
Resum

La mel, consumida per l'home des de fa milers d'anys degut a les seues propietats organolèptiques i terapèutiques, és el producte de la unió entre el món animal, l'abella (*Apis mel·lífera*), i el vegetal, el nèctar de les flors y/o secrecions ensucrades de les plantes o insectes. Hui en dia les empreses envasadores i comercialitzadores de mel, per a complir les exigències legals i comercials, han de dur a terme una etapa prèvia al procés industrial que consistix a classificar les mels que entren en l'empresa com a matèria primera, tant pel que fa a criteris de qualitat com d'innocuitat. Entre els primers, a més dels referents al compliment dels nivells dels paràmetres fisicoquímics exigits per la normativa nacional i internacional, destaca la necessitat de classificar les mels atenent a l'origen botànic, pel consegüent valor afegit que implica per a les empreses. En este sentit, la busca de noves ferramentes analítiques que faciliten la diferenciació botànica de les mels seria de gran utilitat per al sector apícola; ja que la metodologia tradicional basada en la quantificació del contingut pol·línic presenta no sols l'inconvenient de requerir personal expert, sinó a més el d'estar subjecte a interferències, especialment quan el contingut pol·línic estiga infra-representat, com succeïx en alguns tipus de mel.

Un altre aspecte essencial per al sector, és el relacionat amb la possible presència en la mel de residus químics (antibiòtics o pesticides) com a conseqüència directa dels tractaments veterinaris o indirecta dels tractaments agrícoles. A este respecte, garantir el compliment de la legislació i la reducció de riscos per al consumidor és un requisit fonamental en matèria de Seguretat Alimentària. Per a això, s'ha de controlar la matèria primera en la recepció industrial, duent a terme les anàlisis adequats per mitjà de mètodes validats i contrastats.

En este sentit, la present tesi doctoral es planteja amb dos objectius clarament diferenciats: 1. Avaluar les tècniques que s'utilitzen de forma rutinària en el control de qualitat de mels, tant a nivell industrial com comercial, i comparar-les amb altres alternatives no convencionals i 2. Avaluar l'efectivitat del control de la matèria primera (dut a terme en l'etapa de recepció industrial) per a complir els límits legals establits pel que fa a la presència de residus químics en mel. A més, valorar el risc per al consumidor com a conseqüència de l'exposició als anomenats residus quan legalment tinguen establert un LMR (Límit màxim de residus).

Dels resultats obtinguts es conclou que, en general, els paràmetres fisicoquímics, que s'utilitzen de forma convencional en la classificació de mels, no permeten una bona diferenciació de les mateixes en termes de monofloralitat. Si bé, l'origen botànic de les mels té un clar impacte en alguns d'ells, com és el color i la conductivitat elèctrica, els nivells de certs paràmetres fisicoquímics poden variar en funció de l'any de recol·lecció (especialment el color) i de les pràctiques apícoles. En este sentit, l'apicultor té un important paper en la variabilitat d'alguns d'estos paràmetres, especialment pel que fa al HMF i la humitat, i inclús al color varietal característic que el mercat requerix. Per tant,

unes bones pràctiques apícoles són vitals per a obtenir el producte que el consumidor espera i la legislació exigeix.

Les tècniques alternatives assajades en el present estudi, com és el cas de la identificació de compostos volàtils característics en la fracció volàtil de les mels, i l'aplicació d'un sistema de llengua electrònica construït amb sensors metàl·lics, han proporcionat resultats útils i esperançadors en classificació de mels per a complementar la informació obtinguda per mitjà de l'anàlisi pol·línica.

La utilització de marcadors químics, com és el cas de l'antranilato de metil en les mels de cítric, resulta especialment útil quan estes presenten un baix percentatge de pol·len de l'espècie botànica de què majoritàriament procedisquen (per varietats híbrides estèrils o producció de pol·len i nèctar no simultània). No obstant això, inexplicablement les transaccions comercials són, de vegades més exigents amb esta varietat de mel que amb altres, ja que no sols exigixen la presència d'un percentatge de pol·len mínim de *Citrus* spp. (mínim 10-20%), sinó que a més requereixen un mínim contingut d'antranilato de metil (2 mg/kg). En este sentit, la present tesi doctoral proposa reconsiderar el nivell de MA requerit per a la mel espanyola de cítrics, a un valor mínim de 1.2 mg/kg (superior al suggerit en altres estudis per a mels de cítric italianes), i a més només tindre en compte este paràmetre en el cas de les mels amb un sorprenent baix percentatge de pol·len de cítrics, i després de l'avaluació de les seues propietats organolèptiques i fisicoquímiques.

La presència de determinats compostos, en la fracció volàtil de les mels, resulta determinant en la seva diferenciació; sent l'origen botànic el que major influència té en la discriminació i en menor mesurada l'origen geogràfic. Per exemple, carvacrol i α -terpineno són característics de la mel de til·ler; α -pineno i 3-methyl-2-butanol de la mel de girasol, i òxid de cis-linalool de la mel d'acàcia. En relació amb la llengua electrònica, construïda amb sensors metàl·lics, la combinació de la informació amb ella generada juntament amb l'aplicació d'adequades tècniques estadístiques multivariant (Anàlisis de Components Principals i Xarxes Neuronals) ha demostrat que aquest sistema permet la diferenciació de mels segons el seu origen botànic amb un percentatge d'èxit del 100%. A més, s'ha confirmat una bona correlació entre la llengua electrònica i la capacitat antioxidant de les mels (0.9666).

Pel que fa al control de residus químics, els resultats confirmen que un control de qualitat apropiat en la recepció de la matèria primera, aplicant una metodologia analítica adequada i validada, resulta eficaç per reduir en la mel comercialitzada el risc d'exposició per la presència de sulfonamides. En aquest sentit, es pot considerar que està garantida la seguretat del consumidor de mel en el que respecta no tan sols a la presència de sulfamides, sinó també d'altres substàncies químiques com a antibiòtics i pesticides, ja que el control que les empreses duen a terme de forma rutinària els engloba a tots.

En relació al risc d'exposició a pesticides a través del consum de mel, es conclou que, encara que en l'estudi dut a terme en mostres comercials, no es va superar el Límit Màxim

de Residus (LMR) para cap dels pesticides analitzats, el consumidor està exposat a molts d'ells a concentracions inferiors a aquests límits (especialment per als acaricides destinats al tractament de la varroa). No obstant això, el "Índice de Perill" (Hazard Index: HI) per a la presència de pesticides en les mels, obtingut com a sumatori del perill individual de cada pesticida (Hazard Quotient: HQ) present en elles, va anar en el pitjor dels casos 500 vegades inferior al valor d'1, considerat com a límit d'acceptabilitat. Encara que els consumidors no estan exposats a nivells tòxics de pesticides a través del consum de mel, no obstant això, seguint el principi que una exposició ha de ser "tan baixa com sigui raonablement possible", el sector primari, apicultors i agricultors, ha de fer un esforç ja que les seves pràctiques poden influir directament en el problema de la presència de residus en la mel.