière à provoquer la formation de petits cristaux, peuvent aussi présenter une telle séparation ; en revanche, les miels chauffés qui ne subissent pas ce traitement présentent rarement une séparation caractéristique. Les cristaux des miels chauffés sont habituellement gros : ils se déposent au fond du récipient ou restent suspendus dans le miel liquide en voiles floconneux, et la limite entre les fractions liquide et cristallisée est rarement nette. En février 1931, les échantillons des séries A–D ouverts à Guelph présentaient une séparation de 5 %, contre 10 % à Ithaca. Les miels d'Ithaca avaient été conservés à une température plus élevée que ceux de Guelph, et leur fermentation était plus avancée. Puisque la séparation était elle aussi plus avancée à Ithaca, on peut penser qu'elle est liée à la fermentation, soit comme facteur favorisant celle-ci, soit comme conséquence.

Dans les séries A et E, le vide avait disparu ou s'était fortement réduit. On peut s'attendre à une perte de vide lorsqu'une fermentation se produit ; mais, comme le vide avait disparu ou fortement diminué peu après la fermeture du miel et bien avant le début de la fermentation, une autre explication est nécessaire. Les miels des séries A et E n'avaient pas été chauffés, tandis que celui de la série I l'avait été. Il semblerait donc que le vide disparaisse ou diminue fortement dans les miels non chauffés, mais se conserve davantage dans les miels chauffés. Les miels non chauffés peuvent contenir de nombreuses petites bulles d'air ; le chauffage en chasse au moins une partie. Il est possible que les miels des séries A et E aient contenu beaucoup de petites bulles d'air au moment de leur fermeture et que, avec le temps, ces bulles aient été progressivement attirées vers la surface, entraînant ainsi une diminution ou une disparition complète du vide.

Une diminution du vide a été remarquée dans les échantillons de miel non chauffé en novembre 1929. Pour vérifier l'efficacité de la machine à vide, 15 récipients vides ont été fermés sous un vide de 27 pouces. Ils furent ouverts à Guelph en février 1931 : 12 d'entre eux conservaient un vide supérieur à 20 pouces, et les 3 autres un vide supérieur à 10 pouces. La perte de vide ne semblait donc pas entièrement imputable à un défaut de la machine ou des récipients.

Pour déterminer l'effet du vide sur l'extraction des bulles d'air d'un miel froid non chauffé, on a conduit l'expérience suivante. Plusieurs échantillons de miel ont été placés dans des récipients ouverts sous un vide de 27 pouces pendant des durées variables, allant jusqu'à une heure. Juste avant de soumettre les miels au vide, on mesurait la profondeur de deux ou trois bulles d'air bien visibles. On a constaté qu'elles remontaient progressivement vers la surface, mais lentement. Il semblerait donc que la perte de vide résulte principalement de la remontée des bulles d'air dans le miel non chauffé, plutôt que d'un défaut de la machine ou des récipients.

Les résultats de l'expérience 1 indiquent que le type de fermeture a peu ou pas d'effet sur la vitesse ou le type de cristallisation, et qu'il joue un rôle mineur dans la maîtrise de la fermentation, sauf lorsque le miel est stocké en atmosphère humide. La propriété hygroscopique du miel était manifeste : à Guelph, dans des conditions humides, les échantillons en verre et en boîtes à couvercle emboîté présentaient une fermentation légèrement plus avancée que les miels fermés sous vide ou hermétiquement. Les échantillons en verre et en boîtes à couvercle emboîté stockés à Ithaca, dans des conditions sèches, montraient un dessèchement considérable de leur surface. Ce dessèchement, tout en tendant à masquer les signes apparents de fermentation, rendait la surface du miel plastique et lui donnait une consistance épaisse indésirable.

Expérience 2

Le miel des séries E–H de l'expérience 2 provenait du mélilot blanc, avait une densité relative de 1,431 et avait été produit dans le comté de Simcoe, en Ontario. Il avait été extrait de rayons léchés le 2 septembre 1929 et n'avait pas été pompé. Il n'avait pas été chauffé et était entièrement liquide lors de la mise en boîtes, le 17 septembre 1929.

Les séries M–P utilisaient le même miel que les séries E–H. Le miel était entièrement liquide, mais fut chauffé à 130 °F et maintenu à cette température pendant trente minutes avant sa mise en boîtes, le 24 septembre 1929.

Discussion

L'expérience 2 reproduisait pratiquement l'expérience 1, à cette différence près qu'on utilisait un miel de mélilot blanc produit dans une autre localité, au lieu d'un miel de trèfle blanc hollandais et de trèfle hybride. Les résultats de l'expérience 2 sont presque identiques à ceux de l'expérience 1 et apportent un appui utile à certaines conclusions provisoires tirées de cette dernière. Ils figurent au tableau 2.

Page originale 19

TABLE 2. Condition of Honeys under Various Methods of Packing after Various Time Intervals, Experiment 2

Date	Series	Type of closure	Vacuum inches	Approximate per cent of crystallization	Approximate type of crystallization	Fermented or not	Condition of honey surface	Stored and opened at
			I. Series E–H					
October 26, 1929....	E	Vacuum...	3	60.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	F	Hermetic..	.,....	60.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	G	Friction...	.....	80.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	H	Glass.....	.....	60.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
November 26, 1929..	E	Vacuum...	4	80.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	F	Hermetic..	.....	80.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	G	Friction...	.....	90.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	H	Glass.....	.....	80.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 28, 1929..	E	Vacuum...	0	90.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	F	Hermetic..	.....	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	G	Friction...	.....	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	H	Glass.....	.....	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
December 29, 1929..	E	Vacuum...	2	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Ithaca
December 29, 1929..	F	Hermetic..	.....	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Ithaca
December 29, 1929..	G	Friction...	.....	100.....	Coarse....	No.....	Drying....	Ithaca
December 29, 1929..	H	Glass.....	.....	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Ithaca
February 14, 1930...	E	Vacuum...	0	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Ithaca
February 14, 1930...	F	Hermetic..	.....	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Ithaca
February 14, 1930...	G	Friction...	.....	100.....	Coarse....	No.....	Dry.....	Ithaca
February 14, 1930...	H	Glass.....	.....	100.....	Coarse....	No.....	Drying....	Ithaca
March 14, 1930.....	E	Vacuum...	0	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Chicago
March 14, 1930.....	F	Hermetic.	.....	100.....	Coarse....	No.....	Drying....	Chicago
March 14, 1930.....	G	Friction...	.....	100.....	Coarse....	No.....	Drying....	Chicago
March 14, 1930.....	H	Glass.....	.....	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Chicago
May 23, 1930.....	E	Vacuum...	1	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Ithaca
May 23, 1930.....	F	Hermetic..	.....	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Ithaca
May 23, 1930.....	G	Friction...	.....	100.....	Coarse....	No.....	Dry.....	Ithaca
May 23, 1930.....	H	Glass.....	.....	100.....	Coarse....	No.....	Dry.....	Ithaca
June 4, 1930.....	E	Vacuum...	0	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	F	Hermetic..	.....	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	G	Friction...	.....	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	H	Glass.....	.....	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	E	Vacuum...	0	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	F	Hermetic..	.....	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	G	Friction...	.....	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	H	Glass.....	.....	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	E	Vacuum...	0	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	F	Hermetic..	.....	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	G	Friction...	.....	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	H	Glass.....	.....	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
February 20, 1931...	E	Vacuum...	0	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	F	Hermetic..	.....	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	G	Friction...	.....	100.....	Coarse....	No.....	Dry.....	Ithaca
February 20, 1931...	H	Glass.....	.....	100.....	Coarse....	No.....	Dry.....	Ithaca

Tableau 2. État des miels selon différentes méthodes de conditionnement, après différentes durées — expérience 2. I. Séries E–H. Données originales en fac-similé.

Clé de lecture française — en-têtes : *Date* = date ; *Series* = série ; *Type of closure* = type de fermeture ; *Vacuum, inches* = vide, en pouces ; *Approximate per cent of crystallization* = pourcentage approximatif

de cristallisation ; *Approximate type of crystallization* = type approximatif de cristallisation ; *Fermented or not* = fermentation présente ou absente ; *Condition of honey surface* = état de la surface du miel ; *Stored and opened at* = lieu de stockage et d'ouverture.

Fermetures : *Vacuum* = sous vide ; *Hermetic* = hermétique ; *Friction* = couvercle emboîté ; *Glass* = récipient en verre à couvercle vissé.

Termes du tableau : *Coarse* = grossière ; *No* = non ; *Moist* = humide ; *Drying* = en cours de dessèchement ; *Dry* = sèche.

Dates : les dates du fac-similé sont dans l'ordre mois, jour, année. *October* = octobre ; *November* = novembre ; *December* = décembre ; *February* = février ; *March* = mars ; *May* = mai ; *June* = juin ; *September* = septembre. Les noms des lieux sont conservés.

Page originale 20

TABLE 2 (*concluded*)

Date	Series	Type of closure	Vacuum inches	Approximate per cent of crystallization	Approximate type of crystallization	Fermented or not	Condition of honey surface	Stored and opened at
				II. Series M–P				
October 26, 1929....	M	Vacuum...	22	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	N	Hermetic..	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	O	Friction...	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	P	Glass.....	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 26, 1929..	M	Vacuum...	16	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	N	Hermetic..	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	O	Friction...	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	P	Glass.....	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 28, 1929..	M	Vacuum...	18	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	N	Hermetic..	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	O	Friction...	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	P	Glass.....	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
December 29, 1929..	M	Vacuum...	21	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
December 29, 1929..	N	Hermetic..	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
December 29, 1929..	O	Friction...	.....	0.....	.....	No.....	Drying....	Ithaca
December 29, 1929..	P	Glass.....	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
February 14, 1930...	M	Vacuum...	14	10.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
February 14, 1930...	N	Hermetic..	....	10.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
February 14, 1930...	O	Friction...	.....	20.....	Very coarse	No.....	Dry.....	Ithaca
February 14, 1930...	P	Glass.....	.....	10.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
March 14, 1930.....	M	Vacuum...	16	50.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Chicago
March 14, 1930.....	N	Hermetic..	.....	Slight.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Chicago
March 14, 1930.....	O	Friction...	.....	25.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Chicago
March 14, 1930.....	P	Glass.....	.....	25.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Chicago
May 25, 1930.....	M	Vacuum...	21	20.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
May 25, 1930.....	N	Hermetic..	.....	20.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
May 25, 1930.....	O	Friction...	.....	40.....	Very coarse	No.....	Dry.....	Ithaca
May 25, 1930.....	P	Glass.....	.....	20.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
June 4, 1930.....	M	Vacuum...	8	50.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	N	Hermetic..	.....	50.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	O	Friction...	.....	60.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	P	Glass.....	.....	60.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	M	Vacuum...	19	70.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	N	Hermetic..	.....	70.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	O	Friction...	.....	80.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	P	Glass.....	.....	80.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	M	Vacuum...	17	90.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	N	Hermetic..	.....	90.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
February 9. 1931....	O	Friction...	.....	90.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	P	Glass.....	.....	90.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
February 20, 1931...	M	Vacuum...	9	80.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	N	Hermetic..	.....	80.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	O	Friction...	.....	80.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	P	Glass.....	.....	80.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca

Tableau 2. État des miels selon différentes méthodes de conditionnement, après différentes durées — expérience 2. Fin. II. Séries M–P. Données originales en fac-similé.

Clé de lecture française — en-têtes : *Date* = date ; *Series* = série ; *Type of closure* = type de fermeture ; *Vacuum, inches* = vide, en pouces ; *Approximate per cent of crystallization* = pourcentage approximatif

de cristallisation ; *Approximate type of crystallization* = type approximatif de cristallisation ; *Fermented or not* = fermentation présente ou absente ; *Condition of honey surface* = état de la surface du miel ; *Stored and opened at* = lieu de stockage et d'ouverture.

Fermetures : *Vacuum* = sous vide ; *Hermetic* = hermétique ; *Friction* = couvercle emboîté ; *Glass* = récipient en verre à couvercle vissé.

Termes du tableau : *Slight* = faible ; *Very coarse* = très grossière ; *No* = non ; *Moist* = humide ; *Drying* = en cours de dessèchement ; *Dry* = sèche.

Dates : les dates du fac-similé sont dans l'ordre mois, jour, année. *October* = octobre ; *November* = novembre ; *December* = décembre ; *February* = février ; *March* = mars ; *May* = mai ; *June* = juin ; *September* = septembre. Les noms des lieux sont conservés.

Comme dans l'expérience 1, les échantillons en verre et en boîtes à couvercle emboîté étaient de qualité inférieure à ceux fermés hermétiquement ou sous vide. À Guelph, dans des conditions humides, ils absorbaient de l'humidité ; à Ithaca, où l'humidité était faible, la surface du miel se desséchait. Tous les récipients en verre ou à couvercle emboîté ne présentaient pas ces phénomènes d'absorption et d'évaporation d'eau, mais, dans la plupart des cas, la fermeture n'était pas assez étanche pour supprimer les effets des variations de l'humidité atmosphérique.

Dans l'expérience 2 comme dans l'expérience 1, le chauffage retardait la cristallisation, ce qui rendait les cristaux plus gros et plus grossiers. Le miel non chauffé des séries E–H était entièrement cristallisé en décembre 1929 ; sa cristallisation avait toutefois été relativement lente et les cristaux formés étaient grossiers. Le miel des séries M–P était le même que celui des séries E–H, à cette différence près qu'il avait été chauffé ; les cristaux formés étaient gros et grossiers.

Le vide avait également disparu dans les échantillons non chauffés de la série E, tandis que le miel chauffé de la série M conservait plusieurs pouces de vide. Ces résultats confirment ceux de l'expérience 1 et renforcent l'hypothèse selon laquelle les bulles d'air sont progressivement extraites du miel non chauffé, entraînant une diminution du vide.

Le comportement presque identique du miel de mélilot blanc de l'expérience 2 et du miel de trèfle blanc hollandais et de trèfle hybride de l'expérience 1 laisse supposer une similitude de comportement physique, notamment en ce qui concerne la cristallisation.

Expérience 3

Le miel des séries A–D de l'expérience 3 était un miel de sarrasin, de densité relative 1,414, produit dans le comté de Norfolk, en Ontario. Il avait été extrait de rayons non léchés le 20 septembre 1929 et n'avait pas été pompé. Il n'avait pas été chauffé et était entièrement liquide lors de la mise en boîtes, le 23 septembre 1929.

Les séries I–L utilisaient le même miel que les séries A–D. Aucune cristallisation n'était visible avant la mise en boîtes. Le miel fut chauffé à 130 °F pendant trente minutes, puis mis en boîtes encore chaud, le 23 septembre 1929.

Discussion

Les résultats obtenus avec le miel de sarrasin de l'expérience 3 étaient très semblables à ceux obtenus avec le miel de trèfle blanc hollandais et de trèfle hybride de l'expérience 1 et avec le miel de mélilot blanc de l'expérience 2. Cela apporte un appui supplémentaire à l'idée que les propriétés physiques de la plupart des miels peuvent être similaires. Les résultats figurent au tableau 3.

On remarquera que, dans l'expérience 3 également, la fermeture des récipients en verre et des boîtes à couvercle emboîté ne suffisait pas à maîtriser les effets des changements d'humidité. Le miel contenu dans ces récipients était de qualité inférieure au miel fermé hermétiquement ou sous vide.

Une légère fermentation fut observée dans le miel non chauffé des séries A–D ; elle était absente du même miel utilisé dans les séries I–L, qui avait été chauffé à 130 °F pendant trente minutes. Ici encore, le chauffage appliqué avait suffi à empêcher la fermentation.

Page originale 22

TABLE 3. CONDITION OF HONEYS UNDER VARIOUS METHODS OF PACKING AFTER VARIOUS TIME INTERVALS, EXPERIMENT 3

Date	Series	Type of closure	Vacuum inches	Approximate per cent of crystallization	Approximate type of crystallization	Fermented or not	Condition of honey surface	Stored and opened at
				I. Series A–D				
October 26, 1929....	A	Vacuum...	4	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	B	Hermetic..	.....	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	C	Friction...	.....	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	D	Glass.....	.....	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 26, 1929..	A	Vacuum...	1	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	B	Hermetic..	.....	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	C	Friction...	.....	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	D	Glass.....	.....	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 28, 1929..	A	Vacuum...	0	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	B	Hermetic..	.....	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	C	Friction...	.....	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	D	Glass.....	.....	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Guelph
December 29, 1929..	A	Vacuum...	2	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Ithaca
December 29, 1929..	B	Hermetic..	.....	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Ithaca
December 29, 1929..	C	Friction...	.....	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Ithaca
December 29, 1929..	D	Glass.....	.....	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Ithaca
February 14, 1930...	A	Vacuum...	0	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Ithaca
February 14, 1930...	B	Hermetic..	.....	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Ithaca
February 14, 1930...	C	Friction...	.....	100.....	Fine.....	No.....	Dry.....	Ithaca
February 14, 1930...	D	Glass.....	.....	100.....	Fine.....	No.....	Drying....	Ithaca
March 14, 1930.....	A	Vacuum...	0	.....*	.....*	No.....	.....*	Chicago
March 14, 1930.....	B	Hermetic..	.....	.....*	.....*	No.....	Dry.....	Chicago
March 14, 1930.....	C	Friction...	.....	.....*	.....*	No.....	Dry.....	Chicago
March 14, 1930.....	D	Glass.....	.....	.....*	.....*	No.....	Dry.....	Chicago
May 23, 1930.....	A	Vacuum...	1	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Ithaca
May 23, 1930.....	B	Hermetic..	.....	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Ithaca
May 23, 1930.....	C	Friction...	.....	100.....	Fine.....	No.....	Dry.....	Ithaca
May 23, 1930.....	D	Glass.....	.....	100.....	Fine.....	No.....	Dry.....	Ithaca
June 4, 1930.....	A	Vacuum...	0	5% sep. †..	Fine.....	No.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	B	Hermetic..	.....	5% sep....	Fine.....	No.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	C	Friction...	.....	5% sep....	Fine.....	No.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	D	Glass.....	.....	5% sep....	Fine.....	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	A	Vacuum...	0	5% sep....	Fine.....	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	B	Hermetic.	.....	5% sep....	Fine.....	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	C	Friction...	.....	5% sep....	Fine.....	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	D	Glass.....	.....	5% sep....	Fine.....	No.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	A	Vacuum...	0	5% sep....	Fine.....	Slightly...	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	B	Hermetic..	.....	5% sep....	Fine.....	Slightly...	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	C	Friction...	.....	5% sep....	Fine.....	Slightly...	Moist.....	Guelph
February 9. 1931....	D	Glass.....	.....	5% sep....	Fine.....	Slightly...	Moist.....	Guelph
February 20, 1931...	A	Vacuum...	0	10% sep...	Fine.....	Slightly...	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	B	Hermetic..	.....	10% sep...	Fine.....	Slightly...	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	C	Friction...	.....	10% sep...	Fine.....	Slightly...	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	D	Glass.....	.....	10% sep...	Fine.....	Slightly...	Moist.....	Ithaca

*Incomplete.
† Separation: a term applied to crystallized honey which shows a liquid layer on the surface.

Tableau 3. État des miels selon différentes méthodes de conditionnement, après différentes durées — expérience 3. I. Séries A–D. Données originales en fac-similé.

Clé de lecture française — en-têtes : *Date* = date ; *Series* = série ; *Type of closure* = type de fermeture ; *Vacuum, inches* = vide, en pouces ; *Approximate per cent of crystallization* = pourcentage approximatif de cristallisation ; *Approximate type of crystallization* = type approximatif de cristallisation ; *Fermented or not* = fermentation présente ou absente ; *Condition of honey surface* = état de la surface du miel ; *Stored and opened at* = lieu de stockage et d'ouverture.

Fermetures : *Vacuum* = sous vide ; *Hermetic* = hermétique ; *Friction* = couvercle emboîté ; *Glass* = récipient en verre à couvercle vissé.

Termes du tableau : *Fine* = fine ; *No* = non ; *Slightly* = légèrement ; *Moist* = humide ; *Dry* = sèche ; *Drying* = en cours de dessèchement ; *sep.* = séparation.

Dates : les dates du fac-similé sont dans l'ordre mois, jour, année. *October* = octobre ; *November* = novembre ; *December* = décembre ; *February* = février ; *March* = mars ; *May* = mai ; *June* = juin ; *September* = septembre. Les noms des lieux sont conservés.

* Incomplet. † **Séparation :** terme appliqué au miel cristallisé présentant une couche liquide à la surface.

Page originale 23

TABLE 3 (*concluded*)

Date	Series	Type of closure	Vacuum inches	Approximate per cent of crystallization	Approximate type of crystallization	Fermented or not	Condition of honey surface	Stored and opened at
				II. Series I–L				
October 26, 1929....	I	Vacuum...	22	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	J	Hermetic..	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	K	Friction...	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	L	Glass.....	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 26, 1929..	I	Vacuum...	19	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	J	Hermetic..	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	K	Friction...	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	L	Glass.....	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 28, 1929..	I	Vacuum...	21	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	J	Hermetic..	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	K	Friction...	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	L	Glass.....	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
December 29, 1929..	I	Vacuum...	17	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
December 29, 1929..	J	Hermetic..	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
December 29, 1929..	K	Friction...	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
December 29, 1929..	L	Glass.....	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
February 13, 1930...	I	Vacuum...	13	5.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
February 13, 1930...	J	Hermetic..	.....	5.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
February 13, 1930...	K	Friction...	.....	5.....	Very coarse	No.....	Drying....	Ithaca
February 13, 1930...	L	Glass.....	.....	5.....	Very coarse	No.....	Drying....	Ithaca
March 14, 1930.....	I	Vacuum...	14	.....*	Very coarse	No.....	.....*	Chicago
March 14, 1930.....	J	Hermetic..	.....	.....*	Very coarse	No.....	.....*	Chicago
March 14, 1930.....	K	Friction...	.....	.....*	Very coarse	No.....	.....*	Chicago
March 14, 1930.....	L	Glass.....	.....	.....*	Very coarse	No.....	.....*	Chicago
May 23, 1930.....	I	Vacuum...	16	5.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
May 23, 1930.....	J	Hermetic..	.....	5.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
May 23, 1930.....	K	Friction...	.....	5.....	Very coarse	No.....	Dry.....	Ithaca
May 23, 1930.....	L	Glass.....	.....	5.....	Very coarse	No.....	Dry.....	Ithaca
June 4, 1930.....	I	Vacuum...	21	10.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	J	Hermetic..	.....	10.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	K	Friction...	.....	10.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	L	Glass.....	.....	10.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	I	Vacuum...	20	15.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	J	Hermetic..	.....	15.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	K	Friction...	.....	15.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	L	Glass.....	.....	15.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	I	Vacuum...	15	30.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	J	Hermetic..	.....	30.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	K	Friction...	.....	30.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	L	Glass.....	.....	30.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
February 20, 1931...	I	Vacuum...	10	20.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	J	Hermetic..	.....	20.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	K	Friction...	.....	20.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	L	Glass.....	.....	20.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca

*Incomplete.

Tableau 3. État des miels selon différentes méthodes de conditionnement, après différentes durées — expérience 3. Fin. II. Séries I–L. Données originales en fac-similé.

Clé de lecture française — en-têtes : *Date* = date ; *Series* = série ; *Type of closure* = type de fermeture ; *Vacuum, inches* = vide, en pouces ; *Approximate per cent of crystallization* = pourcentage approximatif

de cristallisation ; *Approximate type of crystallization* = type approximatif de cristallisation ; *Fermented or not* = fermentation présente ou absente ; *Condition of honey surface* = état de la surface du miel ; *Stored and opened at* = lieu de stockage et d'ouverture.

Fermetures : *Vacuum* = sous vide ; *Hermetic* = hermétique ; *Friction* = couvercle emboîté ; *Glass* = récipient en verre à couvercle vissé.

Termes du tableau : *Very coarse* = très grossière ; *No* = non ; *Moist* = humide ; *Drying* = en cours de dessèchement ; *Dry* = sèche.

Dates : les dates du fac-similé sont dans l'ordre mois, jour, année. *October* = octobre ; *November* = novembre ; *December* = décembre ; *February* = février ; *March* = mars ; *May* = mai ; *June* = juin ; *September* = septembre. Les noms des lieux sont conservés.

* Incomplet.

Le miel non chauffé des séries A–D cristallisa rapidement en formant de petits cristaux, tandis que le même miel, chauffé dans les séries I–L, cristallisa lentement en formant de gros cristaux. Cela indique à nouveau qu'une cristallisation retardée produit de gros cristaux. Il est intéressant de noter que le miel non chauffé des séries A–D, qui formait de petits cristaux, avait été extrait de rayons non léchés mais n'avait pas été passé dans une pompe à miel. Un nombre suffisant

de cristaux avait apparemment été apporté par les rayons non léchés pour accélérer la cristallisation, sans qu'une action mécanique de la pompe fût nécessaire.

Comme les miels de sarrasin forment assez couramment de petits cristaux, l'explication suivante peut éclairer ce phénomène. Après l'extraction du miel de trèfle, les rayons non léchés sont habituellement remis dans les ruches pour que les abeilles les remplissent de miel de sarrasin. Ces rayons, dont le miel de trèfle a été extrait, apportent peut-être suffisamment de cristaux pour accélérer la cristallisation du miel de sarrasin et y faire apparaître de petits cristaux.

Une séparation a été observée dans les séries A–D en juin 1930, mais aucune fermentation n'a pu être décelée avant février 1931. Il est difficile de détecter une légère fermentation dans le miel de sarrasin, et, même en février 1931, on ne pouvait affirmer avec certitude qu'il y avait fermentation. Il est toutefois assez certain qu'aucune fermentation n'était présente en juin 1930, alors qu'une séparation de 5 % était déjà observée. Il semble donc que la séparation puisse précéder la fermentation, bien qu'elle se produise généralement dans des miels de faible densité relative où une fermentation est présente.

Peu après la fermeture du miel, le vide avait disparu ou fortement diminué dans les miels non chauffés de la série A, tandis que plusieurs pouces de vide se maintenaient dans la série L. Cela indique une fois encore que les bulles d'air attirées hors du miel froid non chauffé par le vide situé au-dessus peuvent réduire ce vide ou le faire disparaître complètement. En février 1931, une légère fermentation a été détectée dans la série A, et les gaz qu'elle libérait peuvent avoir entraîné la perte de vide ; toutefois, puisque le vide avait fortement diminué bien avant que la fermentation fût visible, celle-ci ne doit pas être considérée comme la cause principale de cette diminution.

Note de traduction : l'original porte « série L » dans la phrase précédente ; le tableau 3 identifie la série I comme le miel chauffé conditionné sous vide.

Expérience 4

Le miel des séries A–D de l'expérience 4 provenait du trèfle blanc hollandais et du trèfle hybride, avait une densité relative de 1,419 et avait été produit dans le rucher de l'Ontario Agricultural College, dans le comté de Wellington, en Ontario. Il avait été recueilli le 17 août 1929 à partir des opercules du miel utilisé dans les séries A–D de l'expérience 1. Les opercules et le miel qui y adhérait lors de la désoperculation des rayons étaient laissés tomber sur un fondoir à opercules, où ils se liquéfiaient. Le mélange liquide de miel et de cire s'écoulait du fondoir dans une cuve de séparation. Le miel, de densité relative supérieure à celle de la cire, se déposait au fond de la cuve, tandis que la cire remontait à la surface. Lors de son passage sur le fondoir, le miel était porté à environ 110 °F ; on constata qu'il contenait une quantité considérable de pollen et d'autres particules. Le miel provenait de rayons non léchés, n'avait pas été pompé et était entièrement liquide lors de la mise en boîtes, le 19 août 1929.

Discussion

Comme dans les expériences précédentes, l'absorption et l'évaporation d'eau dans les récipients en verre et les boîtes à couvercle emboîté diminuaient la qualité du miel qu'ils contenaient. Le léger chauffage subi par le miel lors de son passage sur le fondoir à opercules retardait sa cristallisation et conduisait ensuite à la formation de cristaux grossiers. Les résultats figurent au tableau 4.

Page originale 25

TABLE 4. CONDITION OF HONEYS UNDER VARIOUS METHODS OF PACKING AFTER VARIOUS TIME INTERVALS, EXPERIMENT 4

Date	Series	Type of closure	Vacuum inches	Approximate per cent of crystallization	Approximate type of crystallization	Fermented or not	Condition of honey surface	Stored and opened at
				Series A–D				
October 26, 1929....	A	Vacuum...	12	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	B	Hermetic..	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	C	Friction...	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	D	Glass.....	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 26, 1929..	A	Vacuum...	9	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	B	Hermetic..	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	C	Friction...	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	D	Glass.....	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 28, 1929..	A	Vacuum...	14	10.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	B	Hermetic..	.....	10.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	C	Friction...	.....	10.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	D	Glass.....	.....	10.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
December 29, 1929..	A	Vacuum...	7	20.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Ithaca
December 29, 1929..	B	Hermetic..	.....	20.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Ithaca
December 29, 1929..	C	Friction...	.....	20.....	Coarse....	No.....	Drying....	Ithaca
December 29, 1929..	D	Glass.....	.....	20.....	Coarse....	No.....	Drying....	Ithaca
February 14, 1930...	A	Vacuum...	12	40.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Ithaca
February 14, 1930...	B	Hermetic..	.....	40.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Ithaca
February 14, 1930...	C	Friction...	.....	40.....	Coarse....	No.....	Dry.....	Ithaca
February 14, 1930...	D	Glass.....	.....	40.....	Coarse....	No.....	Dry.....	Ithaca
May 23, 1930.....	A	Vacuum...	10	80.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Ithaca
May 23, 1930.....	B	Hermetic..	.....	80.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Ithaca
May 23, 1930.....	C	Friction...	.....	90.....	Coarse....	No.....	Dry.....	Ithaca
May 23, 1930.....	D	Glass.....	.....	80.....	Coarse....	No.....	Dry.....	Ithaca
June 4, 1930.....	A	Vacuum...	6	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	B	Hermetic..	.....	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	C	Friction...	.....	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	D	Glass.....	.....	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	A	Vacuum...	2	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	B	Hermetic..	.....	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	C	Friction...	.....	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	D	Glass.....	.....	100.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	A	Vacuum...	0	5% sep.*..	Coarse....	Yes.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	B	Hermetic..	.....	5% sep....	Coarse....	Yes.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	C	Friction...	.....	5% sep....	Coarse....	Yes.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	D	Glass.....	.....	5% sep....	Coarse....	Yes.....	Moist.....	Guelph
February 20, 1931...	A	Vacuum...	0	10% sep...	Coarse....	Yes.....	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	B	Hermetic..	.....	10% sep...	Coarse....	Yes.....	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	C	Friction...	.....	10% sep...	Coarse....	Yes.....	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	D	Glass.....	.....	10% sep...	Coarse....	Yes.....	Moist.....	Ithaca

* Separation: a term applied to crystallized honey which shows a liquid layer on the surface.

Tableau 4. État des miels selon différentes méthodes de conditionnement, après différentes durées — expérience 4. Séries A–D. Données originales en fac-similé.

Clé de lecture française — en-têtes : *Date* = date ; *Series* = série ; *Type of closure* = type de fermeture ; *Vacuum, inches* = vide, en pouces ; *Approximate per cent of crystallization* = pourcentage approximatif de cristallisation ; *Approximate type of crystallization* = type approximatif de cristallisation ; *Fermented*

or not = fermentation présente ou absente ; *Condition of honey surface* = état de la surface du miel ; *Stored and opened at* = lieu de stockage et d'ouverture.

Fermetures : *Vacuum* = sous vide ; *Hermetic* = hermétique ; *Friction* = couvercle emboîté ; *Glass* = récipient en verre à couvercle vissé.

Termes du tableau : *Coarse* = grossière ; *No* = non ; *Yes* = oui ; *Moist* = humide ; *Drying* = en cours de dessèchement ; *Dry* = sèche ; *sep.* = séparation.

Dates : les dates du fac-similé sont dans l'ordre mois, jour, année. *October* = octobre ; *November* = novembre ; *December* = décembre ; *February* = février ; *March* = mars ; *May* = mai ; *June* = juin ; *September* = septembre. Les noms des lieux sont conservés.

* **Séparation :** terme appliqué au miel cristallisé présentant une couche liquide à la surface.

La fermentation apparut en février 1931, ce qui peut être attribué à la faible densité relative et à l'abondance des grains de pollen dans le miel. Des expériences réalisées à Guelph, en Ontario, en 1925 avaient indiqué que la présence d'une quantité excessive de pollen dans un miel accélère la fermentation. Lochhead et Heron (1929) ont également montré que la présence de composés azotés dans le miel favorise le développement des levures tolérantes au sucre. La plupart des grains de pollen sont riches en protéines ; lorsqu'ils sont présents en grand nombre dans le miel, le risque d'activité fermentaire augmente. Il est intéressant de noter que la séparation fut détectée en même temps que la fermentation, en février 1931.

Expérience 5

Dans l'expérience 5, chaque récipient a été inoculé avec une culture pure de levures tolérantes au sucre. Sept cultures de levures ont été utilisées. Quatre ont été obtenues auprès du Dr A. G. Lochhead, bactériologiste du Dominion, à Ottawa, en Ontario, et trois ont été isolées par culture à partir de miel fermenté par le professeur D. F. Jones, de l'Ontario Agricultural College, à Guelph, en Ontario. Les inoculations et l'entretien des cultures ont été confiés à E. H. Garrard, du département de bactériologie de l'Ontario Agricultural College. L'auteur remercie ces trois hommes pour leur aide.

Les levures utilisées pour ces inoculations sont décrites dans le tableau suivant :

Nº d'identification de la levure	Fournie par	Espèce	Origine de la culture
D1	Lochhead	Zygosaccharomyces mellis	
E6	Lochhead	Zygosaccharomyces barkeri	
J7	Lochhead	Zygosaccharomyces nussbaumi	
M1	Lochhead	Zygosaccharomyces richteri	
E2	Jones	Non identifiée	Miel ambré fermenté, de densité relative 1,413, provenant du comté de Middlesex, en Ontario.
E3	Jones	Non identifiée	Miel clair fermenté, de densité relative 1,402, provenant du comté de Middlesex, en Ontario.
E4	Jones	Non identifiée	Miel de trèfle blanc fermenté, de densité relative 1,420, provenant du comté de Lincoln, en Ontario.

Les inoculations ont été réalisées en introduisant dans le miel, à une profondeur d'environ un demi-pouce, une aiguille préalablement stérilisée portant une quantité abondante de levures tolérantes au sucre. L'aiguille était ensuite déplacée horizontalement sur environ un pouce, tout en la faisant tourner pour libérer les levures, avant de la retirer du miel.

Le miel de la série A–D de l'expérience 5 était le même que celui utilisé dans la série A–D de l'expérience 3 : un miel de sarrasin, de densité relative 1,414, produit dans le comté de Norfolk, en Ontario. Le miel avait été extrait de rayons non léchés le 20 septembre 1929 et n'avait pas été passé dans une pompe à miel. Avant la date du conditionnement, le miel était cristallisé à environ 80 %, mais présentait une texture souple et fine qui lui permettait de s'écouler. Après remplissage des différents récipients, ceux-ci ont été répartis en environ sept groupes, et une culture de levures a été utilisée pour inoculer chaque groupe. Pour permettre une identification ultérieure, le numéro de la culture de levures utilisée a été inscrit sur chaque récipient. Le miel n'avait pas été chauffé et était cristallisé à environ 80 % lorsqu'il a été conditionné, le 21 octobre 1929.

Le miel de la série E–H était le même que celui utilisé dans la série A–D de cette expérience. Le miel a été versé dans les différents récipients, puis chaque récipient a été inoculé individuellement. Tous les échantillons ont ensuite été chauffés à 120 °F

pendant trente minutes, puis conditionnés le 21 octobre 1929, alors qu'ils étaient encore chauds.

Le miel de la série I–L était le même que celui utilisé dans la série A–D. Il a été versé dans les différents récipients, puis chaque récipient a été inoculé individuellement. Tous les échantillons ont ensuite été chauffés à 140 °F pendant trente minutes et conditionnés le 21 octobre 1929, alors qu'ils étaient encore chauds.

Le miel de la série M–P était le même que celui utilisé dans la série A–D. Il a été versé dans les différents récipients, puis chaque récipient a été inoculé individuellement, mis en boîte ou fermé, et ensuite chauffé à 120 °F pendant trente minutes, le 21 octobre 1929.

Le miel de la série Q–T était le même que celui utilisé dans la série A–D. Il a été versé dans les différents récipients, puis chaque récipient a été inoculé individuellement, mis en boîte ou fermé, et ensuite chauffé à 140 °F pendant trente minutes, le 21 octobre 1929.

Discussion

L'objectif de l'expérience 5 était de s'assurer de la présence de levures susceptibles de provoquer la fermentation si les autres conditions étaient favorables. Cette condition a été assurée par l'introduction dans le miel de levures tolérantes au sucre. Le miel inoculé utilisé dans la série A–D de cette expérience n'avait pas été chauffé, et l'on s'attendait à une fermentation précoce. Les autres séries ont également été inoculées avec des levures, puis le miel a été chauffé à différentes températures afin de déterminer quel traitement thermique permettrait généralement de détruire les levures. Les résultats figurent au tableau 5.

Aucune fermentation n'a été observée dans les séries de l'expérience 5 qui avaient été chauffées. Les séries E–H et M–P ont été chauffées à 120 °F pendant trente minutes ; toutefois, bien qu'une légère fermentation se soit produite dans les échantillons non chauffés de la série A–D, on ne saurait affirmer avec certitude que ce chauffage suffit toujours à détruire les levures présentes dans le miel.

On peut obtenir des indications supplémentaires sur la signification de la séparation en comparant le miel de la série A–D de l'expérience 1 à celui de la série A–D de l'expérience 5. Ces deux miels avaient une densité relative semblable et semblaient présenter la même cristallisation. La fermentation est apparue dans le premier plusieurs mois avant le second. Dans la série A–D de l'expérience 5, la séparation s'est produite huit mois avant que la fermentation ne soit décelée ; toutefois, dans les cas de fermentation légère, il est souvent difficile de savoir avec certitude si une fermentation s'est produite.

La cristallisation était rapide, avec formation de petits cristaux, dans les miels non chauffés de la série A–D de l'expérience 5 ; elle était en revanche retardée dans les échantillons chauffés, avec pour conséquence la formation de gros cristaux. La cristallisation était plus avancée dans les miels des séries E–H et M–P, chauffés à 120 °F pendant trente minutes, que dans ceux des séries I–L et Q–T, chauffés à 140 °F pendant trente minutes ; mais les cristaux formés dans ces deux dernières séries étaient plus gros. Le chauffage détruit apparemment les cristaux qui amorcent la croissance d'autres cristaux dans le miel ; la diminution du nombre de ces cristaux ralentit la cristallisation et entraîne la formation de cristaux plus gros.

Page originale 28

TABLE 5. CONDITION OF HONEYS UNDER VARIOUS METHODS OF PACKING AFTER VARIOUS TIME INTERVALS, EXPERIMENT 5

Date	Series	Type of closure	Vacuum inches	Approximate per cent of crystallization	Approximate type of crystallization	Fermented or not	Condition of honey surface	Stored and opened at
I. Series A–D								
October 26, 1929....	A	Vacuum...	2	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	B	Hermetic..	.....	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	C	Friction...	.....	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	D	Glass.....	.....	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 26, 1929..	A	Vacuum...	3	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	B	Hermetic..	.....	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	C	Friction...	.....	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	D	Glass.....	.....	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 28, 1929..	A	Vacuum...	0	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	B	Hermetic..	.....	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	C	Friction...	.....	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	D	Glass.....	.....	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Guelph
December 29, 1929..	A	Vacuum...	1	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Ithaca
December 29, 1929..	B	Hermetic..	.....	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Ithaca
December 29, 1929..	C	Friction...	.....	100.....	Fine.....	No.....	Drying....	Ithaca
December 29, 1929..	D	Glass.....	.....	100.....	Fine.....	No.....	Drying....	Ithaca
February 14, 1930...	A	Vacuum...	5	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Ithaca
February 14, 1930...	B	Hermetic..	.....	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Ithaca
February 14, 1930...	C	Friction...	.....	100.....	Fine.....	No.....	Dry.....	Ithaca
February 14, 1930...	D	Glass.....	.....	100.....	Fine.....	No.....	Dry.....	Ithaca
March 14, 1930.....	A	Vacuum...	5	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Chicago
March 14, 1930.....	B	Hermetic..	.....	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Chicago
March 14, 1930.....	C	Friction...	.....	100.....	Fine.....	No.....	Drying....	Chicago
March 14, 1930.....	D	Glass.....	.....	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Chicago
May 23, 1930.....	A	Vacuum...	0	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Ithaca
May 23, 1930.....	B	Hermetic..	.....	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Ithaca
May 23, 1930.....	C	Friction...	.....	100.....	Fine.....	No.....	Dry.....	Ithaca
May 23, 1930.....	D	Glass.....	.....	100.....	Fine.....	No.....	Dry.....	Ithaca
June 4, 1930.....	A	Vacuum...	2	5% sep.*..	Fine.....	No.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	B	Hermetic..	.....	5% sep....	Fine.....	No.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	C	Friction...	.....	5% sep....	Fine.....	No.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	D	Glass.....	.....	5% sep....	Fine.....	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	A	Vacuum...	0	5% sep....	Fine.....	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	B	Hermetic..	.....	5% sep....	Fine.....	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	C	Friction...	.....	5% sep....	Fine.....	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	D	Glass.....	.....	5% sep....	Fine.....	No.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	A	Vacuum...	0	5% sep....	Fine.....	Slightly...	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	B	Hermetic..	.....	5% sep....	Fine.....	Slightly...	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	C	Friction...	.....	5% sep....	Fine.....	Slightly...	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	D	Glass.....	.....	5% sep....	Fine.....	Slightly...	Moist.....	Guelph
February 20, 1931...	A	Vacuum...	0	10% sep...	Fine.....	Slightly...	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	B	Hermetic..	.....	10% sep...	Fine.....	Slightly...	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	C	Friction...	.....	10% sep...	Fine.....	Slightly...	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	D	Glass.....	.....	10% sep...	Fine.....	Slightly...	Moist.....	Ithaca

* Separation: a term applied to crystallized honey which shows a liquid layer on the surface.

Tableau 5. État des miels conditionnés selon différentes méthodes, après différentes durées de stockage — expérience 5. I. Séries A–D.

* Séparation : terme appliqué à un miel cristallisé qui présente une couche liquide à sa surface.

Clé française du tableau original

En-têtes. Date : *Date* ; Série : *Series* ; Mode de fermeture : *Type of closure* ; Vide, en pouces : *Vacuum inches* ; Pourcentage approximatif de cristallisation : *Approximate per cent of crystallization* ; Type approximatif de cristallisation : *Approximate type of crystallization* ; Fermentation ou non : *Fermented or not* ; État de la surface du miel : *Condition of honey surface* ; Lieu de stockage et d'ouverture : *Stored and opened at*.

Fermetures. Fermeture sous vide : *Vacuum* ; Fermeture hermétique : *Hermetic* ; Couvercle emboîté par friction : *Friction* ; Récipient en verre : *Glass*.

Observations. Cristallisation fine : *Fine* ; Cristallisation grossière : *Coarse* ; Cristallisation très grossière : *Very coarse* ; Cristallisation moyennement grossière : *Medium coarse* ; Pas de fermentation : *No* ; Fermentation présente : *Yes* ; Légère fermentation : *Slightly* ; Surface humide : *Moist* ; Surface en cours de dessiccation : *Drying* ; Surface sèche : *Dry* ; Séparation : *sep.* ; Légère séparation : *Slight sep.* ; Données incomplètes : *Incomplete*.

Dates et lieux. octobre : *October* ; novembre : *November* ; décembre : *December* ; février : *February* ; mars : *March* ; mai : *May* ; juin : *June* ; septembre : *September*. Guelph, Ithaca et Chicago sont les lieux de stockage et d'ouverture ; leurs noms restent inchangés. Les nombres, pourcentages et lettres des séries se lisent tels qu'ils figurent dans le tableau original.

Page originale 29

TABLE 5 (*continued*)

Date	Series	Type of closure	Vacuum inches	Approximate per cent of crystallization	Approximate type of crystallization	Fermented or not	Condition of honey surface	Stored and opened at
				II. Series E–H				
October 26, 1929....	E	Vacuum...	22	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	F	Hermetic..	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	G	Friction...	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	H	Glass.....	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 26, 1929..	E	Vacuum...	16	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	F	Hermetic..	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	G	Friction...	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	H	Glass.....	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 28, 1929..	E	Vacuum...	13	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	F	Hermetic..	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	G	Friction...	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	H	Glass.....	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
December 29, 1929..	E	Vacuum...	12	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
December 29, 1929..	F	Hermetic..	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
December 29, 1929..	G	Friction...	.....	0.....	.....	No.....	Drying....	Ithaca
December 29, 1929..	H	Glass.....	.....	0.....	.....	No.....	Drying....	Ithaca
February 14, 1930...	E	Vacuum...	8	5.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
February 14, 1930...	F	Hermetic..	.....	5.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
February 14, 1930...	G	Friction...	.....	5.....	Very coarse	No.....	Dry.....	Ithaca
February 14, 1930...	H	Glass.....	.....	5.....	Very coarse	No.....	Dry.....	Ithaca
March 14, 1930.....	E	Vacuum...	0	.....†	Very coarse	No.....	.....†	Chicago
March 14, 1930.....	F	Hermetic..	.....	.....†	Very coarse	No.....	.....†	Chicago
March 14, 1930.....	G	Friction...	.....	.....†	Very coarse	No.....	.....†	Chicago
March 14, 1930.....	H	Glass.....	.....	.....†	Very coarse	No.....	.....†	Chicago
May 23, 1930.....	E	Vacuum...	12	5.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
May 23, 1930.....	F	Hermetic..	.....	5.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
May 23, 1930.....	G	Friction...	.....	5.....	Very coarse	No.....	Dry.....	Ithaca
May 23, 1930.....	H	Glass.....	.....	5.....	Very coarse	No.....	Dry.....	Ithaca
June 4, 1930.....	E	Vacuum...	9	10.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	F	Hermetic..	.....	10.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	G	Friction...	.....	10.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	H	Glass.....	.....	10...	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	E	Vacuum...	7	10.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	F	Hermetic..	.....	10.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	G	Friction...	.....	10.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	H	Glass.....	.....	10.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	E	Vacuum...	10	20.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	F	Hermetic..	.....	20.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	G	Friction...	.....	20.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	H	Glass.....	.....	20.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
February 20, 1931...	E	Vacuum...	9	10.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	F	Hermetic..	.....	10.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	G	Friction...	.....	10.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	H	Glass.....	.....	10.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca

† Incomplete.

Tableau 5 (suite). État des miels conditionnés selon différentes méthodes, après différentes durées de stockage — expérience 5. II. Séries E–H.

† Données incomplètes.

Clé française du tableau original

En-têtes. Date : *Date* ; Série : *Series* ; Mode de fermeture : *Type of closure* ; Vide, en pouces : *Vacuum inches* ; Pourcentage approximatif de cristallisation : *Approximate per cent of crystallization* ; Type approximatif de cristallisation : *Approximate type of crystallization* ; Fermentation ou non : *Fermented or not* ; État de la surface du miel : *Condition of honey surface* ; Lieu de stockage et d’ouverture : *Stored and opened at*.

Fermetures. Fermeture sous vide : *Vacuum* ; Fermeture hermétique : *Hermetic* ; Couvercle emboîté par friction : *Friction* ; Récipient en verre : *Glass*.

Observations. Cristallisation fine : *Fine* ; Cristallisation grossière : *Coarse* ; Cristallisation très grossière : *Very coarse* ; Cristallisation moyennement grossière : *Medium coarse* ; Pas de fermentation : *No* ; Fermentation présente : *Yes* ; Légère fermentation : *Slightly* ; Surface humide : *Moist* ; Surface en cours de dessiccation : *Drying* ; Surface sèche : *Dry* ; Séparation : *sep.* ; Légère séparation : *Slight sep.* ; Données incomplètes : *Incomplete*.

Dates et lieux. octobre : *October* ; novembre : *November* ; décembre : *December* ; février : *February* ; mars : *March* ; mai : *May* ; juin : *June* ; septembre : *September*. Guelph, Ithaca et Chicago sont les lieux de stockage et d’ouverture ; leurs noms restent inchangés. Les nombres, pourcentages et lettres des séries se lisent tels qu’ils figurent dans le tableau original.

TABLE 5 (*continued*)

Date	Series	Type of closure	Vacuum inches	Approximate per cent of crystallization	Approximate type of crystallization	Fermented or not	Condition of honey surface	Stored and opened at
				III. Series I–L				
October 26, 1929....	I	Vacuum...	18	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	J	Hermetic..	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	K	Friction...	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	L	Glass.....	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 26, 1929..	I	Vacuum...	7	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	J	Hermetic..	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	K	Friction...	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	L	Glass.....	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 28, 1929..	I	Vacuum...	11	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	J	Hermetic..	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	K	Friction...	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	L	Glass.....	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
December 29, 1929..	I	Vacuum...	0	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
December 29, 1929..	J	Hermetic..	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
December 29, 1929..	K	Friction...	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
December 29, 1929..	L	Glass.....	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
February 14, 1930...	I	Vacuum...	22	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
February 14, 1930...	J	Hermetic..	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
February 14, 1930...	K	Friction...	.....	0.....	.....	No.....	Drying....	Ithaca
February 14, 1930...	L	Glass.....	.....	0.....	.....	No.....	Drying....	Ithaca
March 14, 1930.....	I	Vacuum...	0	5.....	Very coarse	No.....	.....†	Chicago
March 14, 1930.....	J	Hermetic..	.....	5.....	Very coarse	No.....	.....†	Chicago
March 14, 1930.....	K	Friction...	.....	15.....	Very coarse	No.....	.....†	Chicago
March 14, 1930.....	L	Glass.....	.....	20.....	Very coarse	No.....	.....†	Chicago
May 23, 1930.....	I	Vacuum...	13	5.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
May 23, 1930.....	J	Hermetic..	.....	5.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
May 23, 1930.....	K	Friction...	.....	5.....	Very coarse	No.....	Dry.....	Ithaca
May 23, 1930.....	L	Glass	.....	5.....	Very coarse	No.....	Dry.....	Ithaca
June 4, 1930.....	I	Vacuum...	9	10.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	J	Hermetic..	.....	10.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	K	Friction...	.....	10.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	L	Glass.....	.....	10.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	I	Vacuum...	10	15.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	J	Hermetic..	.....	15.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	K	Friction...	.....	20.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	L	Glass.....	.....	20.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	I	Vacuum...	13	15.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	J	Hermetic..	.....	15.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	K	Friction...	.....	20.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	L	Glass.....	.....	20.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
February 20, 1931...	I	Vacuum...	8	10.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	J	Hermetic..	.....	10.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	K	Friction...	.....	10.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	L	Glass.....	.....	10.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca

Tableau 5 (suite). État des miels conditionnés selon différentes méthodes, après différentes durées de stockage — expérience 5. III. Séries I–L.

Clé française du tableau original

En-têtes. Date : *Date* ; Série : *Series* ; Mode de fermeture : *Type of closure* ; Vide, en pouces : *Vacuum inches* ; Pourcentage approximatif de cristallisation : *Approximate per cent of crystallization* ; Type approximatif de cristallisation : *Approximate type of crystallization* ; Fermentation ou non : *Fermented or not* ; État de la surface du miel : *Condition of honey surface* ; Lieu de stockage et d’ouverture : *Stored and opened at*.

Fermetures. Fermeture sous vide : *Vacuum* ; Fermeture hermétique : *Hermetic* ; Couvercle emboîté par friction : *Friction* ; Récipient en verre : *Glass*.

Observations. Cristallisation fine : *Fine* ; Cristallisation grossière : *Coarse* ; Cristallisation très grossière : *Very coarse* ; Cristallisation moyennement grossière : *Medium coarse* ; Pas de fermentation : *No* ; Fermentation présente : *Yes* ; Légère fermentation : *Slightly* ; Surface humide : *Moist* ; Surface en cours de dessiccation : *Drying* ; Surface sèche : *Dry* ; Séparation : *sep.* ; Légère séparation : *Slight sep.* ; Données incomplètes : *Incomplete*.

Dates et lieux. octobre : *October* ; novembre : *November* ; décembre : *December* ; février : *February* ; mars : *March* ; mai : *May* ; juin : *June* ; septembre : *September*. Guelph, Ithaca et Chicago sont les lieux de stockage et d’ouverture ; leurs noms restent inchangés. Les nombres, pourcentages et lettres des séries se lisent tels qu’ils figurent dans le tableau original.

Page originale 31

TABLE 5 (*continued*)

Date	Series	Type of closure	Vacuum inches	Approximate per cent of crystallization	Approximate type of crystallization	Fermented or not	Condition of honey surface	Stored and opened at
IV. Series M–P								
October 26, 1929....	M	Vacuum...	16	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	N	Hermetic..	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	O	Friction...	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	P	Glass.....	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 26, 1929..	M	Vacuum...	11	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	N	Hermetic..	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	O	Friction...	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	P	Glass.....	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 28, 1929..	M	Vacuum...	9	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	N	Hermetic..	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	O	Friction...	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	P	Glass.....	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
December 29, 1929..	M	Vacuum...	14	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
December 29, 1929..	N	Hermetic..	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
December 29, 1929..	O	Friction...	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
December 29, 1929..	P	Glass.....	.....	0.....	.....	No.....	Drying....	Ithaca
February 14, 1930...	M	Vacuum...	23	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
February 14, 1930...	N	Hermetic..	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
February 14, 1930...	O	Friction...	.....	0.....	.....	No.....	Dry.....	Ithaca
February 14, 1930...	P	Glass.....	.....	0.....	.....	No.....	Dry.....	Ithaca
March 14, 1930.....	M	Vacuum...	12	.....†	.....	No.....	.....†	Chicago
March 14, 1930.....	N	Hermetic..	.....	.....†	.....	No.....	.....†	Chicago
March 14, 1930.....	O	Friction...	.....	.....†	.....	No.....	.....†	Chicago
March 14, 1930.....	P	Glass.....	.....	.....†	.....	No.....	.....†	Chicago
May 23, 1930.....	M	Vacuum...	15	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
May 23, 1930.....	N	Hermetic..	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
May 23, 1930.....	O	Friction...	.....	0.....	.....	No.....	Dry.....	Ithaca
May 23, 1930.....	P	Glass.....	.....	0.....	.....	No.....	Dry.....	Ithaca
June 4, 1930.....	M	Vacuum...	20	5.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	N	Hermetic..	.....	5.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	O	Friction...	.....	5.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	P	Glass.....	.....	5.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	M	Vacuum...	16	10.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	N	Hermetic..	.....	10.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	O	Friction...	.....	10.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	P	Glass.....	.....	10.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	M	Vacuum...	13	20.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	N	Hermetic..	.....	20.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	O	Friction...	.....	20.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	P	Glass.....	.....	20.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
February 20, 1931...	M	Vacuum...	6	15.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	N	Hermetic..	.....	15.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	O	Friction...	.....	15.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	P	Glass.....	.....	15.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca

† Incomplete.

Tableau 5 (suite). État des miels conditionnés selon différentes méthodes, après différentes durées de stockage — expérience 5. IV. Séries M–P.

† Données incomplètes.

Clé française du tableau original

En-têtes. Date : *Date* ; Série : *Series* ; Mode de fermeture : *Type of closure* ; Vide, en pouces : *Vacuum inches* ; Pourcentage approximatif de cristallisation : *Approximate per cent of crystallization* ; Type approximatif de cristallisation : *Approximate type of crystallization* ; Fermentation ou non : *Fermented or not* ; État de la surface du miel : *Condition of honey surface* ; Lieu de stockage et d’ouverture : *Stored and opened at*.

Fermetures. Fermeture sous vide : *Vacuum* ; Fermeture hermétique : *Hermetic* ; Couvercle emboîté par friction : *Friction* ; Récipient en verre : *Glass*.

Observations. Cristallisation fine : *Fine* ; Cristallisation grossière : *Coarse* ; Cristallisation très grossière : *Very coarse* ; Cristallisation moyennement grossière : *Medium coarse* ; Pas de fermentation : *No* ; Fermentation présente : *Yes* ; Légère fermentation : *Slightly* ; Surface humide : *Moist* ; Surface en cours de dessiccation : *Drying* ; Surface sèche : *Dry* ; Séparation : *sep.* ; Légère séparation : *Slight sep.* ; Données incomplètes : *Incomplete*.

Dates et lieux. octobre : *October* ; novembre : *November* ; décembre : *December* ; février : *February* ; mars : *March* ; mai : *May* ; juin : *June* ; septembre : *September*. Guelph, Ithaca et Chicago sont les lieux de stockage et d’ouverture ; leurs noms restent inchangés. Les nombres, pourcentages et lettres des séries se lisent tels qu’ils figurent dans le tableau original.

Page originale 32

TABLE 5 (*concluded*)

Date	Series	Type of closure	Vacuum inches	Approximate per cent of crystallization	Approximate type of crystallization	Fermented or not	Condition of honey surface	Stored and opened at
V. Series Q–T								
October 26, 1929....	Q	Vacuum...	14	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	R	Hermetic..	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	S	Friction...	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	T	Glass.....	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 26, 1929..	Q	Vacuum...	11	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	R	Hermetic..	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	S	Friction...	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	T	Glass.....	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 28, 1929..	Q	Vacuum...	16	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	R	Hermetic..	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	S	Friction...	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	T	Glass.....	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
December 29, 1929..	Q	Vacuum...	9	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
December 29, 1929..	R	Hermetic..	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
December 29, 1929..	S	Friction...	.....	0.....	.....	No.....	Drying....	Ithaca
December 29, 1929..	T	Glass.....	.....	0.....	.....	No.....	Drying....	Ithaca
February 14, 1930...	Q	Vacuum...	20	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
February 14, 1930...	R	Hermetic..	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
February 14, 1930...	S	Friction...	.....	0.....	.....	No.....	Dry.....	Ithaca
February 14, 1930...	T	Glass.....	.....	0.....	.....	No.....	Dry.....	Ithaca
March 14, 1930.....	Q	Vacuum...	0	.....†	.....	No.....	.....†	Chicago
March 14, 1930.....	R	Hermetic..	.....	.....†	.....	No.....	.....†	Chicago
March 14, 1930.....	S	Friction...	.....	.....†	.....	No.....	.....†	Chicago
March 14, 1930.....	T	Glass.....	.....	.....†	.....	No.....	.....†	Chicago
May 23, 1930.....	Q	Vacuum...	12	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
May 23, 1930.....	R	Hermetic..	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
May 23, 1930.....	S	Friction...	.....	0.....	.....	No.....	Dry.....	Ithaca
May 23, 1930.....	T	Glass.....	.....	0.....	.....	No.....	Dry.....	Ithaca
June 4, 1930.....	Q	Vacuum...	3	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	R	Hermetic..	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	S	Friction...	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelpn
June 4, 1930.....	T	Glass.....	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	Q	Vacuum...	19	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	R	Hermetic..	.....	5.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	S	Friction...	.....	5.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	T	Glass.....	.....	5.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	Q	Vacuum...	14	10.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	R	Hermetic..	.....	10.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	S	Friction...	.....	10.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	T	Glass.....	.....	10.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Guelph
February 20, 1931...	Q	Vacuum...	16	5.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	R	Hermetic..	.....	5.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	S	Friction...	.....	5.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	T	Glass.....	.....	5.....	Very coarse	No.....	Moist.....	Ithaca

† Incomplete.

Tableau 5 (fin). État des miels conditionnés selon différentes méthodes, après différentes durées de stockage — expérience 5. V. Séries Q–T.

† Données incomplètes.

Clé française du tableau original

En-têtes. Date : *Date* ; Série : *Series* ; Mode de fermeture : *Type of closure* ; Vide, en pouces : *Vacuum inches* ; Pourcentage approximatif de cristallisation : *Approximate per cent of crystallization* ; Type approximatif de cristallisation : *Approximate type of crystallization* ; Fermentation ou non : *Fermented or not* ; État de la surface du miel : *Condition of honey surface* ; Lieu de stockage et d’ouverture : *Stored and opened at*.

Fermetures. Fermeture sous vide : *Vacuum* ; Fermeture hermétique : *Hermetic* ; Couvercle emboîté par friction : *Friction* ; Récipient en verre : *Glass*.

Observations. Cristallisation fine : *Fine* ; Cristallisation grossière : *Coarse* ; Cristallisation très grossière : *Very coarse* ; Cristallisation moyennement grossière : *Medium coarse* ; Pas de fermentation : *No* ; Fermentation présente : *Yes* ; Légère fermentation : *Slightly* ; Surface humide : *Moist* ; Surface en cours de dessiccation : *Drying* ; Surface sèche : *Dry* ; Séparation : *sep.* ; Légère séparation : *Slight sep.* ; Données incomplètes : *Incomplete*.

Dates et lieux. octobre : *October* ; novembre : *November* ; décembre : *December* ; février : *February* ; mars : *March* ; mai : *May* ; juin : *June* ; septembre : *September*. Guelph, Ithaca et Chicago sont les lieux de stockage et d’ouverture ; leurs noms restent inchangés. Les nombres, pourcentages et lettres des séries se lisent tels qu’ils figurent dans le tableau original.

Les autres points intéressants des résultats de l'expérience 5, tels que la diminution du vide dans les échantillons non chauffés, l'évaporation et l'absorption d'humidité dans les verres et les boîtes à couvercle emboîté par friction, ainsi que la légère séparation précédant une fermentation manifeste, sont identiques aux résultats de l'expérience 3, déjà discutés.

Expérience 6

Dans l'expérience 6, une cuillerée à soupe rase de miel préalablement fermenté a été déposée à la surface du miel dans chaque récipient, sans remuer. Un seau de 5 livres de miel fermenté avait été obtenu dans le comté de Wentworth, en Ontario. Ce miel était entièrement cristallisé et avait une densité relative de 1,419. Le professeur D. F. Jones, de l'Ontario Agricultural College, a isolé par culture une levure à partir de cet échantillon, mais elle n'a pas été identifiée.

Le miel de la série A–D de l'expérience 6 était le même que celui utilisé dans l'expérience 5 : un miel de sarrasin, de densité relative 1,414, produit dans le comté de Norfolk, en Ontario. Le miel avait été extrait de rayons non léchés le 20 septembre 1929 et n'avait pas été passé dans une pompe à miel. Avant la date du conditionnement, le miel était cristallisé à environ 80 %, mais présentait une texture souple et fine qui lui permettait de s'écouler. Une fois les récipients remplis, une cuillerée à soupe rase de miel fermenté a été déposée à la surface du miel dans chacun d'eux. Le miel n'avait pas été chauffé et était cristallisé à environ 80 % lorsqu'il a été conditionné, le 21 octobre 1929.

Le miel de la série A1–D1 était le même que celui utilisé dans la série A–D. De l'eau du robinet a été ajoutée au miel jusqu'à obtenir une densité relative de 1,400 après un mélange soigneux du miel et de l'eau. Le miel fermenté a été ajouté, puis les récipients ont été fermés, sans chauffage, le 21 octobre 1929.

Le miel de la série E–H était le même que celui utilisé dans la série A–D. Après l'ajout du miel fermenté, le miel a été chauffé à 130 °F pendant trente minutes, puis mis en boîte ou fermé le 21 octobre 1929, alors qu'il était encore chaud.

Le miel de la série M–P était le même que celui utilisé dans la série A–D. Après l'ajout du miel fermenté, les récipients ont été fermés, puis chauffés à 130 °F pendant trente minutes, le 21 octobre 1929.

Discussion

L'objectif de l'expérience 6, comme celui de l'expérience 5, était de favoriser la fermentation, ici par l'ajout de miel fermenté à la surface du miel dans chaque récipient. Le miel de sarrasin utilisé dans cette expérience était le même que celui des expériences 3 et 5. Les résultats figurent au tableau 6.

L'ajout de miel fermenté n'a pas favorisé la fermentation dans la série A–D de l'expérience 6. Une légère fermentation seulement s'est produite en février 1931, au moment même où une légère fermentation a été observée dans le miel non contaminé de la série A–D de l'expérience 3 (tableau 3, page 22). Il est intéressant de constater que les levures ajoutées au miel de la série A–D de l'expérience 5, ainsi que le miel fermenté ajouté au miel de la série A–D de l'expérience 6, n'ont apparemment pas accéléré la fermentation par rapport à celle observée dans le miel normal non contaminé de la série A–D de l'expérience 3.

TABLE 6. CONDITION OF HONEYS UNDER VARIOUS METHODS OF PACKING AFTER VARIOUS TIME INTERVALS, EXPERIMENT 6

Date	Series	Type of closure	Vacuum inches	Approximate per cent of crystallization	Approximate type of crystallization	Fermented or not	Condition of honey surface	Stored and opened at
				I. Series A–D				
October 26, 1929	A	Vacuum	6	100	Fine	No	Moist	Guelph
October 26, 1929	B	Hermetic	....	100	Fine	No	Moist	Guelph
October 26, 1929	C	Friction	.....	100	Fine	No	Moist	Guelph
October 26, 1929	D	Glass	.....	100	Fine	No	Moist	Guelph
November 26, 1929	A	Vacuum	3	100	Fine	No	Moist	Ithaca
November 26, 1929	B	Hermetic	.....	100	Fine	No	Moist	Ithaca
November 26, 1929	C	Friction	.....	100	Fine	No	Moist	Ithaca
November 26, 1929	D	Glass	.....	100	Fine	No	Moist	Ithaca
November 28, 1929	A	Vacuum	4	100	Fine	No	Moist	Guelph
November 28, 1929	B	Hermetic	.....	100	Fine	No	Moist	Guelph
November 28, 1929	C	Friction	.....	100	Fine	No	Moist	Guelph
November 28, 1929	D	Glass	.....	100	Fine	No	Moist	Guelph
December 29, 1929	A	Vacuum	2	100	Fine	No	Moist	Ithaca
December 29, 1929	B	Hermetic	.....	100	Fine	No	Moist	Ithaca
December 29, 1929	C	Friction	.....	100	Fine	No	Drying	Ithaca
December 29, 1929	D	Glass	.....	100	Fine	No	Moist	Ithaca
February 14, 1930	A	Vacuum	0	100	Fine	No	Moist	Ithaca
February 14, 1930	B	Hermetic	.....	100	Fine	No	Moist	Ithaca
February 14, 1930	C	Friction	.....	100	Fine	No	Dry	Ithaca
February 14, 1930	D	Glass	.....	100	Fine	No	Moist	Ithaca
May 23, 1930	A	Vacuum	2	100	Fine	No	Moist	Ithaca
May 23, 1930	B	Hermetic	.....	100	Fine	No	Moist	Ithaca
May 23, 1930	C	Friction	.....	100	Fine	No	Dry	Ithaca
May 23, 1930	D	Glass	.....	100	Fine	No	Moist	Ithaca
June 4, 1930	A	Vacuum	3	5% sep.*	Fine	No	Moist	Guelph
June 4, 1930	B	Hermetic	.....	5% sep.	Fine	No	Moist	Guelph
June 4, 1930	C	Friction	.....	5% sep.	Fine	No	Moist	Guelph
June 4, 1930	D	Glass	.....	5% sep.	Fine	No	Moist	Guelph
September 2, 1930	A	Vacuum	1	5% sep.	Fine	No	Moist	Guelph
September 2, 1930	B	Hermetic	.....	5% sep.	Fine	No	Moist	Guelph
September 2, 1930	C	Friction	.....	5% sep.	Fine	No	Moist	Guelph
September 2, 1930	D	Glass	.....	5% sep.	Fine	No	Moist	Guelph
February 9, 1931	A	Vacuum	0	5% sep.	Fine	Slightly	Moist	Guelph
February 9, 1931	B	Hermetic	.....	5% sep.	Fine	Slightly	Moist	Guelph
February 9, 1931	C	Friction	.....	5% sep.	Fine	Slightly	Moist	Guelph
February 9, 1931	D	Glass	.....	5% sep.	Fine	Slightly	Moist	Guelph
February 20, 1931	A	Vacuum	0	10% sep.	Fine	Slightly	Moist	Ithaca
February 20, 1931	B	Hermetic	.....	10% sep.	Fine	Slightly	Moist	Ithaca
February 20, 1931	C	Friction	.....	10% sep.	Fine	Slightly	Moist	Ithaca
February 20, 1931	D	Glass	.....	10% sep.	Fine	Slightly	Moist	Ithaca

* Separation: a term applied to crystallized honey which shows a liquid layer on the surface.

Tableau 6. État des miels conditionnés selon différentes méthodes, après différentes durées de stockage — expérience 6. I. Séries A–D.

* Séparation : terme appliqué à un miel cristallisé qui présente une couche liquide à sa surface.

Clé française du tableau original

En-têtes. Date : *Date* ; Série : *Series* ; Mode de fermeture : *Type of closure* ; Vide, en pouces : *Vacuum inches* ; Pourcentage approximatif de cristallisation : *Approximate per cent of crystallization* ; Type approximatif de cristallisation : *Approximate type of crystallization* ; Fermentation ou non : *Fermented or not* ; État de la surface du miel : *Condition of honey surface* ; Lieu de stockage et d'ouverture : *Stored and opened at*.

Fermetures. Fermeture sous vide : *Vacuum* ; Fermeture hermétique : *Hermetic* ; Couvercle emboîté par friction : *Friction* ; Récipient en verre : *Glass*.

Observations. Cristallisation fine : *Fine* ; Cristallisation grossière : *Coarse* ; Cristallisation très grossière : *Very coarse* ; Cristallisation moyennement grossière : *Medium coarse* ; Pas de fermentation : *No* ; Fermentation présente : *Yes* ; Légère fermentation : *Slightly* ; Surface humide : *Moist* ; Surface en cours de dessiccation : *Drying* ; Surface sèche : *Dry* ; Séparation : *sep.* ; Légère séparation : *Slight sep.* ; Données incomplètes : *Incomplete*.

Dates et lieux. octobre : *October* ; novembre : *November* ; décembre : *December* ; février : *February* ; mars : *March* ; mai : *May* ; juin : *June* ; septembre : *September*. Guelph, Ithaca et Chicago sont les lieux de stockage et d'ouverture ; leurs noms restent inchangés. Les nombres, pourcentages et lettres des séries se lisent tels qu'ils figurent dans le tableau original.

Page originale 35

TABLE 6 (*continued*)

Date	Series	Type of closure	Vacuum inches	Approximate per cent of crystallization	Approximate type of crystallization	Fermented or not	Condition of honey surface	Stored and opened at
				II. Series A1–D1				
October 26, 1929....	A1	Vacuum...	2	Slight sep.*	Fine.....	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	B1	Hermetic..	.....	Slight sep..	Fine.....	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	C1	Friction...	.....	Slight sep..	Fine.....	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	D1	Glass.....	.....	Slight sep..	Fine.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 26, 1929..	A1	Vacuum...	1	10% sep...	Fine.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	B1	Hermetic..	....	10% sep...	Fine.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	C1	Friction...	.....	10% sep...	Fine.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	D1	Glass.....	.....	10% sep...	Fine.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 28, 1929..	A1	Vacuum...	0	10% sep...	Fine.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	B1	Hermetic..	.....	10% sep...	Fine.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	C1	Friction...	.....	10% sep...	Fine.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	D1	Glass.....	.....	10% sep...	Fine.....	No.....	Moist.....	Guelph
December 29, 1929..	A1	Vacuum...	0	20% sep...	Fine.....	Slightly...	Moist.....	Ithaca
December 29, 1929..	B1	Hermetic..	.....	20% sep...	Fine.....	Slightly...	Moist.....	Ithaca
December 29, 1929..	C1	Friction...	.....	20% sep...	Fine.....	Slightly...	Moist.....	Ithaca
December 29, 1929..	D1	Glass.....	.....	20% sep...	Fine.....	Slightly...	Moist.....	Ithaca
February 14, 1930...	A1	Vacuum...	0	25% sep...	Fine.....	Yes.....	Moist.....	Ithaca
February 14, 1930...	B1	Hermetic..	.....	25% sep...	Fine.....	Yes.....	Moist.....	Ithaca
February 14, 1930...	C1	Friction...	.....	25% sep...	Fine.....	Yes.....	Drying....	Ithaca
February 14, 1930...	D1	Glass.....	.....	25% sep...	Fine.....	Yes.....	Drying....	Ithaca
May 23, 1930.....	A1	Vacuum...	0	30% sep...	Fine.....	Yes.....	Moist.....	Ithaca
May 23, 1930.....	B1	Hermetic..	.....	30% sep...	Fine.....	Yes.....	Moist.....	Ithaca
May 23, 1930.....	C1	Friction...	.....	30% sep...	Fine.....	Yes.....	Dry.....	Ithaca
May 23, 1930.....	D1	Glass.....	.....	30% sep...	Fine.....	Yes.....	Dry.....	Ithaca
June 4, 1930.....	A1	Vacuum...	0	30% sep...	Fine.....	Yes.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	B1	Hermetic..	.....	30% sep...	Fine.....	Yes.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	C1	Friction...	.....	30% sep...	Fine.....	Yes.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	D1	Glass.....	.....	30% sep...	Fine.....	Yes.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	A1	Vacuum...	0	40% sep...	Fine.....	Yes.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	B1	Hermetic..	.....	40% sep...	Fine.....	Yes.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	C1	Friction...	.....	40% sep...	Fine.....	Yes.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	D1	Glass.....	.....	40% sep...	Fine.....	Yes.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	A1	Vacuum...	0	50% sep...	Fine.....	Yes.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	B1	Hermetic..	.....	50% sep...	Fine.....	Yes.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	C1	Friction...	.....	50% sep...	Fine.....	Yes.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	D1	Glass.....	.....	50% sep...	Fine.....	Yes.....	Moist.....	Guelph
February 20, 1931...	A1	Vacuum...	0	70% sep...	Fine.....	Yes.....	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	B1	Hermetic..	.....	70% sep...	Fine.....	Yes.....	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	C1	Friction...	.....	70% sep...	Fine.....	Yes.....	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	D1	Glass.....	.....	70% sep...	Fine.....	Yes.....	Moist.....	Ithaca

*Separation: a term applied to crystallized honey which shows a liquid layer on the surface.

Tableau 6 (suite). État des miels conditionnés selon différentes méthodes, après différentes durées de stockage — expérience 6. II. Séries A1–D1.

* Séparation : terme appliqué à un miel cristallisé qui présente une couche liquide à sa surface.

Clé française du tableau original

En-têtes. Date : *Date* ; Série : *Series* ; Mode de fermeture : *Type of closure* ; Vide, en pouces : *Vacuum inches* ; Pourcentage approximatif de cristallisation : *Approximate per cent of crystallization* ; Type approximatif de cristallisation : *Approximate type of crystallization* ; Fermentation ou non : *Fermented or not* ; État de la surface du miel : *Condition of honey surface* ; Lieu de stockage et d'ouverture : *Stored and opened at*.

Fermetures. Fermeture sous vide : *Vacuum* ; Fermeture hermétique : *Hermetic* ; Couvercle emboîté par friction : *Friction* ; Récipient en verre : *Glass*.

Observations. Cristallisation fine : *Fine* ; Cristallisation grossière : *Coarse* ; Cristallisation très grossière : *Very coarse* ; Cristallisation moyennement grossière : *Medium coarse* ; Pas de fermentation : *No* ; Fermentation présente : *Yes* ; Légère fermentation : *Slightly* ; Surface humide : *Moist* ; Surface en cours de dessiccation : *Drying* ; Surface sèche : *Dry* ; Séparation : *sep.* ; Légère séparation : *Slight sep.* ; Données incomplètes : *Incomplete*.

Dates et lieux. octobre : *October* ; novembre : *November* ; décembre : *December* ; février : *February* ; mars : *March* ; mai : *May* ; juin : *June* ; septembre : *September*. Guelph, Ithaca et Chicago sont les lieux de stockage et d'ouverture ; leurs noms restent inchangés. Les nombres, pourcentages et lettres des séries se lisent tels qu'ils figurent dans le tableau original.

Page originale 36

TABLE 6 (*continued*)

Date	Series	Type of closure	Vacuum inches	Approximate per cent of crystallization	Approximate type of crystallization	Fermented or not	Condition of honey surface	Stored and opened at
			III. Series E–H					
October 26, 1929	E	Vacuum	20	0		No	Moist	Guelph
October 26, 1929	F	Hermetic		0		No	Moist	Guelph
October 26, 1929	G	Friction		0		No	Moist	Guelph
October 26, 1929	H	Glass		0		No	Moist	Guelph
November 26, 1929	E	Vacuum	13	0		No	Moist	Ithaca
November 26, 1929	F	Hermetic		0		No	Moist	Ithaca
November 26, 1929	G	Friction		0		No	Moist	Ithaca
November 26, 1929	H	Glass		0		No	Moist	Ithaca
November 28, 1929	E	Vacuum	9	0		No	Moist	Guelph
November 28, 1929	F	Hermetic		0		No	Moist	Guelph
November 28, 1929	G	Friction		0		No	Moist	Guelph
November 28, 1929	H	Glass		0		No	Moist	Guelph
December 29, 1929	E	Vacuum	12	0		No	Moist	Ithaca
December 29, 1929	F	Hermetic		0		No	Moist	Ithaca
December 29, 1929	G	Friction		0		No	Drying	Ithaca
December 29, 1929	H	Glass		0		No	Drying	Ithaca
February 14, 1930	E	Vacuum	10	0		No	Moist	Ithaca
February 14, 1930	F	Hermetic		0		No	Moist	Ithaca
February 14, 1930	G	Friction		0		No	Dry	Ithaca
February 14, 1930	H	Glass		0		No	Dry	Ithaca
May 23, 1930	E	Vacuum	14	5	Coarse	No	Moist	Ithaca
May 23, 1930	F	Hermetic		5	Coarse	No	Moist	Ithaca
May 23, 1930	G	Friction		5	Coarse	No	Dry	Ithaca
May 23, 1930	H	Glass		5	Coarse	No	Dry	Ithaca
June 4, 1930	E	Vacuum	18	10	Coarse	No	Moist	Guelph
June 4, 1930	F	Hermetic		10	Coarse	No	Moist	Guelph
June 4, 1930	G	Friction		10	Coarse	No	Moist	Guelph
June 4, 1930	H	Glass		10	Coarse	No	Moist	Guelph
September 2, 1930	E	Vacuum	11	15	Coarse	No	Moist	Guelph
September 2, 1930	F	Hermetic		15	Coarse	No	Moist	Guelph
September 2, 1930	G	Friction		15	Coarse	No	Moist	Guelph
September 2, 1930	H	Glass		15	Coarse	No	Moist	Guelph
February 9, 1931	E	Vacuum	13	15	Coarse	No	Moist	Guelph
February 9, 1931	F	Hermetic		15	Coarse	No	Moist	Guelph
February 9, 1931	G	Friction		15	Coarse	No	Moist	Guelph
February 9, 1931	H	Glass		15	Coarse	No	Moist	Guelph
February 20, 1931	E	Vacuum	9	10	Coarse	No	Moist	Ithaca
February 20, 1931	F	Hermetic		10	Coarse	No	Moist	Ithaca
February 20, 1931	G	Friction		10	Coarse	No	Moist	Ithaca
February 20, 1931	H	Glass		10	Coarse	No	Moist	Ithaca

Tableau 6 (suite). État des miels conditionnés selon différentes méthodes, après différentes durées de stockage — expérience 6. III. Séries E–H.

Clé française du tableau original

En-têtes. Date : *Date* ; Série : *Series* ; Mode de fermeture : *Type of closure* ; Vide, en pouces : *Vacuum inches* ; Pourcentage approximatif de cristallisation : *Approximate per cent of crystallization* ; Type approximatif de cristallisation : *Approximate type of crystallization* ; Fermentation ou non : *Fermented or not* ; État de la surface du miel : *Condition of honey surface* ; Lieu de stockage et d’ouverture : *Stored and opened at*.

Fermetures. Fermeture sous vide : *Vacuum* ; Fermeture hermétique : *Hermetic* ; Couvercle emboîté par friction : *Friction* ; Récipient en verre : *Glass*.

Observations. Cristallisation fine : *Fine* ; Cristallisation grossière : *Coarse* ; Cristallisation très grossière : *Very coarse* ; Cristallisation moyennement grossière : *Medium coarse* ; Pas de fermentation : *No* ; Fermentation présente : *Yes* ; Légère fermentation : *Slightly* ; Surface humide : *Moist* ; Surface en cours de dessiccation : *Drying* ; Surface sèche : *Dry* ; Séparation : *sep.* ; Légère séparation : *Slight sep.* ; Données incomplètes : *Incomplete*.

Dates et lieux. octobre : *October* ; novembre : *November* ; décembre : *December* ; février : *February* ; mars : *March* ; mai : *May* ; juin : *June* ; septembre : *September*. Guelph, Ithaca et Chicago sont les lieux de stockage et d’ouverture ; leurs noms restent inchangés. Les nombres, pourcentages et lettres des séries se lisent tels qu’ils figurent dans le tableau original.

Page originale 37

TABLE 6 (*concluded*)

Date	Series	Type of closure	Vacuum inches	Approximate per cent of crystallization	Approximate type of crystallization	Fermented or not	Condition of honey surface	Stored and opened at
IV. Series M–P								
October 26, 1929....	M	Vacuum...	18	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	N	Hermetic..	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	O	Friction...	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	P	Glass.....	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 26, 1929..	M	Vacuum...	13	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	N	Hermetic..	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	O	Friction...	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	P	Glass.....	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 28, 1929..	M	Vacuum...	8	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	N	Hermetic..	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	O	Friction....	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	P	Glass.....	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Guelph
December 29, 1929..	M	Vacuum...	11	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
December 29, 1929..	N	Hermetic..	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
December 29, 1929..	O	Friction...	.....	0.....	.....	No.....	Drying....	Ithaca
December 29, 1929..	P	Glass.....	.....	0.....	.....	No.....	Drying....	Ithaca
February 14, 1930...	M	Vacuum...	21	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
February 14, 1930...	N	Hermetic..	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
February 14, 1930...	O	Friction...	.....	0.....	.....	No.....	Dry.....	Ithaca
February 14, 1930...	P	Glass.....	.....	0.....	.....	No.....	Dry.....	Ithaca
May 23, 1930.....	M	Vacuum...	9	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
May 23, 1930.....	N	Hermetic..	.....	0.....	.....	No.....	Moist.....	Ithaca
May 23, 1930.....	O	Friction...	.....	0.....	.....	No.....	Dry.....	Ithaca
May 23, 1930.....	P	Glass.....	.....	0.....	.....	No.....	Dry.....	Ithaca
June 4, 1930.....	M	Vacuum...	10	5.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	N	Hermetic..	.....	5.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	O	Friction...	.....	10.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	P	Glass.....	.....	5.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	M	Vacuum...	14	10.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	N	Hermetic..	.....	10.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	O	Friction...	.....	15.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	P	Glass.....	.....	10.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	M	Vacuum...	18	15.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	N	Hermetic..	.....	15.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	O	Friction...	....	20.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	P	Glass.....	.....	15.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Guelph
February 20, 1931...	M	Vacuum...	12	10.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	N	Hermetic..	.....	10.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	O	Friction...	.....	10.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	P	Glass.....	.....	10.....	Coarse....	No.....	Moist.....	Ithaca

Tableau 6 (fin). État des miels conditionnés selon différentes méthodes, après différentes durées de stockage — expérience 6. IV. Séries M–P.

Clé française du tableau original

En-têtes. Date : *Date* ; Série : *Series* ; Mode de fermeture : *Type of closure* ; Vide, en pouces : *Vacuum inches* ; Pourcentage approximatif de cristallisation : *Approximate per cent of crystallization* ; Type approximatif de cristallisation : *Approximate type of crystallization* ; Fermentation ou non : *Fermented or not* ; État de la surface du miel : *Condition of honey surface* ; Lieu de stockage et d'ouverture : *Stored and opened at*.

Fermetures. Fermeture sous vide : *Vacuum* ; Fermeture hermétique : *Hermetic* ; Couvercle emboîté par friction : *Friction* ; Récipient en verre : *Glass*.

Observations. Cristallisation fine : *Fine* ; Cristallisation grossière : *Coarse* ; Cristallisation très grossière : *Very coarse* ; Cristallisation moyennement grossière : *Medium coarse* ; Pas de fermentation : *No* ; Fermentation présente : *Yes* ; Légère fermentation : *Slightly* ; Surface humide : *Moist* ; Surface en cours de dessiccation : *Drying* ; Surface sèche : *Dry* ; Séparation : *sep.* ; Légère séparation : *Slight sep.* ; Données incomplètes : *Incomplete*.

Dates et lieux. octobre : *October* ; novembre : *November* ; décembre : *December* ; février : *February* ; mars : *March* ; mai : *May* ; juin : *June* ; septembre : *September*. Guelph, Ithaca et Chicago sont les lieux de stockage et d'ouverture ; leurs noms restent inchangés. Les nombres, pourcentages et lettres des séries se lisent tels qu'ils figurent dans le tableau original.

La série A1–D1 de l'expérience 6, à laquelle de l'eau et du miel fermenté avaient été ajoutés, a présenté une fermentation précoce, en décembre 1929 ; tandis que la série A–D de cette expérience, à laquelle la même quantité de miel fermenté avait été ajoutée, mais qui n'avait pas été diluée avec de l'eau, n'a présenté aucune fermentation avant février 1931. Il semblerait qu'une teneur élevée en eau du miel joue un rôle plus important dans l'apparition précoce de la fermentation que la présence d'une quantité excessive de levures. Si l'on admet que tous les miels contiennent des levures, comme l'ont montré Lochhead et McMaster (1931), le degré de précocité de la fermentation semble dépendre moins du nombre de cellules de levure présentes que de l'aptitude du miel à constituer un milieu favorable à leur développement. Une teneur élevée en eau et une abondance de grains de pollen

qui fournissent des composés azotés sont deux facteurs importants dans la constitution d'un milieu favorable au développement des levures dans le miel.

La séparation dans le miel de la série A–D de l'expérience 6 a commencé plusieurs mois avant l'apparition d'une fermentation manifeste. Là encore, il semble exister une relation entre séparation et fermentation. En général, la séparation se produit juste avant que la fermentation ne soit décelée, ou peu après.

L'effet du chauffage sur le ralentissement de la cristallisation, l'évaporation et l'absorption d'humidité dans les récipients en verre et ceux à couvercle emboîté par friction, ainsi que les autres points intéressants, sont identiques aux résultats observés dans les expériences 3 et 5 et déjà discutés.

Expérience 7

Le miel de la série A–D de l'expérience 7, provenant du trèfle blanc de Hollande et du trèfle hybride, de densité relative 1,428, avait été produit dans le comté de Wellington, en Ontario. Il avait été extrait de rayons non léchés et passé dans une pompe à miel le 27 août 1929. Ce miel a été traité au viscoliseur sous une pression de 1 500 livres. Le viscoliseur utilisé était du type couramment employé dans l'industrie laitière. L'auteur remercie H. Smallfield, du département laitier de l'Ontario Agricultural College, d'avoir traité au viscoliseur le miel utilisé dans cette expérience. Pour que le miel puisse passer dans le viscoliseur, il a fallu le chauffer à 122 °F afin d'en réduire la viscosité. Après refroidissement à la température ambiante, le miel a été conditionné le 28 août 1929. Trois échantillons en verre, ni chauffés ni traités au viscoliseur, ont été conservés comme témoins.

Le miel de la série E–H, provenant également du trèfle blanc de Hollande et du trèfle hybride, de densité relative 1,434, avait été produit dans le comté de Wellington, en Ontario. Il avait été extrait de rayons léchés le 9 septembre 1929 et n'avait pas été passé dans une pompe à miel. Le miel a été traité au viscoliseur comme celui de la série A–D, mais après chauffage à 120 °F. Il a été conditionné le 14 septembre 1929, après refroidissement à la température ambiante. Trois échantillons en verre, ni chauffés ni traités au viscoliseur, ont été conservés comme témoins.

Discussion

Le principal objectif de cette expérience était de déterminer l'effet de l'action de pulvérisation du viscoliseur sur la cristallisation du miel. Les résultats figurent au tableau 7. Dans les deux séries de cette expérience, le miel traité au viscoliseur a formé de très gros cristaux ; les échantillons témoins, qui n'avaient été ni traités au viscoliseur ni chauffés, ont cristallisé plus rapidement en formant des cristaux un peu plus petits. Comme le miel des deux séries avait dû être chauffé pour pouvoir passer dans le viscoliseur, il est possible qu'une grande partie des nombreux petits cristaux déjà présents aient été dissous. Une diminution du nombre de ces petits cristaux devrait ralentir la cristallisation du miel, avec pour conséquence la formation de cristaux plus gros.

Une fermentation a été observée dans les échantillons témoins non chauffés des deux séries. Comme indiqué précédemment, les échantillons traités au viscoliseur, qui ne présentaient aucune fermentation, avaient été chauffés à environ 120 °F et immédiatement passés dans le viscoliseur. Le faible chauffage appliqué dans ce cas a apparemment suffi à retarder la fermentation. Les autres points intéressants des résultats de l'expérience 7, tels que l'action hygroscopique du miel dans les récipients à couvercle emboîté par friction et dans les récipients en verre, ainsi que la séparation, sont semblables à ceux des expériences précédentes.

Page originale 39

TABLE 7. CONDITION OF HONEYS UNDER VARIOUS METHODS OF PACKING AFTER VARIOUS TIME INTERVALS, EXPERIMENT 7

Date	Series	Type of closure	Vacuum inches	Approximate per cent of crystallization	Approximate type of crystallization	Fermented or not	Condition of honey surface	Stored and opened at
				I. Series A–D				
October 26, 1929	A	Vacuum	24	0		No	Moist	Guelph
October 26, 1929	B	Hermetic		0		No	Moist	Guelph
October 26, 1929	C	Friction		0		No	Moist	Guelph
October 26, 1929	D	Glass		0		No	Moist	Guelph
October 26, 1929	Control (glass)			100	Fine	No	Moist	Guelph
November 26, 1929	A	Vacuum	15	0		No	Moist	Ithaca
November 26, 1929	B	Hermetic		0		No	Moist	Ithaca
November 26, 1929	C	Friction		0		No	Moist	Ithaca
November 26, 1929	D	Glass		0		No	Moist	Ithaca
November 26, 1929	Control (glass)			100	Fine	No	Moist	Ithaca
November 28, 1929	A	Vacuum	18	0		No	Moist	Guelph
November 28, 1929	B	Hermetic		0		No	Moist	Guelph
November 28, 1929	C	Friction		0		No	Moist	Guelph
November 28, 1929	D	Glass		0		No	Moist	Guelph
November 28, 1929	Control (glass)			100	Fine	No	Moist	Guelph
December 29, 1929	A	Vacuum	9	0		No	Moist	Ithaca
December 29, 1929	B	Hermetic		0		No	Moist	Ithaca
December 29, 1929	C	Friction		0		No	Drying	Ithaca
December 29, 1929	D	Glass		0		No	Drying	Ithaca
December 29, 1929	Control (glass)			100	Fine	No	Drying	Ithaca
February 14, 1930	A	Vacuum	16	5	Very coarse	No	Moist	Ithaca
February 14, 1930	B	Hermetic		5	Very coarse	No	Moist	Ithaca
February 14, 1930	C	Friction		5	Very coarse	No	Dry	Ithaca
February 14, 1930	D	Glass		5	Very coarse	No	Dry	Ithaca
February 14, 1930	Control (glass)			100	Fine	No	Dry	Ithaca
March 14, 1930	A	Vacuum	0	*	Very coarse	No	*	Chicago
March 14, 1930	B	Hermetic		*	Very coarse	No	*	Chicago
March 14, 1930	C	Friction		*	Very coarse	No	*	Chicago
March 14, 1930	D	Glass		*	Very coarse	No	*	Chicago
March 14, 1930	Control (glass)			*	Fine	No	*	Chicago
May 23, 1930	A	Vacuum	21	10	Very coarse	No	Moist	Ithaca
May 23, 1930	B	Hermetic		10	Very coarse	No	Moist	Ithaca
May 23, 1930	C	Friction		10	Very coarse	No	Dry	Ithaca
May 23, 1930	D	Glass		10	Very coarse	No	Dry	Ithaca
May 23, 1930	Control (glass)			100	Fine	No	Dry	Ithaca
June 4, 1930	A	Vacuum	13	20	Very coarse	No	Moist	Guelph
June 4, 1930	B	Hermetic		20	Very coarse	No	Moist	Guelph
June 4, 1930	C	Friction		20	Very coarse	No	Moist	Guelph
June 4, 1930	D	Glass		20	Very coarse	No	Moist	Guelph
June 4, 1930	Control (glass)			100	Fine	No	Moist	Guelph
September 2, 1930	A	Vacuum	12	30	Very coarse	No	Moist	Guelph
September 2, 1930	B	Hermetic		30	Very coarse	No	Moist	Guelph
September 2 1930	C	Friction		30	Very coarse	No	Moist	Guelph
September 2 1930	D	Glass		30	Very coarse	No	Moist	Guelph
September 2, 1930	Control (glass)			100	Fine	No	Moist	Guelph
February 9, 1931	A	Vacuum	17	40	Very coarse	No	Moist	Guelph
February 9, 1931	B	Hermetic		40	Very coarse	No	Moist	Guelph
February 9, 1931	C	Friction		40	Very coarse	No	Moist	Guelph
February 9, 1931	D	Glass		40	Very coarse	No	Moist	Guelph
February 9, 1931	Control (glass)			10% sep.†	Fine	Yes	Moist	Guelph
February 20, 1931	A	Vacuum	18	30	Very coarse	No	Moist	Ithaca
February 20, 1931	B	Hermetic		30	Very coarse	No	Moist	Ithaca
February 20, 1931	C	Friction		30	Very coarse	No	Moist	Ithaca
February 20, 1931	D	Glass		30	Very coarse	No	Moist	Ithaca
February 20, 1931	Control (glass)			10% sep.	Fine	Yes	Moist	Ithaca

* Incomplete.
† Separation: a term applied to crystallized honey which shows a liquid layer on the surface.

Tableau 7. État des miels conditionnés selon différentes méthodes, après différentes durées de stockage — expérience 7. I. Séries A–D.

* Données incomplètes.

† Séparation : terme appliqué à un miel cristallisé qui présente une couche liquide à sa surface.

Clé française du tableau original

En-têtes. Date : *Date* ; Série : *Series* ; Mode de fermeture : *Type of closure* ; Vide, en pouces : *Vacuum inches* ; Pourcentage approximatif de cristallisation : *Approximate per cent of crystallization* ; Type approximatif de cristallisation : *Approximate type of crystallization* ; Fermentation ou non : *Fermented or not* ; État de la surface du miel : *Condition of honey surface* ; Lieu de stockage et d’ouverture : *Stored and opened at*.

Fermetures. Fermeture sous vide : *Vacuum* ; Fermeture hermétique : *Hermetic* ; Couvercle emboîté par friction : *Friction* ; Récipient en verre : *Glass* ; Témoin en verre : *Control (glass)*.

Observations. Cristallisation fine : *Fine* ; Cristallisation grossière : *Coarse* ; Cristallisation très grossière : *Very coarse* ; Cristallisation moyennement grossière : *Medium coarse* ; Pas de fermentation : *No* ; Fermentation présente : *Yes* ; Légère fermentation : *Slightly* ; Surface humide : *Moist* ; Surface en cours de dessiccation : *Drying* ; Surface sèche : *Dry* ; Séparation : *sep.* ; Légère séparation : *Slight sep.* ; Données incomplètes : *Incomplete*.

Dates et lieux. octobre : *October* ; novembre : *November* ; décembre : *December* ; février : *February* ; mars : *March* ; mai : *May* ; juin : *June* ; septembre : *September*. Guelph, Ithaca et Chicago sont les lieux de stockage et d’ouverture ; leurs noms restent inchangés. Les nombres, pourcentages et lettres des séries se lisent tels qu’ils figurent dans le tableau original.

Page originale 40

TABLE 7 (*concluded*)

Date	Series	Type of closure	Vacuum inches	Approximate per cent of crystallization	Approximate type of crystallization	Fermented or not	Condition of honey surface	Stored and opened at
				II. Series E–H				
October 26, 1929	E	Vacuum	16	0		No	Moist	Guelph
October 26, 1929	F	Hermetic		0		No	Moist	Guelph
October 26, 1929	G	Friction		0		No	Moist	Guelph
October 26, 1929	H	Glass		0		No	Moist	Guelph
October 26, 1929	Control (glass)			50	Coarse	No	Moist	Guelph
November 26, 1929	E	Vacuum	22	0		No	Moist	Ithaca
November 26, 1929	F	Hermetic		0		No	Moist	Ithaca
November 26, 1929	G	Friction		0		No	Moist	Ithaca
November 26, 1929	H	Glass		0		No	Moist	Ithaca
November 26, 1929	Control (glass)			70	Coarse	No	Moist	Ithaca
November 28, 1929	E	Vacuum	6	0		No	Moist	Guelph
November 28, 1929	F	Hermetic		0		No	Moist	Guelph
November 28, 1929	G	Friction		0		No	Moist	Guelph
November 28, 1929	H	Glass		0		No	Moist	Guelph
November 28, 1929	Control (glass)			75	Coarse	No	Moist	Guelph
December 29, 1929	E	Vacuum	12	10	Very coarse	No	Moist	Ithaca
December 29, 1929	F	Hermetic		10	Very coarse	No	Moist	Ithaca
December 29, 1929	G	Friction		10	Very coarse	No	Drying	Ithaca
December 29, 1929	H	Glass		10	Very coarse	No	Moist	Ithaca
December 29, 1929	Control (glass)			85	Coarse	No	Drying	Ithaca
February 14, 1930	E	Vacuum	4	20	Very coarse	No	Moist	Ithaca
February 14, 1930	F	Hermetic		20	Very coarse	No	Moist	Ithaca
February 14, 1930	G	Friction		20	Very coarse	No	Dry	Ithaca
February 14, 1930	H	Glass		20	Very coarse	No	Drying	Ithaca
February 14, 1930	Control (glass)			100	Coarse	No	Dry	Ithaca
March 14, 1930	E	Vacuum	7	*	Very coarse	No	*	Chicago
March 14, 1930	F	Hermetic		*	Very coarse	No	*	Chicago
March 14, 1930	G	Friction		*	Very coarse	No	*	Chicago
March 14, 1930	H	Glass		*	Very coarse	No	*	Chicago
March 14, 1930	Control (glass)			*	Coarse	No	*	Chicago
May 23, 1930	E	Vacuum	19	30	Very coarse	No	Moist	Ithaca
May 23, 1930	F	Hermetic		30	Very coarse	No	Moist	Ithaca
May 23, 1930	G	Friction		30	Very coarse	No	Dry	Ithaca
May 23, 1930	H	Glass		30	Very coarse	No	Dry	Ithaca
May 23, 1930	Control (glass)			100	Coarse	No	Dry	Ithaca
June 4, 1930	E	Vacuum	11	40	Very coarse	No	Moist	Guelph
June 4, 1930	F	Hermetic		40	Very coarse	No	Moist	Guelph
June 4, 1930	G	Friction		40	Very coarse	No	Moist	Guelph
June 4, 1930	H	Glass		40	Very coarse	No	Moist	Guelph
June 4, 1930	Control (glass)			100	Coarse	No	Moist	Guelph
September 2, 1930	E	Vacuum	23	50	Very coarse	No	Moist	Guelph
September 2, 1930	F	Hermetic		50	Very coarse	No	Moist	Guelph
September 2, 1930	G	Friction		50	Very coarse	No	Moist	Guelph
September 2, 1930	H	Glass		50	Very coarse	No	Moist	Guelph
September 2, 1930	Control (glass)			100	Coarse	No	Moist	Guelph
February 9, 1931	E	Vacuum	16	60	Very coarse	No	Moist	Guelph
February 9, 1931	F	Hermetic		60	Very coarse	No	Moist	Guelph
February 9, 1931	G	Friction		60	Very coarse	No	Moist	Guelph
February 9, 1931	H	Glass		60	Very coarse	No	Moist	Guelph
February 9, 1931	Control (glass)			10% sep.†	Coarse	Yes	Moist	Guelph
February 20, 1931	E	Vacuum	13	50	Very coarse	No	Moist	Ithaca
February 20, 1931	F	Hermetic		50	Very coarse	No	Moist	Ithaca
February 20, 1931	G	Friction		50	Very coarse	No	Moist	Ithaca
February 20, 1931	H	Glass		50	Very coarse	No	Moist	Ithaca
February 20, 1931	Control (glass)			10% sep.	Coarse	Yes	Moist	Ithaca

*Incomplete.
†Separation: a term applied to crystallized honey which shows a liquid layer on the surface.

Tableau 7 (fin). État des miels conditionnés selon différentes méthodes, après différentes durées de stockage — expérience 7. II. Séries E–H.

* Données incomplètes.

† Séparation : terme appliqué à un miel cristallisé qui présente une couche liquide à sa surface.

Clé française du tableau original

En-têtes. Date : *Date* ; Série : *Series* ; Mode de fermeture : *Type of closure* ; Vide, en pouces : *Vacuum inches* ; Pourcentage approximatif de cristallisation : *Approximate per cent of crystallization* ; Type approximatif de cristallisation : *Approximate type of crystallization* ; Fermentation ou non : *Fermented or not* ; État de la surface du miel : *Condition of honey surface* ; Lieu de stockage et d'ouverture : *Stored and opened at*.

Fermetures. Fermeture sous vide : *Vacuum* ; Fermeture hermétique : *Hermetic* ; Couvercle emboîté par friction : *Friction* ; Récipient en verre : *Glass* ; Témoin en verre : *Control (glass)*.

Observations. Cristallisation fine : *Fine* ; Cristallisation grossière : *Coarse* ; Cristallisation très grossière : *Very coarse* ; Cristallisation moyennement grossière : *Medium coarse* ; Pas de fermentation : *No* ; Fermentation présente : *Yes* ; Légère fermentation : *Slightly* ; Surface humide : *Moist* ; Surface en cours de dessiccation : *Drying* ; Surface sèche : *Dry* ; Séparation : *sep.* ; Légère séparation : *Slight sep.* ; Données incomplètes : *Incomplete*.

Dates et lieux. octobre : *October* ; novembre : *November* ; décembre : *December* ; février : *February* ; mars : *March* ; mai : *May* ; juin : *June* ; septembre : *September*. Guelph, Ithaca et Chicago sont les lieux de stockage et d'ouverture ; leurs noms restent inchangés. Les nombres, pourcentages et lettres des séries se lisent tels qu'ils figurent dans le tableau original.

Page originale 41

Expérience 8

Le miel de la série A–D de l'expérience 8, provenant du trèfle blanc de Hollande, du trèfle hybride et du sarrasin, de densité relative 1,411, avait été produit au rucher de l'Ontario Agricultural College, dans le comté de Wellington, en Ontario. Ce miel avait été extrait de rayons non léchés qui avaient été séparés du lot habituel de miel clair parce qu'ils contenaient un peu de miel de sarrasin. Le miel avait été passé dans une pompe à miel, n'avait pas été chauffé et était entièrement liquide au moment du conditionnement, le 23 août 1929.

Le miel de la série E–H était le même que celui utilisé dans la série A–D. Il n'avait été ni pompé ni chauffé et était entièrement liquide au moment du conditionnement, le 23 août 1929.

Le miel de la série I–L, provenant du trèfle blanc de Hollande et du trèfle hybride, de densité relative 1,425, avait été produit dans le comté de Halton, en Ontario. Il avait été extrait de rayons léchés et passé dans une pompe à miel le 3 septembre 1929. Il n'avait pas été chauffé et était entièrement liquide au moment du conditionnement, le 11 septembre 1929.

Le miel de la série M–P était le même que celui utilisé dans la série I–L, à cette différence près qu'il n'avait pas été passé dans une pompe. Il n'avait pas été chauffé et était entièrement liquide au moment du conditionnement, le 11 septembre 1929.

Discussion

L'objectif de l'expérience 8 était de déterminer l'effet que l'action mécanique de la pompe à miel pouvait avoir sur la cristallisation ou sur la fermentation. Les résultats figurent au tableau 8.

Le miel de la série A–D, qui avait été pompé, présentait une cristallisation légèrement plus rapide que celui de la série E–H ; mais les cristaux formés dans les deux séries étaient petits et de taille à peu près identique. En mai 1930, le miel de la série A–D, qui avait été pompé, présentait un peu plus de séparation que celui de la série E–H, qui ne l'avait pas été. En mai 1930, une fermentation était présente ou soupçonnée dans les miels des deux séries.

Le miel de la série I–L, qui avait été pompé, a également cristallisé plus rapidement que celui de la série M–P, qui ne l'avait pas été. Les cristaux formés dans la série M–P étaient considérablement plus gros que ceux de la série I–L. Puisque les deux miels pompés de cette expérience ont formé des cristaux plus rapidement que les miels non pompés, il faut supposer que l'action mécanique de la pompe accélère la cristallisation, avec généralement pour conséquence la formation de cristaux plus petits. Cela concorde avec l'expérience courante des apiculteurs.

Il est intéressant de remarquer qu'une séparation de 5 % s'est produite dans le miel de la série I–L. Le miel de cette série et celui de la série M–P étaient identiques, à cette différence près que le miel de la série I–L avait été pompé et avait formé des cristaux plus petits que ceux de la série M–P, qui n'avait pas été pompée. Une fermentation était manifeste dans les deux séries au même moment. Ces deux séries offrent donc une excellente occasion d'étudier la relation entre séparation et fermentation. L'examen approfondi des échantillons laisse penser que les plus gros cristaux du miel de la série M–P formaient une armature solide de cristaux de dextrose hydraté, qui empêchait la sédimentation de ces gros cristaux. Les cristaux formés dans le miel de la série I–L étaient beaucoup plus petits, formaient une armature moins solide et

Page originale 42

TABLE 8. CONDITION OF HONEYS UNDER VARIOUS METHODS OF PACKING AFTER VARIOUS TIME INTERVALS, EXPERIMENT 8

Date	Series	Type of closure	Vacuum inches	Approximate per cent of crystallization	Approximate type of crystallization	Fermented or not	Condition of honey surface	Stored and opened at
				I. Series A–D				
October 26, 1929....	A	Vacuum...	20	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	B	Hermetic..	.....	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	C	Friction...	.....	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	D	Glass.....	.....	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 26, 1929..	A	Vacuum...	8	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	B	Hermetic..	.....	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	C	Friction...	.....	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	D	Glass.....	.....	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Ithaca
November 28, 1929..	A	Vacuum...	2	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	B	Hermetic..	.....	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	C	Friction...	.....	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	D	Glass.....	.....	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Guelph
December 29, 1929..	A	Vacuum...	5	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Ithaca
December 29, 1929..	B	Hermetic..	.....	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Ithaca
December 29, 1929..	C	Friction...	.....	100.....	Fine.....	No.....	Dry.....	Ithaca
December 29, 1929..	D	Glass.....	.....	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Ithaca
February 14, 1930...	A	Vacuum...	13	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Ithaca
February 14, 1930...	B	Hermetic..	.....	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Ithaca
February 14, 1930...	C	Friction...	.....	100.....	Fine.....	No.....	Dry.....	Ithaca
February 14, 1930...	D	Glass.....	.....	100.....	Fine.....	No.....	Moist.....	Ithaca
March 14, 1930.....	A	Vacuum...	8	100.....	Fine.....	No.....	.....†	Chicago
March 14, 1930.....	B	Hermetic..	.....	100.....	Fine.....	No.....	....†	Chicago
March 14, 1930.....	C	Friction...	.....	100.....	Fine.....	No.....	.....†	Chicago
March 14, 1930.....	D	Glass.....	.....	100.....	Fine.....	No.....	.....†	Chicago
May 23, 1930.....	A	Vacuum...	0	10% sep.*.	Fine.....	Yes.....	Moist.....	Ithaca
May 23, 1930.....	B	Hermetic..	.....	10% sep..	Fine.....	Yes.....	Moist.....	Ithaca
May 23, 1930.....	C	Friction...	.....	10% sep..	Fine.....	Yes.....	Dry.....	Ithaca
May 23, 1930.....	D	Glass.....	.....	10% sep..	Fine.....	Yes.....	Dry.....	Ithaca
June 4, 1930.....	A	Vacuum...	0	20% sep...	Fine.....	Yes.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	B	Hermetic..	.....	20% sep...	Fine.....	Yes.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	C	Friction...	.....	20% sep...	Fine.....	Yes.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	D	Glass.....	.....	20% sep...	Fine.....	Yes.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	A	Vacuum...	0	30% sep...	Fine.....	Yes.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	B	Hermetic..	.....	30% sep...	Fine.....	Yes.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	C	Friction...	.....	30% sep...	Fine.....	Yes.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	D	Glass.....	.....	30% sep...	Fine.....	Yes.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	A	Vacuum...	0	40% sep...	Fine.....	Yes.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	B	Hermetic..	.....	40% sep...	Fine.....	Yes.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	C	Friction...	.....	40% sep...	Fine.....	Yes.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	D	Glass.....	.....	40% sep...	Fine.....	Yes.....	Moist.....	Guelph
February 20, 1931...	A	Vacuum...	0	50% sep...	Fine.....	Yes.....	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	B	Hermetic..	.....	50% sep...	Fine.....	Yes.....	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	C	Friction...	.....	50% sep...	Fine.....	Yes.....	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	D	Glass.....	.....	50% sep...	Fine.....	Yes.....	Moist.....	Ithaca

* Separation: a term applied to crystallized honey which shows a liquid layer on the surface.
† Incomplete.

Tableau 8. État des miels conditionnés selon différentes méthodes, après différentes durées de stockage — expérience 8. I. Séries A–D.

* Séparation : terme appliqué à un miel cristallisé qui présente une couche liquide à sa surface.

† Données incomplètes.

Clé française du tableau original

En-têtes. Date : *Date* ; Série : *Series* ; Mode de fermeture : *Type of closure* ; Vide, en pouces : *Vacuum inches* ; Pourcentage approximatif de cristallisation : *Approximate per cent of crystallization* ; Type approximatif de cristallisation : *Approximate type of crystallization* ; Fermentation ou non : *Fermented or not* ; État de la surface du miel : *Condition of honey surface* ; Lieu de stockage et d'ouverture : *Stored and opened at*.

Fermetures. Fermeture sous vide : *Vacuum* ; Fermeture hermétique : *Hermetic* ; Couvercle emboîté par friction : *Friction* ; Récipient en verre : *Glass*.

Observations. Cristallisation fine : *Fine* ; Cristallisation grossière : *Coarse* ; Cristallisation très grossière : *Very coarse* ; Cristallisation moyennement grossière : *Medium coarse* ; Pas de fermentation : *No* ; Fermentation présente : *Yes* ; Légère fermentation : *Slightly* ; Surface humide : *Moist* ; Surface en cours de dessiccation : *Drying* ; Surface sèche : *Dry* ; Séparation : *sep.* ; Légère séparation : *Slight sep.* ; Données incomplètes : *Incomplete*. Le point d'interrogation signale une observation incertaine dans l'original.

Dates et lieux. octobre : *October* ; novembre : *November* ; décembre : *December* ; février : *February* ; mars : *March* ; mai : *May* ; juin : *June* ; septembre : *September*. Guelph, Ithaca et Chicago sont les lieux de stockage et d'ouverture ; leurs noms restent inchangés. Les nombres, pourcentages et lettres des séries se lisent tels qu'ils figurent dans le tableau original.

Page originale 43

TABLE 8 (*continued*)

Date	Series	Type of closure	Vacuum inches	Approximate per cent of crystallization	Approximate type of crystallization	Fermented or not	Condition of honey surface	Stored and opened at
				II. Series E–H				
October 26, 1929	E	Vacuum	10	90	Fine	No	Moist	Guelph
October 26, 1929	F	Hermetic		90	Fine	No	Moist	Guelph
October 26, 1929	G	Friction		90	Fine	No	Moist	Guelph
October 26, 1929	H	Glass		90	Fine	No	Moist	Guelph
November 26, 1929	E	Vacuum	7	100	Fine	No	Moist	Ithaca
November 26, 1929	F	Hermetic		100	Fine	No	Moist	Ithaca
November 26, 1929	G	Friction		100	Fine	No	Moist	Ithaca
November 26, 1929	H	Glass		100	Fine	No	Moist	Ithaca
November 28, 1929	E	Vacuum	2	100	Fine	No	Moist	Guelph
November 28, 1929	F	Hermetic		100	Fine	No	Moist	Guelph
November 28, 1929	G	Friction		100	Fine	No	Moist	Guelph
November 28, 1929	H	Glass		100	Fine	No	Moist	Guelph
December 29, 1929	E	Vacuum	0	100	Fine	No	Moist	Ithaca
December 29, 1929	F	Hermetic		100	Fine	No	Moist	Ithaca
December 29, 1929	G	Friction		100	Fine	No	Moist	Ithaca
December 29, 1929	H	Glass		100	Fine	No	Moist	Ithaca
February 14, 1930	E	Vacuum	5	100	Fine	No	Moist	Ithaca
February 14, 1930	F	Hermetic		100	Fine	No	Moist	Ithaca
February 14, 1930	G	Friction		100	Fine	No	Dry	Ithaca
February 14, 1930	H	Glass		100	Fine	No	Moist	Ithaca
March 14, 1930	E	Vacuum	8	100	Fine	No	†	Chicago
March 14, 1930	F	Hermetic		100	Fine	No	†	Chicago
March 14, 1930	G	Friction		100	Fine	No	†	Chicago
March 14, 1930	H	Glass		100	Fine	No	†	Chicago
May 23, 1930	E	Vacuum	0	5% sep.*	Fine	?	Moist	Ithaca
May 23, 1930	F	Hermetic		5% sep.	Fine	?	Moist	Ithaca
May 23, 1930	G	Friction		5% sep.	Fine	?	Dry	Ithaca
May 23, 1930	H	Glass		5% sep.	Fine	?	Moist	Ithaca
June 4, 1930	E	Vacuum	0	15% sep.	Fine	Yes	Moist	Guelph
June 4, 1930	F	Hermetic		15% sep.	Fine	Yes	Moist	Guelph
June 4, 1930	G	Friction		15% sep.	Fine	Yes	Moist	Guelph
June 4, 1930	H	Glass		15% sep.	Fine	Yes	Moist	Guelph
September 2, 1930	E	Vacuum	0	30% sep.	Fine	Yes	Moist	Guelph
September 2, 1930	F	Hermetic		30% sep.	Fine	Yes	Moist	Guelph
September 2, 1930	G	Friction		30% sep.	Fine	Yes	Moist	Guelph
September 2, 1930	H	Glass		30% sep.	Fine	Yes	Moist	Guelph
February 9, 1931	E	Vacuum	0	40% sep.	Fine	Yes	Moist	Guelph
February 9, 1931	F	Hermetic		40% sep.	Fine	Yes	Moist	Guelph
February 9, 1931	G	Friction		40% sep.	Fine	Yes	Moist	Guelph
February 9, 1931	H	Glass		40% sep.	Fine	Yes	Moist	Guelph
February 20, 1931	E	Vacuum	0	50% sep.	Fine	Yes	Moist	Ithaca
February 20, 1931	F	Hermetic		50% sep.	Fine	Yes	Moist	Ithaca
February 20, 1931	G	Friction		50% sep.	Fine	Yes	Moist	Ithaca
February 20, 1931	H	Glass		50% sep.	Fine	Yes	Moist	Ithaca

* Separation: a term applied to crystallized honey which shows a liquid layer on the surface.
† Incomplete.

Tableau 8 (suite). État des miels conditionnés selon différentes méthodes, après différentes durées de stockage — expérience 8. II. Séries E–H.

* Séparation : terme appliqué à un miel cristallisé qui présente une couche liquide à sa surface.

† Données incomplètes.

Clé française du tableau original

En-têtes. Date : *Date* ; Série : *Series* ; Mode de fermeture : *Type of closure* ; Vide, en pouces : *Vacuum inches* ; Pourcentage approximatif de cristallisation : *Approximate per cent of crystallization* ; Type approximatif de cristallisation : *Approximate type of crystallization* ; Fermentation ou non : *Fermented or not* ; État de la surface du miel : *Condition of honey surface* ; Lieu de stockage et d'ouverture : *Stored and opened at*.

Fermetures. Fermeture sous vide : *Vacuum* ; Fermeture hermétique : *Hermetic* ; Couvercle emboîté par friction : *Friction* ; Récipient en verre : *Glass*.

Observations. Cristallisation fine : *Fine* ; Cristallisation grossière : *Coarse* ; Cristallisation très grossière : *Very coarse* ; Cristallisation moyennement grossière : *Medium coarse* ; Pas de fermentation : *No* ; Fermentation présente : *Yes* ; Légère fermentation : *Slightly* ; Surface humide : *Moist* ; Surface en cours de dessiccation : *Drying* ; Surface sèche : *Dry* ; Séparation : *sep.* ; Légère séparation : *Slight sep.* ; Données incomplètes : *Incomplete*. Le point d'interrogation signale une observation incertaine dans l'original.

Dates et lieux. octobre : *October* ; novembre : *November* ; décembre : *December* ; février : *February* ; mars : *March* ; mai : *May* ; juin : *June* ; septembre : *September*. Guelph, Ithaca et Chicago sont les lieux de stockage et d'ouverture ; leurs noms restent inchangés. Les nombres, pourcentages et lettres des séries se lisent tels qu'ils figurent dans le tableau original.

Page originale 44

TABLE 8 (*continued*)

Date	Series	Type of closure	Vacuum inches	Approximate per cent of crystallization	Approximate type of crystallization	Fermented or not	Condition of honey surface	Stored and opened at
III. Series I–L								
October 26, 1929....	I	Vacuum...	7	80.....	Medium coarse	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	J	Hermetic..	.....	80.....	Medium coarse	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	K	Friction...	.....	80.....	Medium coarse	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	L	Glass.....	.....	80.....	Medium coarse	No.....	Moist.....	Guelph
November 26, 1929..	I	Vacuum...	4	90.....	Medium coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	J	Hermetic..	.....	90.....	Medium coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	K	Friction...	.....	90.....	Medium coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	L	Glass.....	.....	90.....	Medium coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
November 28, 1929..	I	Vacuum...	16	90.....	Medium coarse	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	J	Hermetic..	.....	90.....	Medium coarse	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	K	Friction...	.....	90.....	Medium coarse	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	L	Glass.....	.....	90.....	Medium coarse	No.....	Moist.....	Guelph
December 29, 1929..	I	Vacuum...	2	100.....	Medium coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
December 29, 1929..	J	Hermetic..	.....	100.....	Medium coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
December 29, 1929..	K	Friction...	.....	100.....	Medium coarse	No.....	Drying....	Ithaca
December 29, 1929..	L	Glass.....	.....	100.....	Medium coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
February 14, 1930...	I	Vacuum...	2	100.....	Medium coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
February 14, 1930...	J	Hermetic..	.....	100.....	Medium coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
February 14, 1930...	K	Friction...	.....	100.....	Medium coarse	No.....	Dry.....	Ithaca
February 14, 1930...	L	Glass.....	.....	100.....	Medium coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
May 23, 1930.....	I	Vacuum...	8	100.....	Medium coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
May 23, 1930.....	J	Hermetic..	.....	100.....	Medium coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
May 23, 1930.....	K	Friction...	.....	100.....	Medium coarse	No.....	Dry.....	Ithaca
May 23, 1930.....	L	Glass.....	.....	100.....	Medium coarse	No.....	Moist.....	Ithaca
June 4, 1930.....	I	Vacuum...	5	100.....	Medium coarse	No.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	J	Hermetic..	.....	100.....	Medium coarse	No.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	K	Friction...	.....	100.....	Medium coarse	No.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	L	Glass.....	.....	100.....	Medium coarse	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	I	Vacuum...	0	100.....	Medium coarse	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	J	Hermetic..	.....	100.....	Medium coarse	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	K	Friction...	.....	100.....	Medium coarse	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	L	Glass.....	.....	100.....	Medium coarse	No.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	I	Vacuum...	0	Slight sep.*	Medium coarse	Slightly...	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	J	Hermetic..	.....	Slight sep..	Medium coarse	Slightly...	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	K	Friction...	.....	Slight sep..	Medium coarse	Slightly...	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	L	Glass.....	.....	Slight sep..	Medium coarse	Slightly...	Moist.....	Guelph
February 20, 1931...	I	Vacuum...	0	5% sep....	Medium coarse	Yes.....	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	J	Hermetic..	.....	5% sep....	Medium coarse	Yes.....	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	K	Friction...	.....	5% sep....	Medium coarse	Yes.....	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	L	Glass.....	.....	5% sep....	Medium coarse	Yes.....	Moist.....	Ithaca

* Separation: a term applied to crystallized honey which shows a liquid layer on the surface

Tableau 8 (suite). État des miels conditionnés selon différentes méthodes, après différentes durées de stockage — expérience 8. III. Séries I–L.

* Séparation : terme appliqué à un miel cristallisé qui présente une couche liquide à sa surface.

Clé française du tableau original

En-têtes. Date : *Date* ; Série : *Series* ; Mode de fermeture : *Type of closure* ; Vide, en pouces : *Vacuum inches* ; Pourcentage approximatif de cristallisation : *Approximate per cent of crystallization* ; Type approximatif de cristallisation : *Approximate type of crystallization* ; Fermentation ou non : *Fermented or not* ; État de la surface du miel : *Condition of honey surface* ; Lieu de stockage et d'ouverture : *Stored and opened at*.

Fermetures. Fermeture sous vide : *Vacuum* ; Fermeture hermétique : *Hermetic* ; Couvercle emboîté par friction : *Friction* ; Récipient en verre : *Glass*.

Observations. Cristallisation fine : *Fine* ; Cristallisation grossière : *Coarse* ; Cristallisation très grossière : *Very coarse* ; Cristallisation moyennement grossière : *Medium coarse* ; Pas de fermentation : *No* ; Fermentation présente : *Yes* ; Légère fermentation : *Slightly* ; Surface humide : *Moist* ; Surface en cours de dessiccation : *Drying* ; Surface sèche : *Dry* ; Séparation : *sep.* ; Légère séparation : *Slight sep.* ; Données incomplètes : *Incomplete*. Le point d'interrogation signale une observation incertaine dans l'original.

Dates et lieux. octobre : *October* ; novembre : *November* ; décembre : *December* ; février : *February* ; mars : *March* ; mai : *May* ; juin : *June* ; septembre : *September*. Guelph, Ithaca et Chicago sont les lieux de stockage et d'ouverture ; leurs noms restent inchangés. Les nombres, pourcentages et lettres des séries se lisent tels qu'ils figurent dans le tableau original.

Page originale 45

TABLE 8 (*concluded*)

Date	Series	Type of closure	Vacuum inches	Approximate per cent of crystallization	Approximate type of crystallization	Fermented or not	Condition of honey surface	Stored and opened at
IV. Series M–P								
October 26, 1929....	M	Vacuum...	5	70.....	Very coarse...	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	N	Hermetic..	.....	70.....	Very coarse...	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	O	Friction...	.....	70.....	Very coarse...	No.....	Moist.....	Guelph
October 26, 1929....	P	Glass.....	.....	70.....	Very coarse...	No.....	Moist.....	Guelph
November 26, 1929..	M	Vacuum...	11	80.....	Very coarse...	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	N	Hermetic..	.....	80.....	Very coarse...	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	O	Friction...	.....	80.....	Very coarse...	No.....	Moist.....	Ithaca
November 26, 1929..	P	Glass.....	.....	80.....	Very coarse...	No.....	Moist.....	Ithaca
November 28, 1929..	M	Vacuum...	8	85.....	Very coarse...	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	N	Hermetic..	.....	85.....	Very coarse...	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	O	Friction...	.....	85.....	Very coarse...	No.....	Moist.....	Guelph
November 28, 1929..	P	Glass.....	.....	85.....	Very coarse...	No.....	Moist.....	Guelph
December 29, 1929..	M	Vacuum...	4	95.....	Very coarse...	No.....	Moist.....	Ithaca
December 29, 1929..	N	Hermetic..	.....	95.....	Very coarse...	No	Moist.....	Ithaca
December 29, 1929..	O	Friction...	.....	95.....	Very coarse...	No.....	Moist.....	Ithaca
December 29, 1929..	P	Glass.....	.....	95.....	Very coarse...	No.....	Moist.....	Ithaca
February 14, 1930...	M	Vacuum...	0	100.....	Very coarse...	No.....	Moist.....	Ithaca
February 14, 1930...	N	Hermetic..	.....	100.....	Very coarse...	No.....	Moist.....	Ithaca
February 14, 1930...	O	Friction...	.....	100.....	Very coarse...	No.....	Dry.....	Ithaca
February 14, 1930...	P	Glass.....	.....	100.....	Very coarse...	No.....	Moist.....	Ithaca
May 23, 1930.....	M	Vacuum...	1	100.....	Very coarse...	No.....	Moist.....	Ithaca
May 23, 1930.....	N	Hermetic..	.....	100.....	Very coarse...	No.....	Moist.....	Ithaca
May 23, 1930.....	O	Friction...	.....	100.....	Very coarse...	No.....	Dry.....	Ithaca
May 23, 1930.....	P	Glass.....	.....	100.....	Very coarse...	No.....	Drying....	Ithaca
June 4, 1930.....	M	Vacuum...	3	100.....	Very coarse...	No.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	N	Hermetic..	.....	100.....	Very coarse...	No.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	O	Friction...	.....	100.....	Very coarse...	No.....	Moist.....	Guelph
June 4, 1930.....	P	Glass.....	.....	100.....	Very coarse...	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	M	Vacuum...	0	100.....	Very coarse...	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	N	Hermetic..	.....	100.....	Very coarse...	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	O	Friction...	.....	100.....	Very coarse...	No.....	Moist.....	Guelph
September 2, 1930...	P	Glass.....	.....	100.....	Very coarse...	No.....	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	M	Vacuum...	0	100.....	Very coarse...	Slightly...	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	N	Hermetic..	.....	100.....	Very coarse...	Slightly...	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	O	Friction...	.....	100.....	Very coarse...	Slightly...	Moist.....	Guelph
February 9, 1931....	P	Glass.....	.....	100.....	Very coarse...	Slightly...	Moist.....	Guelph
February 20, 1931...	M	Vacuum...	0	100.....	Very coarse...	Yes.....	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	N	Hermetic..	.....	100.....	Very coarse...	Yes.....	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	O	Friction...	.....	100.....	Very coarse...	Yes.....	Moist.....	Ithaca
February 20, 1931...	P	Glass.....	.....	100.....	Very coarse...	Yes.....	Moist.....	Ithaca

Tableau 8 (fin). État des miels conditionnés selon différentes méthodes, après différentes durées de stockage — expérience 8. IV. Séries M–P.

Clé française du tableau original

En-têtes. Date : *Date* ; Série : *Series* ; Mode de fermeture : *Type of closure* ; Vide, en pouces : *Vacuum inches* ; Pourcentage approximatif de cristallisation : *Approximate per cent of crystallization* ; Type approximatif de cristallisation : *Approximate type of crystallization* ; Fermentation ou non : *Fermented or not* ; État de la surface du miel : *Condition of honey surface* ; Lieu de stockage et d'ouverture : *Stored and opened at*.

Fermetures. Fermeture sous vide : *Vacuum* ; Fermeture hermétique : *Hermetic* ; Couvercle emboîté par friction : *Friction* ; Récipient en verre : *Glass*.

Observations. Cristallisation fine : *Fine* ; Cristallisation grossière : *Coarse* ; Cristallisation très grossière : *Very coarse* ; Cristallisation moyennement grossière : *Medium coarse* ; Pas de fermentation : *No* ; Fermentation présente : *Yes* ; Légère fermentation : *Slightly* ; Surface humide : *Moist* ; Surface en cours de dessiccation : *Drying* ; Surface sèche : *Dry* ; Séparation : *sep.* ; Légère séparation : *Slight sep.* ; Données incomplètes : *Incomplete*. Le point d'interrogation signale une observation incertaine dans l'original.

Dates et lieux. octobre : *October* ; novembre : *November* ; décembre : *December* ; février : *February* ; mars : *March* ; mai : *May* ; juin : *June* ; septembre : *September*. Guelph, Ithaca et Chicago sont les lieux de stockage et d'ouverture ; leurs noms restent inchangés. Les nombres, pourcentages et lettres des séries se lisent tels qu'ils figurent dans le tableau original.

permettaient la sédimentation des petits cristaux. Les cristaux de cette dernière série, étant plus petits, se déposeraient alors en une masse plus compacte, laissant une couche liquide à la surface. Dans la série I–L, la fermentation semblait progresser davantage dans la couche liquide à la surface du miel ; tandis que, dans la série M–P, elle semblait progresser entre les plus gros cristaux, dans toute la masse du miel. Une fermentation peut donc être présente dans les miels à cristallisation grossière sans séparation apparente.

Il semble que la séparation soit caractéristique des miels à forte teneur en eau, dans lesquels les cristaux de dextrose hydraté n'ont ni la taille ni le nombre suffisants pour former, dans toute la phase liquide, une armature solide qui empêcherait leur sédimentation. Puisque

les miels à forte teneur en eau sont sujets à la fermentation, la séparation, lorsqu'elle se produit, s'accompagne habituellement, mais pas nécessairement, d'une fermentation. Ainsi, lorsqu'une séparation est présente depuis un certain temps, on peut s'attendre à ce qu'une fermentation soit également présente ; mais si l'on observe ces échantillons séparés immédiatement après que la séparation est devenue manifeste, il est douteux, dans de nombreux cas, qu'une fermentation soit déjà présente.

Expérience 9

Les séries E, E1, H et H1 utilisaient le même miel que la série E–H de l'expérience 2 : un miel de mélilot blanc, de densité relative 1,431, produit dans le comté de Simcoe, en Ontario. Il avait été extrait de rayons léchés le 2 septembre 1929 et n'avait pas été passé dans une pompe à miel.

Environ 5 % de miel à cristallisation fine ont été ajoutés dans la moitié des récipients utilisés. Dans les autres récipients, environ 5 % de miel à cristallisation grossière ont été ajoutés. Comme l'indique le tableau 9, seuls les récipients fermés sous vide et les récipients en verre ont été utilisés dans cette expérience. Le miel cristallisé ajouté n'a été que légèrement remué dans le miel liquide et n'y a nullement été incorporé de façon homogène. Le miel n'avait pas été chauffé et était entièrement liquide au moment du conditionnement, le 7 septembre 1929.

Les séries M, M1, P et P1 utilisaient le même miel que les séries E, E1, H et H1. Avant le conditionnement, le miel était cristallisé à environ 80 %. Il a été liquéfié par un chauffage à 130 °F pendant trente minutes. Après refroidissement à la température ambiante, environ 5 % de miel à cristallisation fine ou grossière ont été ajoutés, comme dans la première série de l'expérience. Le miel a été mis en boîte ou fermé le 22 octobre 1929.

Discussion

L'objectif de cette expérience était de déterminer l'effet de l'ajout de miel cristallisé sur la vitesse et le type de cristallisation du miel. Les résultats figurent au tableau 9.

On remarquera que le miel non chauffé de la série E–H1, auquel 5 % de miel cristallisé avaient été ajoutés, n'a subi aucune modification de son type de cristallisation par rapport au même miel non chauffé utilisé dans la série E–H de l'expérience 2 (tableau 2, page 19), auquel aucun cristal n'avait été ajouté. Le caractère fin ou grossier des cristaux ajoutés au miel de la série E–H1 n'a lui non plus eu que peu ou pas d'effet sur la vitesse et le type de cristallisation.

En comparant les résultats de la série M–P1 de l'expérience 9 à ceux de la série M–P de l'expérience 2 (page 20), on remarquera que la première série, à laquelle du miel cristallisé avait été ajouté, a cristallisé plus rapidement que la seconde, en formant des cristaux un peu plus petits. Aucune différence de vitesse ou de type de cristallisation attribuable au caractère fin ou grossier des cristaux ajoutés au miel n'a pu être décelée.

Les résultats de l'expérience 9 sembleraient indiquer que l'ajout de cristaux au miel liquide n'a que peu ou pas d'effet sur la vitesse ou le type de cristallisation. En théorie, l'ajout de cristaux au miel liquide devrait influer sur le type de cristallisation ; mais les cristaux ajoutés n'avaient pas été répartis uniformément dans tout le miel, et cette dispersion insuffisante est l'une des raisons pour lesquelles la cristallisation n'a été que peu influencée.

Page originale 47

TABLE 9. CONDITION OF HONEYS UNDER VARIOUS METHODS OF PACKING AFTER VARIOUS TIME INTERVALS, EXPERIMENT 9

Date	Series	Type of closure	Vacuum inches	Type of crystallized honey added	Approximate per cent of crystallization	Approximate type of crystallization	Fermented or not	Stored and opened at
I. Series E, E1, H, and H1								
October 26, 1929	E	Vacuum	16	Fine	90	Coarse	No	Guelph
October 26, 1929	E1	Vacuum	11	Coarse	90	Coarse	No	Guelph
October 26, 1929	H	Glass		Fine	90	Coarse	No	Guelph
October 26, 1929	H1	Glass		Coarse	90	Coarse	No	Guelph
November 26, 1929	E	Vacuum	9	Fine	100	Coarse	No	Ithaca
November 26, 1929	E1	Vacuum	2	Coarse	100	Coarse	No	Ithaca
November 26, 1929	H	Glass		Fine	100	Coarse	No	Ithaca
November 26, 1929	H1	Glass		Coarse	100	Coarse	No	Ithaca
November 28, 1929	E	Vacuum	13	Fine	100	Coarse	No	Guelph
November 28, 1929	E1	Vacuum	5	Coarse	100	Coarse	No	Guelph
November 28, 1929	H	Glass		Fine	100	Coarse	No	Guelph
November 28, 1929	H1	Glass		Coarse	100	Coarse	No	Guelph
December 29, 1929	E	Vacuum	7	Fine	100	Coarse	No	Ithaca
December 29, 1929	E1	Vacuum	5	Coarse	100	Coarse	No	Ithaca
December 29, 1929	H	Glass		Fine	100	Coarse	No	Ithaca
December 29, 1929	H1	Glass		Coarse	100	Coarse	No	Ithaca
February 14, 1930	E	Vacuum	0	Fine	100	Coarse	No	Ithaca
February 14, 1930	E1	Vacuum	14	Coarse	100	Coarse	No	Ithaca
February 14, 1930	H	Glass		Fine	100	Coarse	No	Ithaca
February 14, 1930	H1	Glass		Coarse	100	Coarse	No	Ithaca
March 14, 1930	E	Vacuum	7	Fine	*	*	No	Chicago
March 14, 1930	E1	Vacuum	0	Coarse	*	*	No	Chicago
March 14, 1930	H	Glass		Fine	*	*	No	Chicago
March 14, 1930	H1	Glass		Coarse	*	*	No	Chicago
May 23, 1930	E	Vacuum	4	Fine	100	Coarse	No	Ithaca
May 23, 1930	E1	Vacuum	2	Coarse	100	Coarse	No	Ithaca
May 23, 1930	H	Glass		Fine	100	Coarse	No	Ithaca
May 23, 1930	H1	Glass		Coarse	100	Coarse	No	Ithaca
June 4, 1930	E	Vacuum	0	Fine	100	Coarse	No	Guelph
June 4, 1930	E1	Vacuum	6	Coarse	100	Coarse	No	Guelph
June 4, 1930	H	Glass		Fine	100	Coarse	No	Guelph
June 4, 1930	H1	Glass		Coarse	100	Coarse	No	Guelph
September 2, 1930	E	Vacuum	1	Fine	100	Coarse	No	Guelph
September 2, 1930	E1	Vacuum	3	Coarse	100	Coarse	No	Guelph
September 2, 1930	H	Glass		Fine	100	Coarse	No	Guelph
September 2, 1930	H1	Glass		Coarse	100	Coarse	No	Guelph
February 9, 1931	E	Vacuum	2	Fine	100	Coarse	No	Guelph
February 9, 1931	E1	Vacuum	5	Coarse	100	Coarse	No	Guelph
February 9, 1931	H	Glass		Fine	100	Coarse	No	Guelph
February 9, 1931	H1	Glass		Coarse	100	Coarse	No	Guelph
February 20, 1931	E	Vacuum	3	Fine	100	Coarse	No	Ithaca
February 20, 1931	E1	Vacuum	0	Coarse	100	Coarse	No	Ithaca
February 20, 1931	H	Glass		Fine	100	Coarse	No	Ithaca
February 20, 1931	H1	Glass		Coarse	100	Coarse	No	Ithaca

* Incomplete.

Tableau 9. État des miels conditionnés selon différentes méthodes, après différentes durées de stockage — expérience 9. I. Séries E, E1, H et H1.

* Données incomplètes.

Clé française du tableau original

En-têtes. Date : *Date* ; Série : *Series* ; Mode de fermeture : *Type of closure* ; Vide, en pouces : *Vacuum inches* ; Type de miel cristallisé ajouté : *Type of crystallized honey added* ; Pourcentage approximatif de cristallisation : *Approximate per cent of crystallization* ; Type approximatif de cristallisation : *Approximate type of crystallization* ; Fermentation ou non : *Fermented or not* ; Lieu de stockage et d’ouverture : *Stored and opened at*.

Fermetures. Fermeture sous vide : *Vacuum* ; Fermeture hermétique : *Hermetic* ; Couvercle emboîté par friction : *Friction* ; Récipient en verre : *Glass*.

Observations. Cristallisation fine : *Fine* ; Cristallisation grossière : *Coarse* ; Pas de fermentation : *No* ; Données incomplètes : *Incomplete*.

Dates et lieux. octobre : *October* ; novembre : *November* ; décembre : *December* ; février : *February* ; mars : *March* ; mai : *May* ; juin : *June* ; septembre : *September*. Guelph, Ithaca et Chicago sont les lieux de stockage et d’ouverture ; leurs noms restent inchangés. Les nombres, pourcentages et lettres des séries se lisent tels qu’ils figurent dans le tableau original.

TABLE 9 (*concluded*)

Date	Series	Type of closure	Vacuum inches	Type of crystallized honey added	Approximate per cent of crystallization	Approximate type of crystallization	Fermented or not	Stored and opened at
II. Series M, M1, P, and P1								
October 26, 1929....	M	Vacuum...	23	Fine.....	0.....	.....	No.....	Guelph
October 26, 1929....	M1	Vacuum...	25	Coarse....	0.....	.....	No.....	Guelph
October 26, 1929....	P	Glass.....	.....	Fine.....	0.....	.....	No.....	Guelph
October 26, 1929....	P1	Glass.....	.....	Coarse....	0.....	.....	No.....	Guelph
November 26, 1929..	M	Vacuum...	21	Fine.....	25.....	Coarse....	No.....	Ithaca
November 26, 1929..	M1	Vacuum...	18	Coarse....	20.....	Coarse....	No.....	Ithaca
November 26, 1929..	P	Glass.....	.....	Fine.....	25.....	Coarse....	No.....	Ithaca
November 26, 1929..	P1	Glass.....	.....	Coarse....	20.....	Coarse....	No.....	Ithaca
November 28, 1929..	M	Vacuum...	14	Fine.....	30.....	Coarse....	No.....	Guelph
November 28, 1929..	M1	Vacuum...	20	Coarse....	30.....	Coarse....	No.....	Guelph
November 28, 1929..	P	Glass.....	.....	Fine.....	30.....	Coarse....	No.....	Guelph
November 28, 1929..	P1	Glass.....	.....	Coarse....	30.....	Coarse....	No.....	Guelph
December 29, 1929..	M	Vacuum...	17	Fine.....	75.....	Coarse....	No.....	Ithaca
December 29, 1929..	M1	Vacuum...	21	Coarse....	75.....	Coarse....	No.....	Ithaca
December 29, 1929..	P	Glass.....	.....	Fine.....	75.....	Coarse....	No.....	Ithaca
December 29, 1929..	P1	Glass.....	.....	Coarse....	75.....	Coarse....	No.....	Ithaca
February 14, 1930...	M	Vacuum...	9	Fine.....	100.....	Coarse....	No.....	Ithaca
February 14, 1930...	M1	Vacuum...	18	Coarse....	100.....	Coarse....	No.....	Ithaca
February 14, 1930...	P	Glass.....	.....	Fine.....	100.....	Coarse....	No.....	Ithaca
February 14, 1930...	P1	Glass.....	.....	Coarse....	100.....	Coarse....	No.....	Ithaca
March 14, 1930.....	M	Vacuum...	.....*	Fine.....	.....*	.....*	No.....	Chicago
March 14, 1930.....	M1	Vacuum...	.....*	Coarse....	.....*	.....*	No.....	Chicago
March 14, 1930.....	P	Glass.....	.....	Fine.....	.....*	.....*	No.....	Chicago
March 14, 1930.....	P1	Glass.....	.....	Coarse....	.....*	.....*	No.....	Chicago
May 23, 1930.....	M	Vacuum...	15	Fine.....	100.....	Coarse....	No.....	Ithaca
May 23, 1930.....	M1	Vacuum...	10	Coarse....	100.....	Coarse....	No.....	Ithaca
May 23, 1930.....	P	Glass.....	.....	Fine.....	100.....	Coarse....	No.....	Ithaca
May 23, 1930.....	P1	Glass.....	.....	Coarse....	100.....	Coarse....	No.....	Ithaca
June 4, 1930.....	M	Vacuum...	7	Fine.....	100.....	Coarse....	No.....	Guelph
June 4, 1930.....	M1	Vacuum...	12	Coarse....	100.....	Coarse....	No.....	Guelph
June 4, 1930.....	P	Glass.....	.....	Fine.....	100.....	Coarse....	No.....	Guelph
June 4, 1930.....	P1	Glass.....	.....	Coarse....	100.....	Coarse....	No.....	Guelph
September 2, 1930...	M	Vacuum...	21	Fine.....	100.....	Coarse....	No.....	Guelph
September 2, 1930...	M1	Vacuum...	11	Coarse....	100.....	Coarse....	No.....	Guelph
September 2, 1930...	P	Glass.....	.....	Fine.....	100.....	Coarse....	No.....	Guelph
September 2, 1930...	P1	Glass.....	.....	Coarse....	100.....	Coarse....	No.....	Guelph
February 9, 1931....	M	Vacuum...	13	Fine.....	100.....	Coarse....	No.....	Guelph
February 9, 1931....	M1	Vacuum...	10	Coarse....	100.....	Coarse....	No.....	Guelph
February 9, 1931....	P	Glass.....	.....	Fine.....	100.....	Coarse....	No.....	Guelph
February 9, 1931....	P1	Glass.....	.....	Coarse....	100.....	Coarse....	No.....	Guelph
February 20, 1931...	M	Vacuum...	10	Fine.....	100.....	Coarse....	No.....	Ithaca
February 20, 1931...	M1	Vacuum...	16	Coarse....	100.....	Coarse....	No.....	Ithaca
February 20, 1931...	P	Glass.....	.....	Fine.....	100.....	Coarse....	No.....	Ithaca
February 20, 1931...	P1	Glass.....	.....	Coarse....	100.....	Coarse....	No.....	Ithaca

* Incomplete.

Tableau 9 (fin). État des miels conditionnés selon différentes méthodes, après différentes durées de stockage — expérience 9. II. Séries M, M1, P et P1.

* Données incomplètes.

Clé française du tableau original

En-têtes. Date : *Date* ; Série : *Series* ; Mode de fermeture : *Type of closure* ; Vide, en pouces : *Vacuum inches* ; Type de miel cristallisé ajouté : *Type of crystallized honey added* ; Pourcentage approximatif de cristallisation : *Approximate per cent of crystallization* ; Type approximatif de cristallisation : *Approximate type of crystallization* ; Fermentation ou non : *Fermented or not* ; Lieu de stockage et d'ouverture : *Stored and opened at*.

Fermetures. Fermeture sous vide : *Vacuum* ; Fermeture hermétique : *Hermetic* ; Couvercle emboîté par friction : *Friction* ; Récipient en verre : *Glass*.

Observations. Cristallisation fine : *Fine* ; Cristallisation grossière : *Coarse* ; Pas de fermentation : *No* ; Données incomplètes : *Incomplete*.

Dates et lieux. octobre : *October* ; novembre : *November* ; décembre : *December* ; février : *February* ; mars : *March* ; mai : *May* ; juin : *June* ; septembre : *September*. Guelph, Ithaca et Chicago sont les lieux de stockage et d'ouverture ; leurs noms restent inchangés. Les nombres, pourcentages et lettres des séries se lisent tels qu'ils figurent dans le tableau original.

Expérience 10

Quatorze échantillons de miels utilisés dans les expériences 1 à 9 ont été choisis. Ces échantillons représentaient différentes origines florales ou des miels ayant subi différents traitements physiques. Des portions de chaque échantillon ont été placées dans huit petits flacons en verre, hauts de 4 pouces et d'un diamètre de 1 pouce, munis de bouchons métalliques à vis garnis de liège. Chaque groupe de huit flacons a ensuite reçu les traitements suivants :

• **Flacon A.** Contenant du miel normal, bouchon vissé ; utilisé comme témoin.

• **Flacon B.** Fermé hermétiquement par immersion du flacon, après pose du bouchon, dans un mélange liquide de cire et de paraffine.

• **Flacon C.** Fermé hermétiquement en versant un mélange liquide de cire d'abeille et de paraffine à la surface du miel, à l'intérieur du flacon, puis en vissant le bouchon.

• **Flacon D.** Ajout d'environ 5 % de miel finement cristallisé, sans remuer.

• **Flacon E.** Ajout d'environ 5 % de miel grossièrement cristallisé, sans remuer.

• **Flacon F.** Contenu remué avec une petite spatule en bois pendant une minute, à raison d'environ 125 mouvements circulaires complets. Aucun ajout de miel cristallisé.

• **Flacon G.** Contenu remué avec une petite spatule en bois pendant trois minutes, à raison d'environ 375 mouvements circulaires complets. Aucun ajout de miel cristallisé.

• **Flacon H.** Contenu remué avec une spatule en bois pendant cinq minutes, à raison d'environ 625 mouvements circulaires. Aucun ajout de miel cristallisé.

Discussion

Les échantillons ont été observés pendant six mois, sans ouvrir les flacons pendant cette période. L'ajout de miel cristallisé sans remuer a conduit la plupart des échantillons à cristalliser plus rapidement que le témoin, avec formation de cristaux plus petits. L'ajout de miel a accéléré la cristallisation, à peu près proportionnellement à la quantité de miel grossièrement cristallisé, mais a provoqué une cristallisation plus rapide dans quelques cas.

Le fait de remuer les miels naturels non chauffés, sans ajout de miel cristallisé, a accéléré la cristallisation, à peu près proportionnellement à l'intensité de l'agitation. Autrement dit, les échantillons remués pendant cinq minutes ont cristallisé plus vite, avec formation de cristaux plus petits, que les échantillons remués pendant une minute seulement. Lorsque les miels naturels présentaient de légers signes de cristallisation avant l'agitation, l'effet de celle-ci était accru et les échantillons prenaient une couleur plus claire à mesure que la cristallisation progressait, avec formation de cristaux plus petits.

Aucune influence des deux méthodes de fermeture hermétique du miel sur la cristallisation n'a pu être décelée.

Lorsqu'une fermentation était présente, elle était aussi avancée dans les huit flacons de chaque échantillon.

Expérience 11

Soixante-huit échantillons de miel ont été obtenus auprès de différents apiculteurs de diverses régions de l'Ontario. Pour aider à évaluer certaines situations susceptibles de se présenter dans les miels, chaque apiculteur a été prié de remplir le questionnaire suivant :

• Date d'extraction
• Nom du producteur
• Adresse postale
• Canton
• Comté

1. Nombre de colonies dans le rucher.
2. Quantité estimée de miel, en livres, par colonie.
3. Avez-vous rencontré des problèmes de fermentation du miel ? Donnez des précisions.
4. Dans quelle partie de la cuve de stockage l'échantillon a-t-il été prélevé : en haut, au fond ou au milieu ?
5. Combien de récipients de stockage possédez-vous et de quelles dimensions sont-ils ?
6. Votre local d'extraction est-il chauffé ?
7. Utilisez-vous une pompe à miel ?
8. Filtrez-vous votre miel ?
9. Vos rayons sont-ils rangés pour l'hiver léchés ou non léchés ?
10. Si les rayons sont rangés léchés, comment sont-ils nettoyés ?

Chaque échantillon de miel reçu a été caractérisé par sa couleur, son origine florale et sa densité relative. Une portion du miel non chauffé de chaque échantillon a été versée dans une boîte métallique et fermée sous vide, comme dans les expériences précédentes. Le 28 novembre 1929, chaque échantillon a été examiné pour déterminer son pourcentage et son type de cristallisation. Le 9 février 1931, les miels ont de nouveau été examinés afin de rechercher une fermentation, et tous les échantillons fermés sous vide ont été ouverts à cette occasion. Les données recueillies sur les soixante-huit échantillons ont fourni les informations suivantes.

Tous les échantillons sauf vingt présentaient de gros cristaux. Parmi les vingt échantillons qui avaient formé des cristaux fins, neuf provenaient de rayons entreposés non léchés pendant l'hiver, six avaient été pompés et trois provenaient de rayons entreposés non léchés et avaient également été pompés. Parmi douze échantillons extraits de rayons entreposés non léchés, neuf ont formé des cristaux fins. Parmi sept échantillons pompés, six ont formé des cristaux fins. Parmi quatre échantillons extraits de rayons entreposés non léchés et également pompés, trois ont formé des cristaux fins. Deux échantillons, qui ne provenaient pas de rayons entreposés non léchés et qui n'avaient pas été pompés, ont formé des cristaux fins. Ces données indiquent que les miels extraits de rayons entreposés non léchés et les miels pompés ont davantage de chances de former de petits cristaux. Dans chaque cas de formation de cristaux fins, les miels étaient solides peu après l'extraction. La vitesse de formation des cristaux peut donc être directement liée à leur taille. Autrement dit, les miels qui forment des cristaux fins se solidifient très rapidement.

Quatorze échantillons sur les soixante-huit présentaient une fermentation avancée. La densité relative moyenne de l'ensemble des échantillons était de 1,433. Celle des miels qui avaient fermenté était de 1,428,

tandis que celle des miels non fermentés était de 1,435. Ces données confirment les travaux de Pugh (1927), qui montrent qu'il n'apparaît que peu ou pas de corrélation

entre la fermentation et la densité relative. Il est vrai que les échantillons ayant fermenté présentaient une densité relative moyenne légèrement inférieure, mais une fermentation a été rencontrée sur une plage de densités relatives allant de 1,414 à 1,441. Lorsqu'une fermentation était présente dans les bocaux en verre, elle l'était également, et apparemment à un stade aussi avancé, dans les boîtes sous vide. Puisque cette expérience confirme les résultats de l'expérience précédente, on peut conclure avec assurance que la fermeture sous vide n'a aucune utilité pour maîtriser la fermentation. Aucune corrélation ne peut être décelée entre la fermentation et la couleur ou l'origine florale des miels, ni avec le type de cristallisation.

Expériences conduites à Chicago

Des expériences ont été conduites à Chicago, dans l'Illinois, par des membres de la division de recherche de l'American Can Company, à partir de septembre 1929, afin de déterminer l'intérêt du dioxyde de carbone et de l'azote enfermés hermétiquement au-dessus du miel dans les récipients. L'auteur n'a pas participé à ces expériences, sinon en fournissant 120 livres de miel de trèfle blanc de Hollande et de trèfle hybride, de densité relative 1,428. Comme ces travaux faisaient partie du programme de recherche initial, l'auteur en rapporte ici les résultats. Le dernier examen a eu lieu en février 1931.

Malheureusement, aucun miel, y compris les échantillons témoins, n'a développé de fermentation ; aucune donnée n'est donc disponible sur l'effet du dioxyde de carbone ou de l'azote sur ce phénomène. Puisque les levures tolérantes au sucre qui provoquent la fermentation du miel sont anaérobies et peuvent se développer à n'importe quelle profondeur dans le miel, on peut supposer que du dioxyde de carbone ou de l'azote placés à la surface du miel ne constitueraient pas un moyen efficace de maîtriser le développement de ces levures.

Les chercheurs de la division de recherche de l'American Can Company ont également incorporé des quantités variables de gélatine, allant de 0,25 à 2 %, dans du miel froid et dans du miel chauffé. Les résultats ont été insatisfaisants dans les deux cas. Dans le miel froid, la gélatine ne s'est pas mélangée au miel, et de petits globules de gélatine se distinguaient parmi les cristaux. Dans le miel chauffé, la gélatine se mélangeait beaucoup mieux ; mais, puisque le miel avait été chauffé, la cristallisation était retardée et de gros cristaux indésirables se formaient.

Facteurs régissant la formation des cristaux dans le miel

Les expériences décrites dans les pages précédentes ont fourni certaines indications sur l'effet du chauffage sur la fermentation et la cristallisation du miel. À ce stade de l'étude, il est devenu clair que le chauffage du miel était peut-être le moyen le plus praticable de prévenir la fermentation ; cependant, la taille excessive des cristaux formés après chauffage constituait un sérieux obstacle à l'emploi de cette méthode. Une série d'expériences a donc été conçue afin de déterminer les conditions qui faciliteraient la formation de cristaux minuscules dans le miel après chauffage ; les résultats de cette étude sont présentés dans les pages suivantes.

Il ressortait clairement des expériences précédentes, ainsi que de la vaste expérience des apiculteurs, que la fermentation est considérablement accrue par la cristallisation du miel. À mesure que les travaux ultérieurs progressaient et que l'on trouvait des moyens de provoquer une cristallisation rapide, on constatait que la

tendance à la fermentation était encore plus grande dans les miels traités par les procédés décrits ci-après que dans les miels cristallisés normalement. Il semble donc que la méthode praticable pour maîtriser la fermentation consiste d'abord à chauffer suffisamment le miel pour détruire toutes les levures tolérantes au sucre qu'il contient, puis à lui appliquer un procédé assurant une cristallisation de qualité supérieure.

Expériences sur la maîtrise de la cristallisation du miel

De nombreuses expériences ont été menées avant que les différents facteurs régissant la cristallisation du miel aient été déterminés. Il n'y a pas d'intérêt à présenter ici toutes les expériences réalisées ; c'est pourquoi seules celles qui ont permis de réels progrès vers la maîtrise de la cristallisation sont incluses dans ce travail.

Expérience 12

La première expérience de cette série, l'expérience 12, avait pour objectif de déterminer la taille des cristaux formés lorsqu'une petite quantité de miel cristallisé est soigneusement incorporée par brassage à du miel liquide, puis que celui-ci est de nouveau brassé à intervalles de vingt-quatre heures.

Un miel de trèfle blanc de Hollande et de trèfle hybride, identique à celui utilisé dans la série E–H de l'expérience 1, a été liquéfié puis refroidi à la température ambiante. Douze petits bocaux en verre, du type utilisé dans l'expérience 10, ont été remplis de ce miel, et environ 5 % de miel finement cristallisé, provenant de la série A–D de l'expérience 1, ont été ajoutés. Les échantillons ont été brassés, puis brassés de nouveau, comme l'indique le tableau 10. Le miel a été laissé à la température ambiante, environ 75 °F, pour cristalliser.

Tableau 10. Traitement des miels dans l’expérience 12 et types de cristaux formés

Nº de l’échantillon	Durée du premier brassage, le 16 janvier, en minutes	Durée du brassage le 17 janvier, en minutes	Durée du brassage le 18 janvier, en minutes	Durée du brassage le 19 janvier, en minutes	Type approximatif de cristallisation le 20 février
1	5				Grossière
2	10				Grossière
3	15				Grossière
4	20				Grossière
5	5	5			Grossière
6	10	5	5		Grossière
7	15	5	5	5	Moyennement grossière
8	20	5	5	5	Moyennement grossière
9	20	10	10	10	Moyennement grossière
10	20	15	15	15	Moyennement grossière
11	20	20	20	20	Moyennement grossière
12	Témoin : non brassé				Très grossière

Comme l’indique le tableau 10, le brassage semble favoriser une diminution de la taille des cristaux. Cela était particulièrement manifeste lorsque les échantillons étaient brassés les troisième et quatrième jours suivant l’introduction des cristaux et le premier brassage du miel. La prolongation du brassage au-delà d’un certain minimum ne semble pas entraîner la formation de cristaux plus petits.

D’autres expériences relatives au brassage, non rapportées ici, indiquent que les miels brassés de nouveau pendant une période de dix à vingt jours formaient de petits cristaux. On peut donc conclure que le fait de brasser à plusieurs reprises, pendant deux semaines ou davantage, un miel auquel des cristaux ont été ajoutés conduit habituellement à la formation de petits cristaux, si le miel est brassé à la température ambiante. Dans la pratique commerciale, l’intérêt d’une telle méthode de production de miel finement cristallisé serait douteux, car le temps et le travail nécessaires seraient trop coûteux. L’auteur a entendu dire qu’un procédé de ce genre était employé dans certains pays européens.

Expérience 13

L’expérience 13 a été menée afin de déterminer l’importance relative de la température du miel au moment de l’introduction des cristaux dans l’obtention d’une cristallisation rapide.

Un miel ambré clair, de densité relative 1,414, produit au rucher du New York State College of Agriculture, a été utilisé dans cette expérience. Le miel était entièrement cristallisé ; il a été liquéfié par chauffage à 140 °F et maintien à cette température jusqu’à ce qu’il soit liquide. Quatorze bocaux en verre ont été remplis de ce miel, puis portés à différentes températures, comme l’indique le tableau 11. Lorsque la température désirée était atteinte pour chaque bocal, environ 5 % de miel cristallisé étaient ajoutés et incorporés au miel par un brassage d’environ dix minutes. Les échantillons de miel étaient ensuite laissés à la température ambiante pour cristalliser.

Tableau 11. Résultats de l’ajout de miel cristallisé à différentes températures, appréciés d’après la taille des cristaux formés ultérieurement

Nº de l’échantillon	Température du miel lors de l’ajout des cristaux et du brassage	Type approximatif de cristallisation 35 jours plus tard
1	35 °F	Fine
2	40 °F	Fine
3	45 °F	Moyennement grossière
4	50 °F	Moyennement grossière
5	55 °F	Moyennement grossière
6	60 °F	Moyennement grossière
7	65 °F	Grossière
8	70 °F	Grossière
9	75 °F	Très grossière
10	80 °F	Très grossière
11	85 °F	Très grossière
12	90 °F	Très grossière
13	95 °F	Très grossière
14	100 °F	Très grossière

Comme l'indique le tableau 11, il semble exister une corrélation entre la température à laquelle le miel cristallisé est ajouté et la formation de petits cristaux. Comme le miel était extrêmement visqueux aux basses températures, une quantité considérable d'air y était incorporée lors du brassage ; il était donc difficile de déterminer si c'était l'abaissement de la température avant l'ensemencement ou l'incorporation d'air qui favorisait la formation de petits cristaux.

Les résultats d'autres expériences, non rapportées ici, dans lesquelles l'incorporation d'air était réduite au minimum, indiquent que la température

au moment du brassage constitue un facteur plus important que l'incorporation d'air ; mais l'effet de la température n'est pas régulier, car certains des miels traités et brassés à basse température n'ont pas formé de cristaux fins. Il sera montré plus loin dans ce bulletin que les résultats de ces expériences peuvent quelque peu induire en erreur, parce qu'elles ne tenaient pas compte de certains autres facteurs ; elles présentent néanmoins un intérêt, car elles illustrent le fait que la température au moment de l'ensemencement est un facteur important à considérer pour maîtriser la cristallisation du miel.

Expérience 14

La température paraissant intervenir dans la cristallisation rapide du miel, l'expérience 14 a été menée pour déterminer la température de stockage la plus favorable à la formation rapide de petits cristaux.

Soixante livres de miel liquide, semblable à celui utilisé dans l'expérience 13, ont été refroidies à 40 °F, puis environ 8 % de miel cristallisé à grains moyennement grossiers y ont été soigneusement incorporés par brassage. Le miel ensemencé a ensuite été versé dans douze seaux de 5 livres, placés à différentes températures, comme l'indique le tableau 12. Les chambres à température constante utilisées ne maintenaient pas une température parfaitement stable, mais les variations n'ont jamais dépassé 5 °F.

Tableau 12. Effet de la température de stockage sur le type et la proportion de cristaux formés, expérience 14

Échantillon nº	Température de stockage	Cristallisation approximative après 10 jours (%)	Type approximatif de cristallisation après 30 jours
1	100 °F	20	Très grossière
2	95 °F	40	Très grossière
3	80 °F	60	Grossière
4	75 °F	85	Grossière
5	70 °F	95	Moyennement grossière
6	65 °F	100	Moyennement grossière
7	60 °F	100	Fine
8	55 °F	100	Très fine
9	50 °F	100	Fine
10	45 °F	50	*
11	35 °F	5	*
12	30 °F	0	*

* En raison de la viscosité élevée des échantillons de miel maintenus à 45 °F ou au-dessous, la cristallisation semblait ne progresser que très peu, ce qui empêchait de juger avec précision le type de cristallisation obtenu.

Comme l'indique le tableau 12, il existe une corrélation nette entre la température de stockage et le type de cristallisation. L'échantillon 8, maintenu à environ 55 °F, paraissait cristalliser le plus rapidement, mais la taille des cristaux formés dans les échantillons conservés entre 50 et 60 °F ne différait que

légèrement. Lorsque la température atteignait 75 °F ou davantage, de plus gros cristaux se formaient. Au-dessous de 50 °F, la cristallisation était fortement ralentie, apparemment à cause de l'augmentation de la viscosité du miel. L'échantillon 12 a été laissé à 30 °F pendant plusieurs mois, sans qu'on puisse déceler de progrès de la cristallisation : réchauffé à la température ambiante, le miel reprenait son état liquide initial, à l'exception du levain ajouté.

Cette expérience a été répétée avec du miel de sarrasin, de densité relative 1,428. L'échantillon conservé à 60 °F s'est révélé cristalliser le plus rapidement, mais on n'a relevé qu'une légère différence de taille entre les cristaux formés dans les échantillons maintenus entre 55 et 65 °F. Les résultats de ces deux expériences indiquent que les miels cristallisent plus rapidement et forment de plus petits cristaux lorsqu'ils sont conservés à des températures comprises entre 50 et 65 °F.

Expérience 15

Des quantités relativement faibles de miel, soumises à des conditions physiques contrôlées, ayant formé des cristaux fins, il était souhaitable de déterminer si une quantité plus importante répondrait elle aussi au traitement en formant de petits cristaux.

Pour le vérifier, on a utilisé une cuve à revêtement vitrifié d'une capacité d'environ 50 gallons. Cette cuve est entourée d'une enveloppe métallique et possède un raccord à trois voies permettant d'y faire entrer, selon les besoins, de la vapeur, de l'eau chaude ou de l'eau froide. Le récipient intérieur mesure environ 24 pouces de diamètre et 28 pouces de profondeur. L'hélice, ou agitateur, qui possède quatre pales de 4 pouces, pénètre dans la cuve par le côté, à environ 8 pouces au-dessus du fond. Elle est entraînée par un moteur électrique et équipée d'un dispositif permettant deux vitesses. La petite vitesse est de 54 tours/minute et la grande de 108 tours/minute.

Quatre cent vingt livres de miel ambré clair, de densité relative 1,414, identique à celui utilisé dans l'expérience 13, ont été chauffées à 140 °F dans le pasteurisateur, en faisant passer lentement de la vapeur dans l'enveloppe. Le miel a ensuite été refroidi aussi rapidement que possible à 60 °F, en remplissant l'enveloppe extérieure avec de l'eau froide à 48 °F, puis en y faisant circuler cette eau lentement. Il a fallu un peu plus d'une demi-heure pour porter le miel à 140 °F, mais plus de deux heures et demie pour le refroidir à 60 °F. On a constaté que, lorsque sa température est abaissée rapidement, le miel forme une épaisse couche isolante sur les parois froides de la cuve. Il est donc difficile de réduire sa température avec les appareils de chauffage et de refroidissement couramment employés dans l'industrie laitière. Le miel cristallisé utilisé comme levain, ou semence, était à grains très grossiers. On a tenté de réduire la taille des cristaux en brassant vigoureusement le levain avec une palette en bois, mais les cristaux obtenus ne différaient que très peu de leur taille initiale. Comme l'indique le tableau 13, on ajoutait 1 % de ce miel grossièrement cristallisé et on prélevait un échantillon après chaque période de dix minutes de brassage, jusqu'à ce que le miel contienne au total 5 % de levain.

Après l'addition des 5 % de miel cristallisé, une fois le brassage terminé et les échantillons prélevés, soixante livres de miel ont été retirées du pasteurisateur et placées dans une petite cuve reliée par une canalisation sanitaire à une pompe centrifuge à miel. À la sortie de la pompe, le miel passait par une canalisation et un tuyau souple sanitaires jusqu'aux récipients de réception. Comme le montre le tableau 13, le miel a traversé la pompe six fois, un échantillon étant prélevé à chaque passage.

Seize heures plus tard, le miel resté dans la cuve a été brassé de nouveau pendant trois périodes de dix minutes, avec prélèvement d'un échantillon à la fin de chacune d'elles. La température du miel était inférieure de deux degrés Fahrenheit à celle de la veille, lors du premier brassage, mais cette légère baisse ne devrait pas modifier sensiblement les résultats.

Tous les échantillons, ainsi que le miel restant dans le pasteurisateur, ont été conservés dans une chambre à température constante maintenue à environ 60 °F.

Tableau 13. Effet de l'addition de miel cristallisé et du brassage sur la cristallisation du miel

Échantillon nº	Levain ajouté (%)	Brassage dans le pasteurisateur (min)	Nouveau brassage 16 heures plus tard (min)	Nombre de passages à la pompe	Cristallisation approximative après 3 jours (%)	Type approximatif après 20 jours
1	1	10	—	0	10	Grossière
2	2	20	—	0	20	Grossière
3	3	30	—	0	30	Moyennement grossière
4	4	40	—	0	40	Moyennement grossière
5	5	50	—	0	50	Fine
6	5	50	—	1	90	Fine
7	5	50	—	2	100	Très fine
8	5	50	—	3	100	Très fine
9	5	50	—	4	100	Très fine
10	5	50	—	5	100	Très fine
11	5	50	—	6	100	Très fine
12	5	50	10	0	60	Fine
13	5	50	20	0	70	Fine
14	5	50	30	0	80	Fine
15	Témoin*	—	—	—	0	Liquide

* Miel chauffé d'origine, prélevé avant l'addition du levain.

Comme l'indique le tableau 13, les échantillons 7 à 11, passés à la pompe de deux à six fois, ont entièrement cristallisé en trois jours environ. Une cristallisation aussi précoce n'avait pas encore été observée, et sa rapidité a quelque peu surpris. Une quantité considérable d'air avait été incorporée au miel ayant traversé la pompe. La question s'est de nouveau posée de savoir si cette cristallisation si rapide était due à l'incorporation d'air ou au brassage plus intense produit par la pompe. Les résultats des échantillons 12 à 14 indiquent qu'un brassage accru accélère la cristallisation. Il semblerait donc que le brassage joue un rôle plus important que l'incorporation de minuscules bulles d'air dans la formation de cristaux fins. Comme le montrent les échantillons 1 à 5, il paraît exister une corrélation directe entre la quantité de levain ajoutée, la rapidité de cristallisation et la taille des cristaux formés. Tous les échantillons auxquels 5 % de miel cristallisé avaient été ajoutés ayant formé des cristaux fins ou très fins, cette proportion de levain semble suffisante pour tous les usages pratiques.

À sa sortie du pasteurisateur, le miel a été placé dans des récipients de 60, 5 et 1 livre, et une partie dans de petits flacons de verre. Tout le miel a été mis dans une pièce maintenue à environ 60 °F. Dans tous les récipients, il a cristallisé à peu près à la même vitesse et formé de petits cristaux sensiblement de même taille.

Expérience 16

L'expérience 16 a été menée pour déterminer l'importance des minuscules bulles d'air incorporées au miel comme facteur favorisant la formation des cristaux.

Page originale 57

Soixante livres de miel ambré clair, de densité relative 1,414, identique à celui utilisé dans l'expérience 13, ont été divisées en deux lots de trente livres. Les deux récipients de miel ont été placés dans une chambre à température constante ; une fois refroidis à 60 °F, ils ont été sortis pour être traités. Comme l'indique le tableau 14, l'échantillon 1 est passé cinq fois dans une pompe à miel, ce qui y a incorporé un grand nombre de petites bulles d'air. On a ensuite ajouté 5 % de miel finement cristallisé au miel pompé comme au miel non pompé. Ce miel cristallisé a été soigneusement incorporé à chacun des deux lots en brassant avec une palette en bois pendant dix minutes. Des essais antérieurs, ainsi que cette expérience, ont montré que le brassage soigneux à la palette incorpore peu ou pas d'air. Les miels des deux récipients étaient donc semblables, à ceci près que l'un contenait un grand nombre de minuscules bulles d'air provenant du pompage. Les miels ont ensuite été placés dans une chambre à température constante à 60 °F pour cristalliser.

Tableau 14. Effet des minuscules bulles d'air sur la vitesse de cristallisation

Échantillon nº	Cinq passages dans la pompe à miel	5 % de levain incorporés par brassage pendant 10 min	Quantité d'air dans le miel	Cristallisation approximative après 3 jours (%)	Type approximatif après 20 jours
1	Oui	Oui	Grande	100	Très fine
2	Non	Oui	Faible	90	Très fine

Le miel pompé, qui contenait un grand nombre de petites bulles d'air, a cristallisé un peu plus rapidement que le miel non pompé, qui en contenait peu. Il semblerait donc que la présence de bulles d'air dans le miel ne soit pas un facteur essentiel à la formation de cristaux fins, mais qu'elle puisse accélérer légèrement la cristallisation.

Des expériences préliminaires, non détaillées dans ce mémoire, indiquent que des miels partiellement cristallisés, lorsqu'ils sont brassés, forment généralement des cristaux fins s'ils sont placés à environ 55 °F ; mais si le même miel est entièrement liquéfié, brassé pendant la même durée et placé à la même température, il forme rarement des cristaux fins. Cela indique qu'avant qu'une cristallisation rapide puisse se produire, des cristaux de dextrose hydraté doivent être présents. Le brassage, qui peut introduire accidentellement des bulles d'air, sert avant tout à briser les cristaux en fragments plus petits et à les répartir uniformément dans le miel, où ils constituent les noyaux de la croissance cristalline ultérieure.

Les différentes méthodes de brassage couramment utilisées incorporent généralement des quantités variables d'air au miel. Puisque la présence de bulles d'air ne contribue que faiblement à accélérer la cristallisation, et qu'un grand nombre de ces bulles remontent ordinairement à la surface, donnant au miel un aspect mousseux indésirable, il paraît souhaitable d'employer des méthodes de brassage qui n'incorporent pas d'air.

Expérience 17

La plupart des expériences rapportées jusqu'ici indiquent qu'il est préférable d'utiliser comme levain un miel finement cristallisé. Cependant, afin de déterminer

avec certitude l'efficacité relative des cristaux fins, moyens et grossiers pour accélérer la cristallisation, l'expérience 17 a été menée.

Trente livres de miel liquéfié, ambré clair, de densité relative 1,414, identique à celui utilisé dans l'expérience 13, ont été soigneusement versées dans six seaux de 5 livres. On a ajouté dans ces seaux 5 % de miel à cristaux fins, moyens ou grossiers. Les cristaux ont été incorporés en brassant le miel de chaque seau exactement de la même façon. Le miel traité a ensuite été placé dans une chambre à température constante à environ 60 °F.

Comme le montre le tableau 15, il existe une corrélation entre le type de miel cristallisé ajouté au miel liquide et le type de cristallisation obtenu. Il est donc souhaitable d'utiliser comme

Tableau 15. Relation entre la taille des cristaux ajoutés au miel et le type de cristallisation obtenu

Échantillon nº	Type de cristaux du miel ajouté	Cristallisation approximative après 5 jours (%)	Type approximatif après 10 jours
1	Fins	100	Très fine
2	Fins	100	Très fine
3	Moyens	90	Fine
4	Moyens	90	Fine
5	Grossiers	75	Moyennement grossière
6	Grossiers	75	Moyennement grossière

levain un miel finement cristallisé si l'on souhaite une cristallisation fine. À moins d'employer un brassage qui broie réellement les gros cristaux initiaux en fins fragments, les gros cristaux ajoutés conservent non seulement leur taille d'origine, mais grossissent encore dans le miel. Leur présence donne au miel une texture granuleuse désagréable.

Il convient ici de discuter brièvement de la croissance des cristaux de dextrose hydraté dans le miel. Si l'on observe de temps à autre au microscope une lame portant une goutte de miel contenant quelques petits cristaux, on peut facilement constater leur développement. Les petits fragments cristallins forment d'abord de fines aiguilles. Celles-ci se transforment progressivement en plaquettes aplaties présentant, à leur extrémité émoussée, une zone d'où naissent d'autres cristaux ou à laquelle ceux-ci se fixent. À partir de ce point, de nouveaux cristaux se forment dans toutes les directions. Les amas cristallins finaux, en forme d'étoile, atteignent une taille considérable, avec de nombreuses couches de plaquettes rayonnant à partir du foyer central de cristallisation. Lorsque la cristallisation est rapide, les cristaux dépassent rarement le stade des plaquettes aplaties. Ces plaquettes caractérisent la cristallisation fine. Les cristaux ne deviennent indésirablement gros que lorsque les plaquettes se superposent ou commencent à former des étoiles.

Expérience 18

L'expérience 17 a indiqué que l'addition de 5 % de levain au miel liquide accélère suffisamment la cristallisation pour que seuls des cristaux fins se forment. Cependant, l'expérience 18 a été menée pour déterminer la quantité exacte de miel cristallisé à utiliser pour obtenir les meilleurs résultats.

Vingt-cinq livres de miel liquéfié, semblable à celui utilisé dans l'expérience 13, ont été refroidies à 60 °F et versées dans dix seaux de 2½ livres. Comme l'indique le tableau 16, des quantités variables de miel finement cristallisé ont été ajoutées dans chacun des récipients. Chaque échantillon a ensuite été brassé pendant dix minutes, exactement de la même façon, puis tous ont été placés dans une chambre à température constante à 60 °F.

Tableau 16. Effet de la quantité de cristaux fins ajoutée au miel sur le type de cristallisation obtenu

Échantillon nº	Miel cristallisé ajouté (%)	Cristallisation approximative après 2 jours (%)	Type approximatif après 10 jours
1	2	15	Grossière
2	5	70	Fine
3	8	85	Très fine
4	10	90	Très fine
5	12	95	Très fine
6	15	100	Très fine
7	18	100	Très fine
8	20	100	Très fine
9	25	100	Très fine
10	30	100	Très fine

Les résultats de cette expérience indiquent que la cristallisation est accélérée à peu près proportionnellement à la quantité de levain ajoutée, mais qu'il y a peu ou pas d'avantage à ajouter plus de 10 % de miel cristallisé ; pour tous les usages pratiques, 5 % suffisent.

Expérience 19

L'expérience 19 a été menée pour déterminer la durée de brassage du miel ensemencé donnant la cristallisation la plus rapide.

Dix livres de miel liquéfié ambré clair, identique à celui utilisé dans l'expérience 13, ont été placées dans une petite baratte en verre d'un gallon, équipée d'un agitateur carré d'environ 4 pouces de côté, actionné par une manivelle à engrenages fixée au couvercle. Après refroidissement du miel à 60 °F, on y a ajouté 5 % de levain finement cristallisé, puis prélevé des échantillons à la fin de chaque période de cinq minutes de brassage. Pendant le brassage, la baratte contenant le miel était maintenue dans un bain d'eau à 60 °F pour garder constante la température du miel. Après brassage, les échantillons ont été conservés à 60 °F.

Les résultats de cet essai indiquent une corrélation entre la rapidité de cristallisation et l'importance du brassage ; toutefois, comme le montre le tableau 17, il n'y a aucun avantage à brasser le miel pendant plus de quinze minutes.

Plusieurs appareils ont été utilisés pour brasser le miel ensemencé ; comme on pouvait s'y attendre, leur efficacité varie considérablement. Avec le pasteurisateur décrit à la page 55, on a constaté que vingt minutes de brassage suffisent généralement. La durée nécessaire doit donc être déterminée en fonction du matériel utilisé. On a constaté qu'une fois le levain parfaitement incorporé

Tableau 17. Effet de la durée du brassage sur la cristallisation obtenue

Échantillon nº	Durée de brassage (min)	Cristallisation approximative après 3 jours (%)	Type approximatif après 10 jours
1	5	60	Moyennement grossière
2	10	85	Fine
3	15	90	Très fine
4	20	95	Très fine
5	25	95	Très fine
6	30	95	Très fine
7	35	95	Très fine
8	40	95	Très fine
9	45	95	Très fine
10	50	95	Très fine

au miel, il n'est plus nécessaire de poursuivre le brassage. En fait, un brassage prolongé peut, par frottement, élever suffisamment la température du miel pour dissoudre les cristaux présents. Naturellement, si cela se produit, la vitesse de cristallisation peut diminuer et des cristaux grossiers peuvent se former.

Expérience 20

L'expérience 20 a été menée pour savoir si un miel chauffé excessivement répondrait lui aussi au procédé de cristallisation. Une livre de miel ambré clair, semblable à celui utilisé dans l'expérience 13, a été chauffée à 200 °F et maintenue à cette température pendant vingt-quatre heures. Le miel a ensuite été refroidi à 60 °F, et 5 % de miel cristallisé y ont été soigneusement incorporés. Il a alors été placé dans une chambre à température constante à 60 °F.

On a constaté que la cristallisation était légèrement ralentie dans le miel surchauffé, mais que les cristaux formés étaient aussi fins que ceux du même miel utilisé dans les expériences précédentes. Il semble donc que le chauffage destiné à détruire les levures ne retarde aucunement la cristallisation des miels traités.

Expérience 21

L'expérience 21 a été menée pour déterminer la relation entre la densité relative du miel, la vitesse de cristallisation et son type. Trois livres de miel clair de trèfle blanc et de trèfle hybride, de densité relative 1,434, identique à celui utilisé dans les séries E-H de l'expérience 1, ont été chauffées à 180 °F, puis diluées progressivement par incorporation d'eau chaude. Des échantillons ont été prélevés de temps à autre, de façon à obtenir une gamme de densités relatives allant de 1,434 à 1,390. Lorsque tous les échantillons eurent refroidi à 60 °F, on incorpora soigneusement 5 % de miel cristallisé dans chacun d'eux. Les échantillons furent ensuite conservés à 60 °F.

Les résultats de cette expérience, présentés au tableau 18, indiquent que les miels d'une teneur en eau exceptionnellement élevée peuvent ne pas cristalliser en masse solide et présenter une couche séparée à

leur surface. Cette couche liquide est apparue dans les échantillons de densité relative égale ou inférieure à 1,413 ; la séparation augmentait régulièrement à mesure que la densité diminuait. Les résultats montrent aussi une corrélation nette entre la densité relative et la fermentation. Au bout de dix mois, tous les échantillons dont la

densité relative était égale ou inférieure à 1,413 présentaient non seulement une séparation, mais avaient également fermenté, tandis que les échantillons de densité relative égale ou supérieure à 1,417 n'avaient pas fermenté. Bien que ce miel ait été chauffé à 180 °F avant d'être dilué avec de l'eau chaude, aucune précaution n'avait été prise pour empêcher l'introduction de levures.

Tableau 18. Relation entre la densité relative du miel et la nature de sa cristallisation

Échantillon nº	Densité relative	Cristallisation approximative après 4 jours (%)	Type approximatif après 30 jours	Fermentation après 10 mois	Séparation approximative après 10 mois (%)
1	1,434	95	Très fine	Non	0
2	1,430	100	Très fine	Non	0
3	1,427	100	Très fine	Non	0
4	1,422	100	Très fine	Non	0
5	1,419	100	Très fine	Non	0
6	1,417	100	Très fine	Non	0
7	1,413	95	Très fine	Oui	5
8	1,409	90	Très fine	Oui	15
9	1,406	75	Fine	Oui	30
10	1,402	60	Fine	Oui	45
11	1,396	55	Fine	Oui	55
12	1,390	40	Fine	Oui	60

Mise au point d'une méthode pratique pour maîtriser la cristallisation

Les résultats des essais présentés jusqu'ici indiquent une similitude suffisante entre les caractéristiques physiques et chimiques des différents miels pour laisser penser que presque tous pourraient répondre aux tentatives visant à obtenir une cristallisation fine. Certains miels riches en lévulose pourraient toutefois constituer des exceptions. Plus de 100 échantillons de miel provenant de différentes régions des États-Unis et du Canada et de différentes origines florales ont été soumis au procédé décrit plus loin ; sans une seule exception, une cristallisation fine a été obtenue. Il est inutile de détailler ces essais, car les variations des résultats sont insignifiantes.

Dans la plupart des cas, ces miels ont été entièrement liquéfiés puis refroidis à 50 °F ; cependant, comme on le montrera plus loin, abaisser la température à 50 °F n'est pas indispensable au procédé. Environ 5 % de miel finement cristallisé ont ensuite été soigneusement incorporés au miel liquide. Les échantillons ont alors été placés dans une chambre à température constante à environ 55 °F.

Expérience 22

Pour obtenir des données plus détaillées et précises sur les effets des divers facteurs intervenant dans le procédé qui provoque une cristallisation rapide et produit de minuscules cristaux de dextrose hydraté, une série d'expériences supplémentaires a été réalisée. Les chambres utilisées pour les expériences rapportées jusqu'ici ne maintenaient pas une température suffisamment constante, et l'on souhaitait recueillir des données plus détaillées sur l'effet de la température sur la formation des cristaux.

Douze livres de miel clair de trèfle et de tilleul, de densité relative 1,425, ont été liquéfiées par chauffage à 140 °F pendant trente minutes. Le miel a ensuite été refroidi à 75 °F, et 5 % de miel finement cristallisé y ont été soigneusement incorporés. Le miel traité a alors été placé dans dix bouteilles à lait d'une pinte (*pint* dans l'original),

qui ont été scellées en versant un mélange de paraffine liquide et de cire d'abeille sur leur bouchon de carton. Douze livres de miel ambré clair, de densité relative 1,414, identique à celui utilisé dans l'expérience 13, ont subi le même traitement et ont été scellées dans dix bouteilles d'une pinte (*pint* dans l'original), exactement de la même façon.

Les échantillons des deux miels ont ensuite été suspendus dans une série de bains d'eau à température constante, couvrant par petits intervalles une gamme de températures au-dessus et au-dessous de 60 °F. Ces températures sont restées assez constantes et n'ont pas varié de plus d'un degré pendant l'expérience.

Au milieu de la deuxième journée, trente-quatre heures après le début de l'expérience, les échantillons de miel de trèfle et de tilleul maintenus à 56 et 58 °F avaient entièrement cristallisé. Les autres échantillons de ce miel étaient encore liquides, mais ceux placés à des températures légèrement inférieures à 56 °F semblaient cristalliser plus rapidement que ceux placés au-dessus de 58 °F. Tous les échantillons de miel ambré clair étaient encore liquides, mais ceux situés entre 50 et 60 °F semblaient cristalliser plus vite que les autres.

Le troisième jour, environ cinquante-huit heures après le début de l'expérience, on a constaté que la température avait augmenté d'environ un degré dans la plupart des compartiments. Les échantillons de miel de trèfle et de tilleul placés entre 50 et 58 °F étaient tous solides, tandis que ceux placés au-dessus de 60 °F étaient encore liquides.

Parmi les miels ambrés clairs, un seul était solidement cristallisé au bout de cinquante-huit heures : celui du bain d'eau qui avait été à 56 °F, mais se trouvait alors à 57 °F à la suite de la légère hausse de température. Les deux miels de l'expérience ayant cristallisé le plus rapidement à environ 57 °F, cette température semble la plus favorable à une formation rapide des cristaux.

Des examens quotidiens ont été effectués sur les deux séries de miels pendant quinze jours. Comme indiqué, la cristallisation la plus rapide s'est produite entre 56 et 58 °F. Le miel à 60 °F n'a cristallisé qu'un peu moins vite. Les miels placés au-dessous de 56 °F ont cristallisé progressivement, jusqu'à 40 °F, tandis que ceux placés au-dessus de 60 °F n'avaient pas cristallisé en masse solide au bout de quinze jours.

Ces résultats ne doivent pas être considérés comme définitifs pour tous les miels : des expériences ultérieures ont montré que les miels de densité relative anormalement élevée cristallisaient plus rapidement à 60 °F ou davantage. Pour tous les miels ordinaires, une chambre à température constante maintenue à environ 55 °F a donné d'excellents résultats ; il paraît donc inutile d'exiger une température trop précisément fixée pour ce travail.

Expérience 23

Le froid augmentant la viscosité du miel, il paraît raisonnable de supposer que les cristaux peuvent être répartis plus facilement et plus uniformément si le miel se trouve à une température légèrement supérieure à 60 °F lors de l'introduction du levain. Une température trop élevée pourrait toutefois dissoudre une partie des cristaux de dextrose hydraté. Il paraît donc important de déterminer une température qui ne dissolve pas sensiblement les cristaux, tout en permettant leur dispersion maximale dans tout le miel, avec le moins d'effort et le plus de sûreté possible.

Un miel clair de trèfle et de tilleul, de densité relative 1,425, semblable à celui utilisé dans l'expérience 22, a été placé dans des seaux de 2½ livres. Comme l'indique le tableau 19, chaque échantillon a été porté à une température déterminée, à laquelle on a incorporé par brassage 5 % de miel finement cristallisé, exactement de la même façon pour tous. Tous les échantillons ont ensuite été placés à environ 55 °F.

Tableau 19. Effet de la température du miel au moment de l'addition du levain sur la cristallisation ultérieure

Échantillon nº	Température lors de l'introduction du levain	Cristallisation approximative après 3 jours (%)	Type approximatif après 20 jours
1	100 °F	0	Très grossière
2	95 °F	10	Très grossière
3	90 °F	50	Grossière
4	85 °F	75	Moyennement grossière
5	80 °F	95	Fine
6	75 °F	100	Très fine
7	70 °F	100	Très fine
8	65 °F	100	Très fine
9	60 °F	95	Très fine
10	55 °F	90	Fine
11	50 °F	80	Fine

Les résultats de cette expérience indiquent que la meilleure température pour introduire le levain est d'environ 70 °F. On remarquera que la cristallisation était presque aussi rapide lorsque les cristaux étaient introduits à des températures aussi basses que 60 °F ou aussi élevées que 80 °F. La possibilité d'introduire les cristaux sans inconvénient à des températures sensiblement supérieures à celle du stockage ultérieur est importante, car il est difficile de refroidir rapidement de grandes quantités de miel jusqu'à 60 °F. Même à la température ambiante ordinaire, la viscosité augmente fortement.

Expérience 24

Après avoir traité de la même façon un grand nombre d'échantillons, on a constaté des différences considérables dans la « tenue » des miels cristallisés lorsqu'ils étaient ensuite conservés à température ambiante. Certains restaient mous, tandis que d'autres demeuraient nettement durs. Le miel cristallisé se prêtant à être tartiné, il importe qu'il soit suffisamment plastique aux températures ordinaires pour cet usage. Un examen sommaire des miels traités et conservés à température ambiante suggérait une corrélation entre leur densité relative et leur consistance ultérieure : ceux de densité élevée étaient nettement plus durs. L'expérience 24 a été menée pour obtenir des renseignements plus précis sur cet aspect du problème.

Quatorze échantillons de miel blanc clair provenant de diverses origines florales, dont les densités relatives s'échelonnaient de 1,414 à 1,463, ont tous été traités de la même façon. On a ajouté 5 % de levain

à chacun, en veillant à incorporer uniformément le miel cristallisé. Les échantillons ont ensuite été placés dans une chambre à température constante à 55 °F.

Au bout de deux semaines, les échantillons ont été placés à une température constante de 65 °F. Après vingt-quatre heures à cette température,

les miels ont été soigneusement examinés et les termes suivants ont servi à apprécier la consistance des échantillons cristallisés :

1. Très dur
2. Dur
3. Moyennement dur*
4. Moyennement mou*
5. Mou*
6. Très mou
7. Presque liquide
8. Liquide

* Les miels suffisamment plastiques pour être convenablement tartinés sont désignés par les termes moyennement dur, moyennement mou et mou.

Les échantillons ont ensuite été placés, comme le montre le tableau 20, à des températures constantes successives de 70 à 100 °F. Au terme de chaque période de vingt-quatre heures, les échantillons étaient examinés, puis placés à une température supérieure de cinq degrés.

On a remarqué que les miels de densité relative élevée cristallisaient plus lentement que ceux de faible densité. Tous ont été laissés pendant deux semaines dans la chambre à température constante à 55 °F, afin de s'assurer qu'ils avaient entièrement cristallisé.

Les résultats du tableau 20 montrent une corrélation entre la température de stockage et la densité relative. On voit que les miels de faible densité sont suffisamment plastiques pour être idéalement tartinés à 65 °F, tandis que ceux de densité plus élevée peuvent ne devenir entièrement satisfaisants qu'à environ 80 à 90 °F. Apparemment, les miels dont la densité est anormalement faible ou anormalement élevée n'offrent qu'une plage étroite de températures permettant un emploi satisfaisant à table. L'échantillon 1, de densité relative 1,414, devenait impropre à cet usage au-dessus de 70 °F ; l'échantillon 14, de densité relative 1,463, ne pouvait être idéalement tartiné qu'à partir de 90 °F, mais se liquéfiait lorsque la température atteignait 95 °F. Heureusement, la densité relative des miels se situe habituellement entre 1,419 et 1,435 et, comme l'indique le tableau 20, les miels de cette gamme sont suffisamment plastiques pour l'emploi à table dans une plage assez large de températures.

Les variations observées aux températures les plus élevées ne s'expliquent pas entièrement par la seule densité relative. La proportion de dextrose par rapport aux autres sucres présents dans les miels intervient peut-être à ces températures, mais aucune donnée n'est disponible à ce sujet, car aucune analyse chimique n'a été effectuée. On peut s'attendre à ce que les miels relativement pauvres en dextrose se liquéfient le plus vite aux températures élevées.

Expérience 25

La discussion des machines convenant au traitement du miel dépasse le cadre de ce bulletin. Le miel possède toutefois certaines caractéristiques physiques qu'il faut prendre en compte avant de trouver une machine satisfaisante pour cet usage.

Il est bien connu que la viscosité du miel augmente quand sa température diminue. Lorsqu'il est refroidi dans une grande cuve, telle que celle

Page originale 65

Tableau 20. Effet de la densité relative sur la consistance du miel cristallisé pendant le stockage

Échantillon nº	Densité relative	65 °F	70 °F	75 °F	80 °F	85 °F	90 °F	95 °F	100 °F
1	1,414	M*	M*	TM	TM	PL	L	L	L
2	1,419	MD*	MD*	MM*	M*	M*	TM	PL	L
3	1,424	MD*	MM*	M*	TM	TM	PL	L	L
4	1,428	MD*	MM*	M*	M*	TM	PL	L	L
5	1,430	MD*	MM*	M*	M*	TM	PL	L	L
6	1,430	MD*	MD*	MM*	M*	M*	TM	L	L
7	1,432	D	MD*	MM*	M*	TM	PL	L	L
8	1,432	MD*	MD*	MM*	M*	M*	TM	L	L
9	1,435	D	MD*	MM*	M*	TM	PL	L	L
10	1,435	D	MD*	MM*	M*	M*	PL	L	L
11	1,437	TD	TD	D	MD*	M*	TM	L	L
12	1,440	TD	TD	D	D	MD*	PL	L	L
13	1,447	TD	TD	D	D	MD*	M*	L	L
14	1,463	TD	TD	TD	D	D	M*	L	L

Clé des abréviations françaises utilisées dans ce tableau : TD : très dur ; D : dur ; MD : moyennement dur ; MM : moyennement mou ; M : mou ; TM : très mou ; PL : presque liquide ; L : liquide.

* Consistance suffisamment plastique pour être convenablement tartinée.

utilisée dans l'expérience 25, cette propriété devient particulièrement importante. Lorsque de l'eau froide circule dans l'enveloppe extérieure de la cuve, le miel qui se trouve contre cette paroi refroidit rapidement et forme une épaisse couche isolante qui ralentit le refroidissement du reste du miel. Les dispositifs de refroidissement employés dans l'industrie laitière sont rarement conçus pour enlever une couche aussi visqueuse ; le problème d'un refroidissement suffisamment rapide du miel devient donc important.

L'expérience 25 avait pour objet d'obtenir les courbes de refroidissement dans la cuve à double enveloppe utilisée dans l'expérience 15, décrite à la page 55. La cuve était équipée d'une hélice motorisée offrant une grande vitesse de 108 tours/minute et une petite vitesse de 54 tours/minute.

Quatre cent vingt livres de miel ambré clair, de densité relative 1,414, ont été placées dans la cuve. À trois reprises, le miel a été chauffé à 140 °F, puis refroidi à 68 °F. On a constaté qu'en faisant tourner l'hélice à 54 tours/minute, on pouvait chauffer le miel de la température ambiante à 140 °F en une demi-heure environ. À chaque refroidissement, une méthode différente a été employée : la première fois, l'agitateur tournait à 108 tours/minute ; la deuxième, à 54 tours/minute ; la troisième, il n'y avait pas de brassage. Les températures ont été relevées au centre de la cuve, près de la surface. Les courbes obtenues sont présentées à la figure 1. La lettre A correspond au miel brassé à 108 tours/minute, B

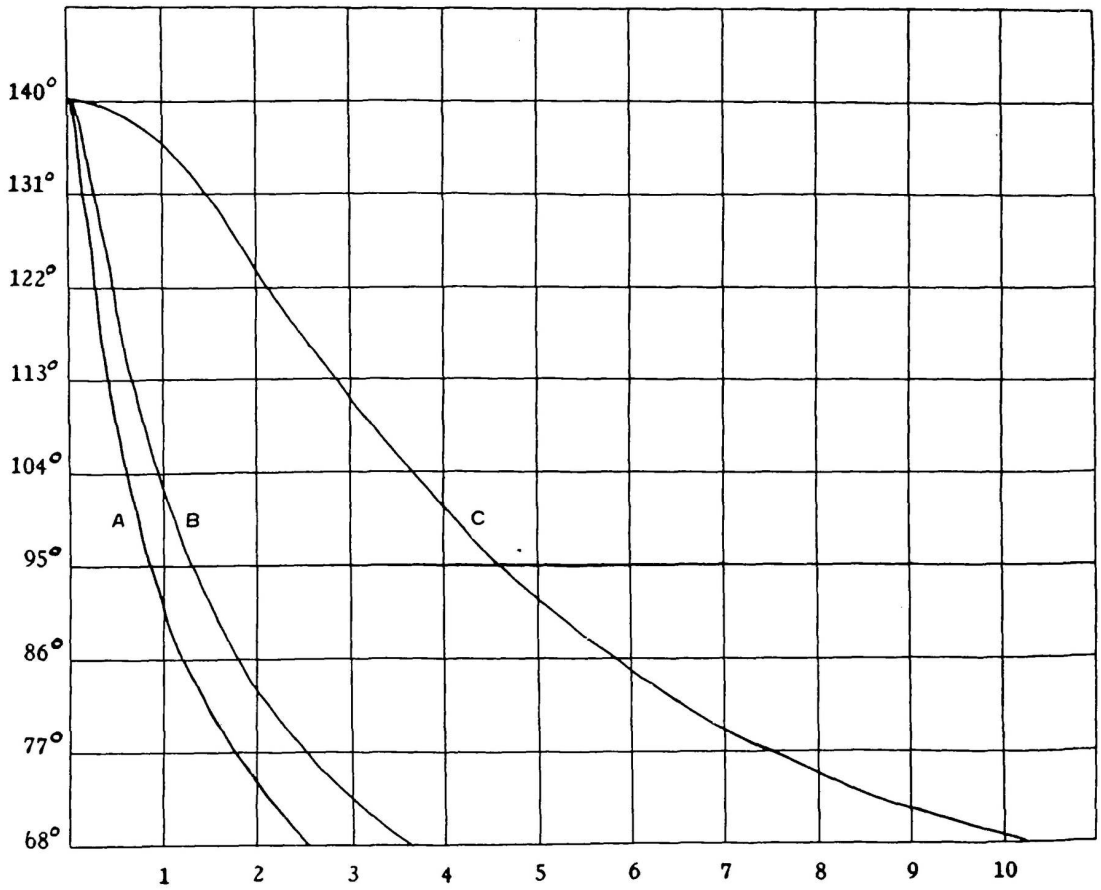

Figure 1. Courbes de refroidissement de 420 livres de miel refroidies par circulation d'eau froide dans l'enveloppe extérieure de la cuve. L'abscisse représente le temps en heures et l'ordonnée la température en degrés Fahrenheit.

A : miel brassé avec un agitateur à 108 tours/minute. B : miel brassé avec un agitateur à 54 tours/minute. C : miel non brassé.

au miel brassé à 54 tours/minute et C au miel non brassé. Les courbes représentent le temps en heures sur l'axe horizontal et la température en degrés Fahrenheit sur l'axe vertical.

Comme on l'a déjà indiqué, lorsque de l'eau froide circule dans l'enveloppe extérieure de la cuve, le miel qui la touche refroidit rapidement et forme une épaisse couche isolante. Quand on brasse, comme le représentent les courbes A et B, le mouvement de la masse de miel empêche cette couche de s'épaissir et le refroidissement est assez rapide. Lorsque le miel n'est pas brassé, comme sur la courbe C, une épaisse couche isolante se forme presque immédiatement, ce qui ralentit fortement la baisse de température. Les courbes A et B descendent rapidement ; il faut toutefois remarquer que la courbe C ne suit pas le tracé d'une courbe de refroidissement normale. Elle présente une inflexion nette vers l'extérieur, qui représente l'effet de la couche isolante de miel épais sur la paroi de la cuve.

Expérience 26

En juin 1930, douze cents livres de miel de trèfle blanc et de trèfle hybride ont été traitées afin de déterminer l'efficacité d'un autre type de cuve comme appareil pratique pour refroidir et traiter le miel. Le pasteurisateur employé différait de celui de l'expérience 15 : il était beaucoup plus grand et équipé d'un long serpentin tournant servant à la fois au chauffage et au refroidissement.

Après avoir été versé dans le pasteurisateur, le miel liquide a été chauffé à 160 °F en faisant passer de la vapeur dans le serpentin tournant. Dix-huit minutes ont été nécessaires pour faire passer sa température de 75 à 160 °F. Ce pasteurisateur paraît efficace pour chauffer le miel ; cependant, comme le serpentin tournant ne peut pas y être entièrement immergé, sa rotation incorpore une quantité considérable d'air au miel, ce qui rend l'appareil insatisfaisant.

Lorsque le miel a atteint 160 °F, la vapeur a été coupée et de l'eau froide a circulé dans le serpentin. Il a fallu treize minutes pour abaisser la température de 160 à 140 °F. À 140 °F, l'eau froide a été remplacée par de la saumure froide. Avec cette saumure, deux heures et quarante minutes ont été nécessaires pour faire passer la température du miel de 140 à 82 °F.

Quand la saumure a été mise en circulation, la vitesse de refroidissement du miel a considérablement diminué. En raison de la basse température de la saumure, une épaisse couche visqueuse de miel s'est accumulée sur le serpentin tournant, rendant sa rotation difficile pour le moteur. La couche visqueuse étant beaucoup plus épaisse avec la saumure qu'avec l'eau, il semble que l'eau froide soit plus efficace que la saumure froide pour refroidir le miel dans les types de pasteurisateurs couramment utilisés dans l'industrie laitière.

Expérience 27

Il semble qu'un appareil muni de palettes raclant lentement les parois d'une cuve à double enveloppe, comme celle de l'expérience 15, augmenterait la vitesse de refroidissement du miel. Pour vérifier cette hypothèse, douze livres de miel de trèfle ont été placées dans une sorbetière de 4 quarts.

Le miel a été chauffé à 150 °F ; une fois cette température atteinte, le cylindre contenant le miel a été placé dans la sorbetière, entouré d'un mélange tassé de glace concassée et de sel. La sorbetière a tourné à 35 tours/minute pendant cinq minutes, puis la température du miel a été mesurée. Elle était passée de 150 à 70 °F.

Le miel a été chauffé de nouveau à 150 °F, puis refroidi exactement comme auparavant, à ceci près que les racleurs touchant la face intérieure du récipient avaient été retirés. Le brassage produit par le cadre et les bras saillants portant les racleurs était approximativement comparable à un brassage ordinaire. Au bout de cinq minutes, la température du miel était passée de 150 à 100 °F.

Dans le troisième essai, le miel a été de nouveau chauffé à 150 °F, puis refroidi, toujours sans les racleurs, en faisant entrer de l'eau froide à 52 °F dans le tonneau entourant le cylindre de la sorbetière. Au bout de cinq minutes, sa température était passée de 150 à 110 °F.

Dans le dernier essai, le miel a été refroidi à l'eau de la même manière, mais les racleurs avaient été remis en place. Sa température est passée de 150 à 72 °F en cinq minutes.

Ces essais montrent clairement que le raclage des parois de la chambre de refroidissement facilite le refroidissement du miel. Si une cuve était conçue avec des racleurs retirant constamment la couche visqueuse de miel de sa surface refroidissante, il devrait être peu difficile de refroidir le miel assez rapidement pour tous les usages pratiques. Les racleurs devraient se déplacer lentement et être placés suffisamment au-dessous de la surface du miel pour ne pas y incorporer d'air.

Formation des cristaux de dextrose hydraté dans le miel

La formation des cristaux de dextrose hydraté dans le miel est comparable à la formation de cristaux dans d'autres liquides. Au vu des phénomènes observés dans les expériences précédentes, il convient d'interpréter les résultats à l'aide de la formule de Noyes-Nernst (Gortner, 1929) sur la formation des cristaux. Cette formule est :

$V = (\Delta / l)\, S(C - L)$

où V = vitesse de croissance ; Δ = coefficient de diffusion ; l = longueur du trajet de diffusion ; S = aire de la surface de la phase dispersée ; C = concentration de la solution ; L = solubilité de la phase dispersée d'une taille donnée ; et (C – L) = sursaturation absolue.

Selon cette formule, la croissance des cristaux dans le miel est directement influencée par la surface des noyaux de formation cristalline, la concentration de la solution, la solubilité du dextrose en présence de lévulose et le coefficient de diffusion ; elle varie inversement avec la longueur du trajet de diffusion. La diffusion est bien entendu affectée par la viscosité.

Les cristaux qui se forment dans le miel se développent autour de noyaux. Ceux-ci peuvent être des cristaux de dextrose hydraté déjà présents ou introduits, des particules colloïdales normalement présentes dans tous les miels, des particules solides (comme les

grains de pollen), ou de minuscules bulles d'air. Ces noyaux stimulent la formation des cristaux à peu près proportionnellement à leur quantité et à leur nombre.

Comme indiqué dans l'introduction de ce bulletin, Jackson et Silsbee (1924) ont montré que presque tous les miels sont saturés en dextrose, en présence du lévulose qui l'accompagne, à 30 °C (86 °F), tandis qu'aux températures plus basses la solution devient sursaturée en dextrose tant que le miel reste liquide. Dans ces conditions de sursaturation, la formation de cristaux devient possible et se produit normalement, à moins d'être empêchée par un moyen tel que le chauffage suivi d'une fermeture hermétique. Jackson et Silsbee ont également montré que, dans une solution aqueuse de lévulose et de dextrose, le lévulose modifie le point de saturation du dextrose aux différentes températures. Toutefois, puisque plus de cent miels différents, y compris des miels riches en lévulose, ont répondu normalement au procédé de cristallisation décrit ici, on peut apparemment négliger, dans les recherches pratiques visant à obtenir des cristaux fins dans le miel, l'effet retardateur du lévulose dû à l'abaissement du point de saturation du dextrose.

Le degré de concentration du miel se mesure habituellement par la densité relative ou à l'aide de l'aréomètre Baumé. Les miels de densité relative égale ou inférieure à 1,407 cristallisent généralement lentement ; s'il se forme des cristaux, une séparation tend à se produire, surtout dans les échantillons partiellement fermentés, laissant une couche liquide à la surface. D'autre part, les miels de densité relative égale ou supérieure à 1,435 peuvent eux aussi cristalliser lentement. Leur coefficient de diffusion étant faible, une température plus élevée est nécessaire pour accélérer la diffusion, ce qui facilite la croissance cristalline.

La température agit directement sur la saturation absolue, car elle influe sur la solubilité du dextrose dans le miel. Jackson et Silsbee donnent, au tableau 6, page 291 de la référence citée, la composition approximative des solutions de sucre inverti saturées en dextrose à diverses températures. La saturation en dextrose est obtenue à 0 °C (32 °F) avec 50,8 % de sucre inverti, tandis qu'à 50 °C (122 °F), il faut 81,9 % de sucre inverti pour l'atteindre. L'effet de la température sur la viscosité est également bien connu. Aux basses températures, le miel devient très visqueux ; à température ambiante, il est plus mobile. L'effet de la température sur la présence de cristaux de dextrose dans le miel est tout aussi bien connu, et ces cristaux peuvent constituer la phase dispersée. Le miel préparé pour la vente en bouteilles est chauffé jusqu'à dissolution complète des cristaux ; lorsque cette opération est effectuée, le dextrose peut rester en solution pendant plusieurs mois, à condition que le miel soit enfermé hermétiquement.

La température influençant à la fois la saturation absolue et le coefficient de diffusion du miel, elle agit fortement sur la vitesse de formation des cristaux. Pour maintenir une sursaturation maximale et une diffusion suffisante, les miels de faible densité relative doivent être placés, pendant la cristallisation, à une température inférieure à celle qui convient le mieux aux miels de forte densité. En fait, pour obtenir la cristallisation la plus rapide, une température différente est peut-être optimale pour chaque niveau de densité relative. Comme les proportions de dextrose par rapport aux autres sucres du miel

modifient le point de saturation du dextrose, et que les miels présentent des variations considérables dans leurs pourcentages de sucres, la température exacte convenant à un miel serait probablement inadaptée à un autre. La connaissance d'une température approximative présente néanmoins un intérêt. Comme indiqué précédemment, une température d'environ 55 °F, légèrement inférieure à celle qui produit la cristallisation la plus rapide dans les miels moyens, a donné d'excellents résultats. En maintenant la chambre à température constante un peu au-dessous de l'optimum, une hausse accidentelle peut survenir sans compromettre sérieusement la rapidité de cristallisation ni la taille des cristaux obtenus.

La surface de la phase cristalline dispersée influe directement sur le type de cristallisation. Si les noyaux sont abondants, surtout s'ils sont minuscules, leur surface totale est grande et le dextrose excédant la saturation est rapidement attiré vers ces nombreux points de croissance. Une fois amorcé, chaque cristal grandit à peu près au même rythme que les autres et, lorsque la formation des cristaux est rapide, le dextrose en excès est épuisé avant que les cristaux atteignent une taille indésirable. Si, au contraire, les noyaux sont peu nombreux, la surface de la phase dispersée est faible. Le trajet de diffusion est alors relativement long, et le dextrose en excès ne se fixe que lentement sur ces quelques points de croissance. Les cristaux obtenus seront naturellement gros. Il importe donc d'ajouter assez de noyaux, sous forme de miel finement cristallisé, pour obtenir le résultat souhaité. On a constaté qu'un minimum de 5 % et un maximum de 15 % donnent des résultats satisfaisants.

On peut augmenter la surface de la phase dispersée en utilisant un agitateur qui brise les cristaux en fragments. L'effet de cette fragmentation est particulièrement évident avec une pompe à miel. Toutefois, la pompe incorpore presque invariablement de nombreuses bulles d'air minuscules au miel, dont beaucoup remontent à la surface et lui donnent un aspect mousseux indésirable ; il faut donc déconseiller ces méthodes d'augmentation de la phase dispersée. Si l'on ne dispose pas de miel finement cristallisé comme levain, il est conseillé de réduire la taille des cristaux avant de les introduire dans le miel. En traitant d'abord une petite quantité de miel avec ces cristaux broyés, on obtient assez de levain pour en traiter une plus grande quantité.

À température ordinaire, la plupart des miels ont un coefficient de diffusion relativement faible. On peut le montrer simplement en superposant deux miels dans un bocal en verre. Même à température ambiante, aucune diffusion appréciable ne se produit. Le miel contenant le plus grand nombre de cristaux cristallise avant l'autre, et la ligne de séparation devient manifeste.

La longueur du trajet de diffusion dépend directement du nombre et de la taille des cristaux ajoutés, ainsi que de leur degré de dispersion dans le miel. Pour une cristallisation rapide, ce trajet doit être réduit au minimum. Il faut donc ajouter un grand nombre de cristaux fins et les répartir soigneusement dans toute la masse. La température modifie sensiblement la vitesse de diffusion. Si le miel est maintenu à une température trop élevée, sa viscosité diminue et les cristaux peuvent se déposer au fond. Dans ce cas, la longueur

du trajet de diffusion augmente, ce qui entraîne une cristallisation lente et la formation de gros cristaux. Un tel dépôt peut également se produire dans les miels anormalement riches en eau. Si, au contraire, le miel est maintenu à une température trop basse, l'augmentation de sa viscosité réduit le coefficient de diffusion et retarde ainsi la formation des cristaux. À titre d'illustration, on rappellera que l'échantillon 12 de l'expérience 14, traité puis laissé à 30 °F pendant plusieurs mois, n'a montré aucun progrès de la cristallisation.

Pour résumer brièvement la formule de Noyes-Nernst sur la croissance cristalline, le phénomène qu'elle décrit ne se met en marche qu'en présence de noyaux cristallins. Il exige toutefois une phase dispersée de grande surface. Pour satisfaire cette condition, on peut introduire de nombreux petits cristaux sous forme de miel finement cristallisé. Comme le trajet de diffusion doit être aussi court que possible pour obtenir la vitesse maximale de croissance, la phase dispersée doit être soigneusement répartie dans toute la solution. Le coefficient de diffusion n'est généralement modifié que par la température. Il devient donc essentiel de choisir une température qui maintienne la sursaturation, permette une diffusion abondante et ne réduise pas la solubilité de la phase dispersée.

Résumé et conclusions

La maîtrise insuffisante de la fermentation et de la cristallisation du miel a gravement entravé sa commercialisation. La seule méthode convenable actuellement utilisée pour maîtriser la fermentation consiste à chauffer suffisamment le miel pour détruire les levures tolérantes au sucre qu'il contient. Ce faisant, apiculteurs et conditionneurs chauffent couramment leur miel à l'excès, non seulement pour détruire les levures, mais aussi pour retarder la formation ultérieure de gros cristaux jusqu'à sa consommation. Un chauffage excessif chasse les arômes, dégrade les sucres, en particulier le lévulose, et diminue la qualité du miel tout en fonçant sa couleur.

Les miels cristallisés fermentent plus facilement que les miels liquides. Lorsque le dextrose cristallise en solution aqueuse, les cristaux sont composés de dextrose hydraté ; leur eau de cristallisation ne représente que 9,09 % de la matière solide. La teneur moyenne en eau du miel étant d'environ 18 %, la formation de cristaux augmente donc la teneur en eau de la phase liquide restante et crée un milieu favorable au développement des levures.

La qualité marchande du miel cristallisé dépend directement de la taille des cristaux. Un miel à cristaux fins est plus agréable au goût et plus satisfaisant pour celui qui le consomme qu'un miel contenant de gros cristaux granuleux. Pour être commercialisé avec succès, tout miel devrait avoir des cristaux fins.

Certaines expériences ont été menées pour recueillir des renseignements précis sur la conservation du miel conditionné selon les méthodes usuelles. Pour les comparer, plus de 2 800 récipients contenant chacun environ une livre de miel ont été conditionnés de quatre façons : 1) sous vide ; 2) dans des récipients fermés hermétiquement ; 3) dans des boîtes métalliques à couvercle emboîté ; 4) dans du verre. On a utilisé des miels sélectionnés, de densités relatives différentes et d'origines florales diverses. Afin d'obtenir des informations très nécessaires sur les propriétés physiques du miel, des portions de certains

miels ont été soumises à différents traitements et conditionnées selon les quatre méthodes mentionnées. On a consigné la provenance, l'origine, la couleur, la densité relative et le traitement de chaque échantillon, ainsi que les résultats obtenus. Quelques-unes des observations les plus importantes sont brièvement présentées dans les paragraphes suivants.

La fermentation s'est produite avec les quatre méthodes de conditionnement. L'addition de levures tolérantes au sucre et de miel fermenté à un miel normal n'a pas paru stimuler la fermentation ; en revanche, lorsque le même miel a été légèrement dilué avec de l'eau, la fermentation a progressé très rapidement. La précocité de la fermentation semble dépendre moins du nombre de cellules de levure présentes que de l'aptitude du miel à constituer un milieu favorable à leur développement. Une forte teneur en eau et l'abondance de grains de pollen, qui apportent des composés azotés, sont deux facteurs importants pour créer ce milieu favorable.

Dans une atmosphère très humide, le caractère hygroscopique du miel est manifeste, et les échantillons en verre et en boîtes à couvercle emboîté ont montré un peu plus de fermentation que les miels conditionnés sous vide ou hermétiquement. Dans une atmosphère peu humide, les échantillons en verre et en boîtes à couvercle emboîté ont présenté un dessèchement considérable en surface. Ce dessèchement, bien qu'il tende à masquer les signes apparents de fermentation, rend la surface du miel plastique et lui donne une consistance épaisse indésirable. Tous les récipients en verre ou à couvercle emboîté n'ont pas présenté d'absorption ou d'évaporation d'eau, mais, dans la plupart des cas, leur fermeture n'était pas assez étanche pour empêcher les effets des variations d'humidité atmosphérique.

La séparation dans les miels cristallisés semble caractéristique de ceux qui ont une forte teneur en eau et dans lesquels les cristaux de dextrose hydraté sont trop petits et trop peu nombreux pour constituer, dans toute la phase liquide, une armature assez solide pour empêcher leur sédimentation. Les miels riches en eau étant sujets à la fermentation, la séparation s'accompagne habituellement, mais pas nécessairement, de fermentation. Ainsi, lorsque la séparation dure depuis un certain temps, on peut s'attendre à ce qu'une fermentation soit également présente ; mais si l'on examine ces échantillons dès que la séparation devient visible, il reste souvent douteux qu'une fermentation soit en cours.

Le nombre de pouces de vide conservés dans les échantillons conditionnés sous vide a varié considérablement. Le vide a disparu ou fortement diminué dans les échantillons non chauffés, mais s'est généralement maintenu dans les échantillons chauffés. Comme on a constaté peu ou pas de perte de vide dans les récipients fermés alors qu'ils étaient vides, il semble que cette perte provienne surtout des bulles d'air contenues dans le miel non chauffé, plutôt que d'une insuffisance de la machine à vide ou des récipients.

La fermentation ayant été maîtrisée dans la plupart des échantillons par un chauffage à 130 °F pendant trente minutes, il n'est pas indispensable de chauffer excessivement pour la prévenir. Aucune dégradation de qualité n'a pu être décelée dans les échantillons ayant reçu ce traitement. Les miels chauffés à 200 °F puis rapidement refroidis à température ambiante n'ont pas été altérés ; en revanche, lorsque les miels ont été chauffés à environ 160 °F puis laissés à refroidir lentement, leur qualité a toujours été détériorée.

Pour détruire les levures tout en préservant la qualité du miel, il faut employer un matériel permettant de le chauffer et de le refroidir rapidement.

Dans aucun cas les échantillons fermés sous vide ne se sont mieux conservés que les échantillons hermétiquement scellés ; les miels conditionnés selon ces deux méthodes se sont toutefois mieux conservés que ceux placés dans des récipients en verre ou des boîtes à couvercle emboîté. Il est donc souhaitable de placer le miel dans des récipients étanches à l'air. La fermeture sous vide coûtant plus cher que la fermeture hermétique, il est préférable de choisir cette dernière pour conditionner le miel.

Les miels extraits de rayons stockés encore humides de miel ont davantage tendance à former des cristaux fins que ceux provenant de rayons secs. Il est possible que la pellicule de miel adhérant aux parois des cellules des rayons humides cristallise pendant l'hiver. Ce miel cristallisé, présent dans les rayons quand les abeilles les remplissent de nouveau, peut entraîner l'incorporation d'un grand nombre de petits cristaux au miel. Si cela se produit, la cristallisation est accélérée et de petits cristaux se forment.

Dans les miels chauffés, la cristallisation est retardée et les cristaux formés sont plus gros, à peu près proportionnellement à la température et à la durée du chauffage. Le chauffage détruit les cristaux qui stimulent la croissance cristalline ultérieure ; la réduction de leur nombre abaisse la vitesse de cristallisation, et les nouveaux cristaux sont plus grands et plus grossiers.

Les miels brassés ou pompés ont généralement cristallisé plus rapidement et formé des cristaux plus petits que les miels non agités. L'action mécanique d'une pompe à miel fragmentant les petits cristaux déjà présents, son effet sur la cristallisation est à peu près proportionnel à sa vitesse et au nombre de cristaux préexistants. Les miels liquides auxquels on avait ajouté du miel cristallisé ont également montré une légère accélération de la cristallisation. Dans ces cas, de petits cristaux fins se sont rarement formés ; les échantillons ont néanmoins clairement montré que l'introduction de cristaux et leur répartition ultérieure par brassage sont deux facteurs importants pour obtenir une cristallisation fine.

À mesure que les travaux avançaient, il devenait évident que les seules méthodes de conditionnement ne pouvaient maîtriser la fermentation. Aucune fermentation n'était présente dans les miels chauffés, mais les cristaux qui s'y formaient ensuite étaient si gros et grossiers que le miel devenait entièrement impropre à la vente. Il semblait ne rester qu'une voie pour aborder le problème de la fermentation : détruire d'abord les levures, puis maîtriser la cristallisation. La maîtrise de la cristallisation permettrait non seulement de résoudre le problème de la fermentation, mais aussi de standardiser le produit et d'améliorer considérablement sa qualité.

De nombreuses expériences ont été menées avant d'identifier les divers facteurs qui régissent la cristallisation du miel. On trouvera ci-après un bref exposé des étapes à suivre et des facteurs à respecter pour produire un miel à cristaux fins. La formation des cristaux de dextrose hydraté dans le miel est discutée en détail aux pages 68 à 71 de ce bulletin.

Comme on suppose que tous les miels contiennent des levures tolérantes au sucre, capables de provoquer une fermentation lorsque les conditions leur sont favorables, il est conseillé de chauffer tous les miels. Cela détruit les levures et liquéfie les éventuels cristaux grossiers. Le miel doit ensuite être refroidi

aussi rapidement que possible, afin de limiter le brunissement dû à la dégradation d'un ou plusieurs sucres.

Divers types d'appareils peuvent servir à chauffer et à refroidir rapidement le miel. Si l'on emploie une cuve, la partie contenant le miel doit être entourée d'une enveloppe extérieure. Le chauffage peut se faire par injection directe de vapeur dans cette enveloppe, à condition que la paroi intérieure de la cuve soit revêtue d'un émail épais ou d'un autre matériau jouant partiellement le rôle d'isolant, et que le miel soit constamment brassé pendant le chauffage. Le refroidissement peut être obtenu en faisant circuler de l'eau froide ou de la saumure dans l'enveloppe. En refroidissant, le miel devient très visqueux et forme une épaisse couche isolante sur la paroi intérieure. Si le brassage n'enlève pas cette couche, le refroidissement est fortement ralenti. Avec une cuve munie de racleurs retirant constamment la couche visqueuse de miel des parois refroidies, il devrait être peu difficile de refroidir le miel assez rapidement pour tous les usages pratiques. Les racleurs doivent se déplacer lentement et être placés assez profondément sous la surface pour ne pas incorporer de bulles d'air.

Lorsque le miel est refroidi à environ 75 °F, on ajoute le levain constitué de miel finement cristallisé, préalablement traité. Il n'est pas nécessaire que la température d'addition soit exactement de 75 °F. De bons résultats ont été obtenus en introduisant le levain à des températures allant de 50 à 85 °F. Il suffit que la température soit assez basse pour que les petits cristaux ne soient pas liquéfiés à leur introduction. À environ 75 °F, la consistance du miel permet de bien mélanger facilement le levain au miel liquide. Si la température du miel liquide est trop basse, ce mélange est plus difficile et peut devenir presque impossible sensiblement au-dessous de 50 °F. Si le miel est très épais, il est souhaitable d'introduire la portion finement cristallisée à une température légèrement supérieure à celle convenant aux miels de teneur en eau moyenne ; pour les miels plus fluides, une température légèrement inférieure à 75 °F est plus favorable.

Il n'est pas nécessaire d'ajouter une grande quantité de levain, mais il est indispensable que les cristaux ajoutés soient fins. De gros cristaux continuent à croître dans le miel et rendent le produit final granuleux. De bons résultats ont été obtenus avec diverses proportions pondérales de levain et de miel liquide, allant de 3 % seulement jusqu'à 20 %. En général, dans des limites raisonnables, plus la proportion de levain est grande, plus la formation ultérieure des cristaux est rapide, en raison du plus grand nombre de foyers de cristallisation introduits. Pour la pratique, une proportion de 5 à 10 % de matière ajoutée paraît préférable ; une bonne règle de travail consiste à en ajouter un peu plus de 5 %.

Lorsque l'on ajoute environ 5 % de levain au miel liquide, il convient de bien mélanger les deux portions pour répartir les minuscules cristaux de dextrose hydraté dans toutes les parties du miel liquide. La durée du brassage varie avec le matériel employé, mais environ quinze minutes suffisent généralement. Il est souhaitable d'utiliser un brassage qui n'incorpore pas de petites bulles d'air, car celles-ci ont tendance à remonter et à former une écume. En plus de donner

à la surface du miel un aspect indésirable, les bulles d'air peuvent abriter des levures susceptibles de provoquer ultérieurement une fermentation dans des conditions favorables.

Après incorporation complète du levain au miel liquide, il est souhaitable de verser immédiatement le miel dans les récipients définitifs. La formation des cristaux s'effectue alors dans ces récipients, ce qui réduit les possibilités de contamination par les levures de l'air. Il est souhaitable de placer tous les miels traités dans des récipients métalliques ou étanches à l'air pouvant être fermés hermétiquement, afin de soustraire le miel aux variations d'humidité atmosphérique.

Une fois le miel versé dans les récipients, il faut le placer à une température permettant à la formation ultérieure des cristaux de progresser le plus rapidement possible. Pour les miels de consistance moyenne, environ 57 °F ont donné la formation de cristaux la plus rapide. Pour ceux dont la densité relative est inférieure à la moyenne, une température légèrement inférieure à 57 °F a donné les meilleurs résultats ; pour les miels plus concentrés, une température légèrement supérieure peut accélérer encore le procédé. Avec les miels moyens, les meilleurs résultats sont obtenus en maintenant la température aussi constante que possible.

Si les températures appropriées et les autres facteurs sont respectés, le miel traité devrait atteindre le stade solide de cristallisation en deux à quatre jours. Une cristallisation rapide est souhaitable non seulement pour utiliser le matériel au maximum, mais surtout pour la taille des cristaux et la qualité du miel traité qui en résulte.

Une fois le miel cristallisé selon le procédé décrit, il peut être retiré de la température constante à laquelle il a été soumis, puis conservé à température ambiante ordinaire sans fermenter ni se liquéfier. Les miels de densité relative anormalement faible tendent à ramollir ou à se liquéfier à température ambiante, tandis que ceux de densité anormalement élevée peuvent rester solides même à des températures élevées. La proportion des sucres présents peut aussi influencer la consistance du miel cristallisé. Les miels riches en lévulose devraient ramollir et tendre à se liquéfier à température ambiante davantage que ceux riches en dextrose ; mais, pour tous les miels normaux dont la densité relative se situe entre 1,419 et 1,435, la proportion des sucres ne devrait pas modifier sensiblement la consistance de la cristallisation.

Références citées

Browne, C. A. *Chemical analysis and composition of American honeys* [Analyse chimique et composition des miels américains]. Dans U. S. Chem. Bur., Bull. 110 : 1–69. 1908.

Fabian, F. W., et Quinet, R. I. *A study of the cause of honey fermentation* [Étude de la cause de la fermentation du miel]. Michigan State Coll. Agr. Exp. Sta. Tech. bul. 92 : 1–41. 1928.

Gortner, Ross Aiken. *Outlines of biochemistry* [Éléments de biochimie], p. 1–793. Référence à la p. 14. 1929.

Jackson, Richard F., et Silsbee, Clara Gillis. *Saturation relations in mixtures of sucrose, dextrose, and levulose* [Relations de saturation dans les mélanges de saccharose, de dextrose et de lévulose]. U. S. Commerce Dept., Standards Bur. Technologic papers 259 : 277–304. 1924.

Page originale 76

Lochhead, A. G., et Farrell, Leone. *Soil as a source of infection of honey by sugar-tolerant yeasts* [Le sol comme source de contamination du miel par des levures tolérantes au sucre]. Canad. journ. research 3 : 51–64. 1930 a.

Lochhead, A. G., et Farrell, Leone. *The effect of preservatives on fermentation by sugar-tolerant yeasts from honey* [Effet des conservateurs sur la fermentation par les levures du miel tolérantes au sucre]. Canad. journ. research 3 : 95–103. 1930 b.

Lochhead, A. Grant, et Heron, Doris A. *Microbiological studies of honey* [Études microbiologiques du miel]. Canada Agr. Dept. Bul. 116 n. s. : 1–47. 1929.

Lochhead, A. G., et McMaster, N. B. *Yeast infection of normal honey and its relation to fermentation* [Contamination du miel normal par les levures et relation avec la fermentation]. Sci. agr. 11 : 351–360. 1931.

Marvin, G. E. *A preliminary report on the cause of the fermentation and souring of honey* [Rapport préliminaire sur la cause de la fermentation et de l'aigrissement du miel]. Wisconsin beekeeping 4 : 109–110. 1927.

Marvin, G. E. *The occurrence and characteristics of certain yeasts found in fermented honey* [Présence et caractéristiques de certaines levures trouvées dans le miel fermenté]. Journ. econ. ent. 21 : 363–370. 1928.

Marvin, G. E. *Further observations on the deterioration and spoilage of honey in storage* [Nouvelles observations sur la dégradation et l'altération du miel pendant le stockage]. Journ. econ. ent. 23 : 431–438. 1930.

Nussbaumer, Th. *Beitrag zur Kenntnis der Honiggärung nebst Notizen über die chemische Zusammensetzung des Honigs* [Contribution à la connaissance de la fermentation du miel, avec des notes sur sa composition chimique]. Ztschr. Untersuch. Nahr. u. Genussmtl. 20 : 272–277. 1910.

Pugh, R. M. *A study of the grading and fermentation of honey for the years 1924 and 1925* [Étude du classement et de la fermentation du miel pour les années 1924 et 1925]. Mémoire pour le diplôme de M. S., Cornell University. 1927.

Rahn, Otto. *Incomplete sterilization of food products due to heavy syrups* [Stérilisation incomplète des produits alimentaires due aux sirops concentrés]. Canning age 1928 : 705–706. 1928.

Wilson, H. F., et Marvin, G. E. *On the occurrence of the yeasts which may cause the spoilage of honey* [Sur la présence des levures pouvant provoquer l'altération du miel]. Journ. econ. ent. 22 : 513–517. 1929 a.

Wilson, H. F., et Marvin, G. E. *Preventing fermentation in honey* [Prévenir la fermentation du miel]. Gleanings in bee culture 57 : 434–435. 1929 b.

Wilson, H. F., et Marvin, G. E. *The process of fermentation and how it affects the beekeeper* [Le processus de fermentation et ses conséquences pour l'apiculteur]. Iowa State Apiarist. Report 1929 : 58–61. 1930 a.

Wilson, H. F., et Marvin, G. E. *The effect of temperature on honey in storage* [Effet de la température sur le miel en stockage]. Wisconsin beekeeping 7 : 116–118, 121. 1930 b.

Wilson, H. F., et Marvin, G. E. *The effect of temperature on the keeping qualities of honey* [Effet de la température sur l'aptitude du miel à la conservation]. Amer. bee journ. 71 : 22–23. 1931.

Note. Afin de préserver la qualité du produit que l'on peut obtenir par le procédé décrit dans ce bulletin, l'auteur a demandé des brevets sur le procédé et sur le produit, et les a cédés, sous réserve de leur délivrance et à compter de celle-ci, à Cornell University, pour que le College of Agriculture puisse promouvoir des recherches similaires. Les personnes résidant aux États-Unis qui s'intéressent à la fabrication de ce produit doivent s'adresser au Comptroller de Cornell University, Ithaca, New York.