

La Cire d'abeille

GALLEGOS Kevyn Durabilité

ANIBALI Fiorella Fonctionnalité

Histoire

La cire d'abeille est un type de cire naturelle. Découverte il y a des milliers d'années, il existe évidence de son existence dans les civilisations antiques (7). Cependant, les premiers rapports qui décrivent sa composition sont à disposition depuis le XXe siècle.

Il y a des indices de cire d'abeille qui ont été trouvés dans des bateaux d'origine viking, siècle 9 après J.-C., dans objets quotidiens des égyptiens, et en plus, il existe aussi des indices de l'ère néolithique (7). Dans tous les cas il n'est pas assez évident si la cire a été utilisée pour profiter de ses propriétés, spécifiquement, comme adhésif, ou si c'est en fait une conséquence de la consommation du miel, car le miel est composé principalement de divers types de sucre, et pour cela, perdures mois que la cire.

Néanmoins, il y a un cas notable dont la cire a joué le rôle d'adhésif (8). Il s'agit des éléments de décoration qui ont été trouvés dans des tombes qui appartenaient aux citoyens de l'Etat de Chu, Chine (actuel Chine central) et qui datent du 5ème ou 6ème siècle avant J.-C. Après des études de caractérisation les chercheurs ont découvert que la cire d'abeille avait été utilisée pour coller des pierres précieuses sur des pièces de bronze.

Dans l'actualité, et après le développement de l'apiculture, on peut trouver la cire sur des applications industriels, médicaux, pharmacologiques, etc.

En ce qui concerne à sa composition, ce n'était possible de faire une caractérisation correcte de la cire qu'après l'invention des techniques comme la chromatographie en phase gazeuse dans les années 60. (7)

Composition

La cire d'abeille est constituée d'un mélange complexe de composés aliphatiques et parmi eux des n-alcanes, dont les chaînes carbonées comprennent de 23 à 31 atomes de carbones, des acides n-alcanoïques contenant de 20 à 36 atomes de carbones et des monoesters et monoesters hydroxylés. (7)

Pour mieux connaître la relation composition-propriétés la cire est analysée de manière non hydrolysée en utilisant principalement la technique de chromatographie. Ensuite, le processus est répété avec la cire hydrolysée.

La technique de chromatographie sur colonne et la chromatographie sur couche mince, en utilisant de l'adsorbant d'alumine et d'argent, ont permis reconnaître et séparer les hydrocarbures entre ceux qui sont saturés et ceux qui sont insaturés. Les premiers sont de type C₂₃ à C₃₁, c'est-à-dire qu'ils ont entre 23 et 31 atomes de carbone dans ses chaînes ; les hydrocarbures insaturés sont C₂₉ à C₃₅.

La séparation d'esters a été faite dans une colonne de d'acide silicique par élution graduel avec hexane. Le résultat permet de distinguer des monoesters, diesters, triesters et après un mélange d'hydroxy esters et des acides.

Les monoesters sont de C₄₀ à C₅₀, et principalement des alcools de C₁₆ de C₂₄-C₃₂; Les diesters sont de C₅₆ à C₆₆. L'hydrolyse de monoesters et diesters a montré que dans ces premiers il y a des acides et alcools, tandis que dans les derniers il existe en plus des hydroxy esters et des diols.

Dans les esters complexes, on trouve des structures des acides hydroxy, acides et diols. L'acide hydroxy le plus abondant c'est l'acide 15-hydroxyhexadécanoïque (acide palmitique).

Les triesters ont été étudiés, avec des résultats similaires à ceux du mono et diesters, pourtant, ils ont un ou deux unités d'acide hydroxy au milieu de la chaîne.

La quantité des acides esters c'est faible. Parmi ces acides les acides monoester, plus importants, sont C₃₂-C₄₄.

Par rapport aux diols, ils sont de type C₂₄-C₃₂.

La composition de la cire non hydrolysée ne montre pas des différences par rapport à la composition décrite au-dessus.

Il est évident que la description de la composition pour la cire d'abeille est très complexe, c'est pour cela, que en fait, ce n'est pas possible de distinguer toutes les molécules qui la compose. Une approximation grossière nous indique que la cire d'abeille a 14% des hydrocarbures, 35% monoester, 14% diester, 3% triester, 4% hydroxydes de monoester, 8% hydroxyde de polyester, 1% acide d'ester, 2% acide de polyester, 12% acides libres, 1% alcools libres, 6% composants inconnus (2).

Il faut remarquer que tous les composants qui forment plus de 1% de la cire non fractionnée constituent en total le 56%, et que le reste, 44% c'est composé par un grand nombre des petites molécules. C'est grâce à la présence de ces molécules que la cire a une température de fusion basse et une haute plasticité.

Théorie d'adhésion de la cire d'abeille.

La cire d'abeille a été utilisée comme adhésive dans différentes périodes de l'histoire humaine. Même aujourd'hui elle est utilisée pour la fabrication de certains ciments(4). Cependant, la cire d'abeille n'est pas utilisée comme adhésive toute seule. La plupart du temps elle est mélangée avec d'autres substances naturelles pour améliorer les propriétés d'adhésion.

Des études précédentes montrent que la cire d'abeille était mélangée avec de la résine de pin (1). Les mélanges ont été faits pour éviter la rupture cohésive, cela signifie que la fragilité de la cire d'abeille est réduite.

En termes de la théorie d'adhésion appliquée au mélange cire-résine, il est possible d'avoir deux approches différentes.

1.- Théorie thermodynamique.

La théorie thermodynamique postule, en termes générales, que l'adhésion entre deux couches se produit par les liaisons physiques (type van der Waals) générées lors de l'interaction de ces

couches. La composition chimique de la cire d'abeille présente nombreux composés avec des groupements OH capables de former ces types de liaison (2).

De plus, des études par rapport au coefficient de friction de la cire d'abeille ont montré que si la charge normale augmente le coefficient de frottement est réduit (3). Quand un matériau avec une énergie de surface élevée est en contact avec un matériau avec une surface d'énergie plus faible, de la sollicitation en cisaillement, le glissement est favorisé et pourtant l'adhésion est moindre (3). On peut conclure que si le mélange cire-résine est utilisé avec un matériau avec une énergie de surface plus grande ou plus petite, lors de cisaillement, l'adhérence sera plus faible.

2.-Théorie Mécanique.

La théorie mécanique postule que l'adhésion dépende de la rugosité du substrat et de la mouillabilité de l'adhésive. L'adhésive rentre dans la porosité du substrat ce qui fait un enclavage mécanique.

Dans les études expérimentales réalisées avec un mélange cire-résine avec des plaques de bois (1), il est possible d'observer des ruptures adhésives. Celui-ci veut dire que la rupture se fait à l'interface. Le bois est un matériau poreux, les pores du bois sont remplis par le mélange cire-résine ce qui fait l'enclavage mécanique, et lors de la sollicitation la défaillance se passe aux points d'enclavage.

Applications de la cire d'abeille.

Historiquement la cire d'abeille a été utilisée dans la médecine et l'alimentation. Cependant, d'autres études ont montré que la cire d'abeille a été utilisée comme adhésive. Des pièces de turquoise ont été collées en Chine et les analyses montrent de traces de cire d'abeille dans les adhésives (5).

Actuellement, la cire d'abeille est toujours utilisée dans des mélanges pour faire des adhésives. Le plus connu est le ciment de coutelier. Le mélange est composé de résine de pin, de cire d'abeille et de sciure de bois (4).

Finalement, la cire d'abeille est utilisée dans d'autres domaines différents de ceux de l'industrie du collage. La cire est utilisée pour les objectifs suivants :

- Cosmétiques (25-30%)
- Produits pharmaceutiques (25-30%)
- Bougies (20%)
- D'autres fins (10 à 20%) (6).

Bibliographie

- (1) P. R. B. Kozowyk, P. K. (2016, 16 mars). Lap Shear and Impact Testing of Ochre and Beeswax in Experimental Middle Stone Age Compound Adhesives. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0150436>
- (2) A. P. Tulloch (1980) Beeswax—Composition and Analysis, *Bee World*, 61:2, 47-62, DOI: 10.1080/0005772X.1980.11097776
- (3) J. Morgan, S. Townley, G. Kemble & R. Smith (2002) Measurement of physical and mechanical properties of beeswax, *Materials Science and Technology*, 18:4, 463-467, DOI: 10.1179/026708302225001714
- (4) Wikipedia contributors. (2019, 15 octobre). Ciment de coutelier — Wikipédia. Recuperado 3 noviembre, 2019, de https://fr.wikipedia.org/wiki/Ciment_de_coutelier
- (5) Luo, W., Li, T., Wang, C., & Huang, F. (2012). Discovery of Beeswax as binding agent on a 6th-century BC Chinese Turquoise-inlaid Bronze sword. *Journal of Archaeological Science*, 39(5), 1227–1237. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2011.12.035>
- (6) Stefan Bogdanov (2004) Beeswax: quality issues today, *Bee World*, 85:3, 46-50, DOI: 10.1080/0005772X.2004.11099623
- (7) Wugan Luo, Tao Li c, Changsui Wang, Fengchun Huang. Discovery of Beeswax as binding agent on a 6th-century BC Chinese Turquoise-inlaid Bronze sword. *Journal of Archaeological Science* 39 (2012) 1227-1237
- (8) <https://www.pourlascience.fr/sd/archeologie/la-cire-dabeille-est-utilisee-depuis-au-moins-10000-ans-12207.php>