



Disponible en ligne sur

**ScienceDirect**  
[www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

Elsevier Masson France

**EM|consulte**  
[www.em-consulte.com](http://www.em-consulte.com)



Article original

# Quand l'abeille pelote le pollen allergisant

## *When bee loads allergenic pollen*

C. Nonotte-Varly

Centre hospitalier Marie-José Treffot, boulevard Maréchal-Juin, 83400 Hyères, France

### INFO ARTICLE

*Historique de l'article :*  
Reçu le 15 juillet 2020  
Accepté le 10 décembre 2020  
Disponible sur Internet le xxxx

*Mots clés :*  
Pollen en pelote  
Pollen allergisant  
Potentiel allergénique  
Produits de la ruche  
Mélissopalynologie

*Keywords:*  
Bee gathered pollen  
Allergenic pollen  
Allergenic potency  
Bee products  
Melissopalynology

### RÉSUMÉ

Connaître les pollens allergisants des pollens en pelote commercialisés sur le marché français est important pour l'allergie pollinique. Deux cent quarante-six échantillons sont étudiés à l'aide de la technique d'allergomélissopalynologie. Ce procédé décrit le spectre des pollens allergisants et le potentiel allergénique des pollens en pelote avec le système d'indexation de potentiel allergénique (APIS). Quarante-trois pour cent de ceux-ci comportent une masse d'aéroallergène pollinique variant de 1 à 100 %. Cent pour cent des pollens polyfloraux comptent de 1 à 4 pollens allergisants parmi les 16 recensés. Quinze pour cent des pollens mono- ou bifloraux comportent *Taraxacum*, Asteraceae ou Poaceae avec respectivement un APIS moyen de 41, 38 et 27. APIS permet de définir le potentiel allergénique des pollens allergisants des pollens en pelote.

© 2020 Publié par Elsevier Masson SAS.

### ABSTRACT

Knowing allergenic pollens of bee gathered pollen (BGP) sold in France is important for allergic people. Two hundred forty-six BGP are studied using the allergomelissopalynology method. This process describes the spectrum of allergenic pollens and the allergenic potential of BGP with the allergenic potential index system (APIS). Eighty-three percent of BGP contain a mass of pollinic aeroallergens ranging from 1 to 100%. One hundred percent of polyfloral BGP have 1 to 4 allergenic pollens among the 16 counted. 15% of mono- or bifloral BGP have *Taraxacum*, Asteraceae or Poaceae with an average APIS of 41, 38 and 27 respectively. APIS allows to define the allergenic potential of allergenic pollens of BGP.

© 2020 Published by Elsevier Masson SAS.

## 1. Introduction

L'abeille mellifère (*Apis mellifera*) récolte des pollens floraux pour les besoins nutritionnels de la colonie, notamment pour des macronutriments (protéines et lipides) et des micronutriments (minéraux et vitamines). Le pollen ainsi collecté est appelé dans le langage courant « pollen d'abeille », ou plus simplement « pollen » par des institutions nationales ou internationales (par exemple : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES), Parlement européen et Commission européenne). Composé sans manipulation humaine, il est défini comme un produit de la ruche naturel issu du monde végétal, remanié par la seule abeille, constitué de grains de pollen

de fleur récoltés à l'anthèse florale et agglomérés en pelotes avec des produits biologiques et des lactoferments issus du corps même de l'abeille.

C'est un aliment dont la composition nutritionnelle moyenne est présentée sur le site [www.ciqua.anses.fr](http://www.ciqua.anses.fr) (Ciqua – table de composition nutritionnelle des aliments, ANSES). Sur le plan nutritionnel, il contient la source la plus riche connue de glucides, protéines, acides aminés, lipides, vitamines, minéraux et oligo-éléments [1], mais aussi des quantités importantes de pigments, de polyphénols, principalement des flavonoïdes et des dérivés d'acide caféique [2]. C'est un aliment « vivant » car il comporte un microbiote résultant de flores provenant de différentes sources (végétale et apiaire), variables en fonction de divers facteurs (zone et saison de récolte par exemple) [3].

Sa consommation est susceptible d'avoir des effets bénéfiques préventifs et curatifs en matière de santé humaine et animale. Par

Adresse e-mail : [claudenonottevarly@limperialsante.net](mailto:claudenonottevarly@limperialsante.net)

<https://doi.org/10.1016/j.reval.2020.12.003>

1877-0320/© 2020 Publié par Elsevier Masson SAS.

exemple, il a rapporté une action positive sur la prévention des problèmes de prostate [4], sur le stress oxydatif [5].

Le pollen en pelote est collecté par l'homme à l'entrée de la ruche à l'aide de trappe à pollen, puis il est trié et conservé selon différentes méthodes (par exemple : congélation ou bien séchage à 40 °C et lyophilisation). L'ensemble de ce processus de collecte, de conservation et de distribution est soumis à la réglementation alimentaire européenne dite « food law » ou « paquet hygiène », voire aux règlements relatifs aux compléments alimentaires si le pollen en pelote est un ingrédient d'un tel complément.

Le pollen en pelote peut comporter des pollens allergisants [6]. L'ingestion de ces pollens peut provoquer des effets indésirables parfois graves chez les personnes allergiques [7,8]. Ces accidents allergiques surviennent chez des individus présentant fréquemment des antécédents d'asthme et d'allergie respiratoire au pollen [7]. En 2018, l'ANSES a rappelé que l'allergie aux pollens constitue un facteur de risque d'allergie aux produits de la ruche [9].

Cependant, les accidents allergiques liés à une ingestion de pollen semblent rares. L'analyse de l'ANSES repose sur trois signalements d'effets indésirables survenus en France entre 2012 et 2016, impliquant une fois du pollen récolté mécaniquement (Sérélys®) et deux fois des produits de la ruche (gelée royale et mélange miel-propolis). Cette opinion est partagée par des auteurs pour le pollen en pelote [10]. Ils estiment la prévalence des accidents allergiques toutes gravités confondues à 0,05 % chez les apiculteurs et leurs familles [10]. Cette rareté peut surprendre au regard de la forte prévalence des allergies polliniques, de l'importance de la sensibilité croisée entre les pollens allergisants inhalés et les mêmes pollens récoltés par l'abeille [6] et, aussi, de la quantité croissante de pollen en pelote consommée (plusieurs centaines de tonnes par an, récoltées en France ou importées de pays européens) [11]. Une pelote de pollen a un diamètre moyen de 2,5 mm et une masse moyenne de 7,5 mg correspondant à environ 0,5 million de grains de pollen [12]. Rapportée à la population française, la consommation moyenne estimée de pollen en pelote est de 3 à 4 g/an environ par individu, soit un quart de milliard de grains de pollen !

Nous proposons d'approfondir notre connaissance des pollens allergisants des pollens en pelote commercialisés en France et de définir des caractéristiques des pollens en pelote pouvant expliquer ou favoriser la survenue potentielle d'un accident allergique avec l'aide de l'allergomélissopalynologie.

## 2. Matériels et méthode

### 2.1. Échantillons de pollens en pelote

L'étude porte sur 246 échantillons de pollens en pelote reçus au cours de l'année 2019 par le laboratoire d'analyses et d'écologie apicole CETAM – Lorraine (Centre d'études techniques Apicoles de Moselle – Lorraine, 1B, rue Jeanne-d'Arc, 57310 Guénangen, France).

### 2.2. Technique de l'allergomélissopalynologie

Cette méthode procède de l'étude des grains des pollens en pelote provenant de la flore pollinifère butinée par l'abeille domestique *Apis mellifera*.

L'allergomélissopalynologie appliquée au pollen en pelote permet de définir :

- les pollens des plantes pollinifères utiles à la typologie des pollens en pelote ;
- le profil de la flore pollinifère utile à la définition de l'origine géographique ;

- les pollens allergisants permettant d'établir le spectre pollinique allergénique ;
- les potentiels allergéniques cutanés des pollens allergisants.

#### 2.2.1. Analyse palynologique quantitative du pollen en pelote

L'analyse palynologique quantitative du pollen en pelote définit :

- le spectre de pollen floral par genres ou familles botaniques selon la norme de l'*International Commission for Bee Botany* [13] ;
- la proportion de chaque pollen floral du spectre du pollen en pelote ;
- la masse de chaque pollen floral du spectre par unité de masse de pollen en pelote.

#### 2.2.2. Étude des pollens des plantes pollinifères

Les pollens des plantes pollinifères sont caractérisés et isolés.

2.2.2.1. *Analyse palynologique qualitative.* Dans une analyse palynologique qualitative, ces pollens sont ensuite classés par ordre de fréquence en % :

- monofloral ( $\geq 80$  %) ;
- dominant ( $\geq 45$  % et  $< 80$  %) ;
- d'accompagnement ( $\geq 16$  % et  $< 45$  %) ;
- minoritaire ( $\geq 3$  % et  $< 16$  %) ;
- très minoritaire ou isolé ( $\geq 1$  % et  $< 3$  %) ;
- trace ( $< 1$  %).

La typologie du pollen en pelote permet de distinguer le pollen en pelote polyfloral (ou multifloral ou hétérofloral) et le pollen monofloral (ou unifloral) en fonction de la proportion des taxons mis en évidence par l'analyse palynologique [14]. Le pollen en pelote est dit monofloral si la proportion de pollen dominant est  $\geq 80$  %.

Un pollen en pelote est qualifié de bifloral si la proportion cumulée de deux pollens est  $\geq 80$  % et la proportion du pollen le moins représenté est  $\geq 35$  %.

2.2.2.2. *Analyse pollinique quantitative.* Dans l'analyse pollinique quantitative, nous appliquons la même classification pour ranger par ordre de masse chaque taxon du pollen en pelote :

- monofloral ( $\geq 80$  %) ;
- dominant ( $\geq 45$  % et  $< 80$  %) ;
- d'accompagnement ( $\geq 16$  % et  $< 45$  %) ;
- minoritaire ( $\geq 3$  % et  $< 16$  %) ;
- très minoritaire ou isolé ( $\geq 1$  % et  $< 3$  %).

Les pollens à l'état de trace (masse  $< 1$  %) sont habituellement négligés.

De même, le pollen en pelote est dit monofloral si la masse de pollen dominant est  $\geq 80$  %.

Un pollen en pelote est qualifié de bifloral si la somme des masses de deux pollens est  $\geq 80$  % et la masse du pollen le moins représenté des deux est  $\geq 35$  %.

Pour un même pollen en pelote, les classements des taxons par ordre de fréquence en pourcentage et par ordre de masse peuvent être très différents en raison des différences de volume et de masse des grains de pollen.

Le profil de la flore pollinifère caractérise l'écologie de la zone de butinage et permet de définir l'origine géographique du pollen en pelote.

### 2.2.3. Étude du spectre pollinique allergénique du pollen en pelote

Le spectre pollinique allergénique du pollen en pelote est établi à partir des types de pollens identifiés par l'analyse méliissopalynologique. Dans ce travail, le caractère allergénique des pollens est fondé sur la collection de référence des pollens allergisants du réseau français de surveillance aérobiologique RNSA (Réseau national de surveillance aérobiologique) ou par l'examen d'articles scientifiques parus dans des revues ou des guides spécialisés.

Sont aussi considérés allergéniques les pollens appartenant à une famille botanique dont les membres partagent un haut degré de sensibilisation croisée.

Nous citerons par exemple les Asteraceae [15,16]. Elles forment une grande famille comportant 13 sous-familles et 30 tribus. Si un certain nombre des membres sont pollinisés par des insectes et préoccupent rarement les allergologues, certains sont à l'opposé responsables d'allergie croisée [16]. La sous-famille Cichorioideae est paraphylétique et contient peu de membres pollinifères qui sont incriminés dans l'allergie si on excepte le pissenlit (*Taraxacum spp.*). La sous-famille Asteroideae est monophylétique et comprend 10 tribus, dont trois présentent un intérêt particulier du point de vue allergologique : la tribu Heliantheae des tournesols et des ambrosies ; la tribu Anthemideae des matricaires, des marguerites et des armoises ; et la tribu Astereae des asters, des solidages, des baccharis.

Les pollens allergisants anémophiles sont caractérisés par un potentiel allergique (*allergy potency*). Ils sont répartis en différents groupes de niveau de potentiel selon un classement du RNSA [17].

Les auteurs définissent le potentiel allergique comme la capacité du grain de pollen à produire des immunoglobulines E spécifiques dans une grande partie de la population. Il s'agit d'un indice d'exposition correspondant au niveau d'allergènes contenus à l'intérieur du grain de pollen, dans les particules microcytoplasmiques ou autour de l'exine du grain de pollen.

La puissance allergique d'un grain de pollen est la même quelle que soit la localisation de la plante source [17].

Pour des raisons de clarté, nous distinguerons dans la suite de notre propos les plantes mellifères *Taraxacum* (pissenlit) et *Helianthus* (tournesol), ainsi qu'*Artemisia* (armoise) à potentiel allergique élevé, des autres Asteraceae (astéracées). Nous convenons de dénommer ces dernières Asteraceae.

De même, *Zea* (maïs) mellifère sera distinct des autres Poaceae (poacées). Ces dernières seront dénommées Poaceae.

### 2.2.4. Étude des potentiels allergéniques cutanés du pollen en pelote

L'allergénicité d'un pollen allergisant (PA) est mesurée par la réactivité cutanée ( $R_{PA}$ ) d'allergiques à ce pollen.

$R_{PA}$  est proportionnelle à la masse de PA récoltée par l'abeille, selon une fonction qui lui est propre [18] :

$$\text{Log}(R_{PA}) = A(\text{Log}[Masse_{PA}]) + B$$

**Tableau 1**

Classe de masse du principal pollen allergisant et nombre d'échantillons de pollens en pelote.

| Masse en % du principal PA | Nombre d'échantillons | Pourcentage d'échantillons | Classe         |
|----------------------------|-----------------------|----------------------------|----------------|
| 0 %                        | 15                    | 6 %                        | Absence        |
| < 1 %                      | 26                    | 11 %                       | Trace          |
| 1 à 3 %                    | 23                    | 9 %                        | Isolé          |
| 4 à 15 %                   | 42                    | 17 %                       | Minoritaire    |
| 16 à 44 %                  | 63                    | 26 %                       | Accompagnement |
| 45 à 79 %                  | 37                    | 15 %                       | Dominant       |
| > 80 %                     | 40                    | 16 %                       | Monofloral     |

PA: pollen allergisant.

De cette fonction, on déduit l'équation de potentiel allergénique cutané spécifique du pollen allergisant où a et b sont des constantes spécifiques de PA :

$$R_{PA} = b(\text{Log}[Masse_{PA}])^a$$

Enfin, le système d'indexation du potentiel allergénique APIS attribue à chaque pollen allergisant un indice d'allergénicité défini comme égal à 10 fois  $R_{PA}$ .

Les équations de potentiel allergénique cutané des PA butinés par l'abeille ont été déterminées de manière expérimentale [18].

Lors de ce travail, la méthode APIS a permis de définir le potentiel allergénique APIS  $_{PA}$  de chaque pollen allergisant d'un échantillon de pollen en pelote. Pour cela, la réactivité cutanée de chaque PA a été évaluée par le calcul du diamètre de la papule établi comme suit :

- calcul de la masse de pollen allergisant par gramme de pollen en pelote ;
- calcul du diamètre de la papule à l'aide de l'équation de potentiel allergénique cutané ad hoc ;
- calcul d'APIS  $_{PA}$

## 3. Résultats

### 3.1. Les spectres polliniques allergéniques des pollens en pelote

#### 3.1.1. Les pollens en pelote et les pollens allergisants

Le **Tableau 1** montre la classe de masse du principal pollen allergénique de chaque pollen en pelote.

La masse de pollens réputés allergisants de 205 pollens en pelote (83 %) varie de 1 à 100 %. Parmi ceux-ci, 77 échantillons (31 %) comptent un pollen allergénique dominant ou bien monofloral, avec une masse supérieure à 45 % de la masse totale.

Les pollens polyfloraux regroupent la plus grande diversité de pollens allergisants. Ils en comptent entre un et quatre.

À l'inverse, les pollens mono- ou bifloraux sont plus pauvres en pollens allergéniques. Les 41 échantillons (17 %) sans pollen allergisant ou à l'état trace sont tous mono- ou bifloraux.

#### 3.1.2. Répartition des pollens allergisants en fonction de leur fréquence et de leur masse observée dans les pollens en pelote

Seize types ou familles de pollens allergisants sont comptés au sein des 246 échantillons de pollens en pelote (cf. dernier paragraphe de 2.2.3) (**Tableau 2**).

Les pollens allergisants peuvent être classés en 5 groupes de fréquence et de masse :

- *Artemisia* (armoise), *Olea* (olivier) et *Corylus* (noisetier) sont rares et à l'état trace ;
- *Chenopodium* (chénopode), *Ligustrum* (troène) et *Tilia* (tilleul) sont peu fréquents, de 5 et 10 échantillons avec une masse très faible en dehors d'un seul échantillon pour *Chenopodium* ;
- *Rumex* (oseille), *Plantago* (plantain), Asteraceae (astéracées), *Helianthus* (tournesol), *Salix* (saule) et *Taraxacum* (pissenlit) com-

**Tableau 2**

Classes de masse de chaque pollen allergisant (PA) et nombre d'échantillons de pollens en pelote.

| % Masse PA         | < 1 %      | 1 à 3 %   | 4 à 15 %  | 16 à 44 % | 45 à 79 % | > 80 %    |
|--------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <i>Artemisia</i>   | 1 (1/0)    |           |           |           |           |           |
| <i>Olea</i>        | 1 (1/0)    |           |           |           |           |           |
| <i>Corylus</i>     | 2 (1/1)    |           |           |           |           |           |
| <i>Chenopodium</i> | 3 (3/0)    | 1 (1/0)   |           |           | 1 (1/0)   |           |
| <i>Ligustrum</i>   | 7 (6/1)    | 2 (2/0)   | 1 (1/0)   |           |           |           |
| <i>Tilia</i>       | 3 (3/0)    | 2 (2/0)   | 3 (3/0)   |           |           |           |
| <i>Rumex</i>       | 17 (12/5)  | 5 (5/0)   | 9 (9/0)   | 1 (1/0)   |           |           |
| <i>Plantago</i>    | 31 (23/8)  | 15 (15/0) | 9 (9/0)   | 1 (1/0)   |           |           |
| Asteraceae         | 55 (35/20) | 25 (21/4) | 12 (9/3)  | 2 (2/0)   |           |           |
| <i>Helianthus</i>  | 4 (4/0)    | 2 (2/0)   | 4 (4/0)   | 8 (8/0)   |           |           |
| <i>Salix</i>       | 5 (4/1)    | 9 (9/0)   | 21 (21/0) | 20 (20/0) |           |           |
| <i>Taraxacum</i>   | 23 (20/3)  | 14 (14/0) | 19 (17/2) | 9 (9/0)   | 1 (1/0)   |           |
| <i>Zea</i>         | 6 (5/1)    | 0         | 4 (4/0)   | 6 (6/0)   | 7 (7/0)   |           |
| <i>Quercus</i>     | 6 (5/1)    | 3 (3/0)   | 14 (14/0) | 20 (19/1) | 7 (6/1)   | 1 (0/1)   |
| Poaceae            | 17 (14/3)  | 7 (5/2)   | 13 (11/2) | 10 (10/0) | 5 (5/0)   | 2 (0/2)   |
| <i>Castanea</i>    | 2 (2/0)    | 0         | 0         | 6 (6/0)   | 16 (15/1) | 37 (0/37) |

Entre parenthèses : échantillon polyfloral/échantillon mono- ou bifloral.

posent le plus grand contingent de pollens dans les classes de masse trace à mineur, parfois d'accompagnement pour *Helianthus*, *Salix* et *Taraxacum* ;

- *Zea* (maïs), *Quercus* (chêne) et Poaceae (poacées) sont des pollens habituellement d'accompagnement ou dominants, plus rarement monofloraux (*Quercus* et Poaceae) ;
- *Castanea* (châtaignier) représente à lui seul 44 % des pollens d'accompagnement et 93 % des pollens monofloraux.

### 3.1.3. Les associations fréquentes de pollens allergéniques des pollens en pelote

Dans les pollens en pelote d'été :

- Poaceae en classe d'accompagnement ou plus est associé à *Plantago* (77 %), à *Rumex* (77 %) et à Asteraceae (69 %) de classes trace, isolé ou mineure ;
- *Helianthus* est très fréquemment associé à Asteraceae et à *Zea* (83 %) ;
- Asteraceae est exclusif de *Taraxacum* (92 %) ;

Dans les pollens en pelote de printemps :

- *Taraxacum* est exclusif d'Asteraceae (93 %).

### 3.1.4. Répartition des pollens allergisants des pollens en pelote en fonction de l'origine botanique mellifère et non mellifère

3.1.4.1. Les trois pollens allergisants provenant de plantes non mellifères. Ce sont *Artemisia*, *Olea* et Poaceae qui sont des aéroallergènes à potentiel allergique élevé [17].

*Artemisia* et *Olea* apparaissent chacun dans un échantillon polyfloral à l'état trace.

Par contre, Poaceae est monofloral dans deux échantillons avec une masse de 88 % et 80 %. Dans trente autres pollens polyfloraux, la masse des Poaceae varie de 1 à 79 % contre 1 à 5 % dans 5 échantillons monofloraux.

3.1.4.2. Les treize pollens allergisants provenant de plantes mellifères. Ces pollens sont issus d'arbres, de graminées ou d'herbacées.

Les potentiels allergiques sont déterminés pour dix d'entre-eux (Fig. 1), mais pas pour *Zea*, *Helianthus* et Asteraceae.

Seul pollen de plante mellifère à potentiel allergique élevé, *Corylus* est rare, car de classe trace dans deux pollens de printemps.

Sept pollens allergéniques sont à potentiel allergique modéré.

*Chenopodium*, *Ligustrum* et *Tilia* sont isolés ou très minoritaires dans environ 3 % des pollens polyfloraux.

*Rumex* et *Plantago* sont présents dans des proportions plus fortes dans un sixième des pollens habituellement polyfloraux.

*Salix* et *Quercus* sont observés en quantité dans un cinquième des pollens polyfloraux, mais aussi mono- et bifloraux.

Pollens à potentiel allergique faible ou négligeable, *Castanea* et *Taraxacum* apparaissent dans un quart des échantillons mais dans des quantités différentes.

*Castanea* compose à lui seul 44 % des pollens mono- ou bifloraux. Il est aussi richement présent dans de nombreux pollens polyfloraux d'été.

À l'opposé, *Taraxacum* apparaît dans des proportions modérées dans des pollens polyfloraux, mono- ou bifloraux de printemps.

Pollens à potentiel allergique non déterminé, *Zea*, *Helianthus* et Asteraceae sont très souvent associés (83 %) à l'état trace ou isolé dans les pollens polyfloraux d'été.

Néanmoins, Asteraceae est le pollen allergisant le plus fréquemment observé de notre série (37 %), communément à l'état trace (63 %). À noter qu'Asteraceae est présent dans 7 pollens monofloraux.

### 3.1.5. Les pollens de *Taraxacum*, de Poaceae ou d'Asteraceae dans les pollens monofloraux et bifloraux (cf. dernier paragraphe de 2.2.3)

La proportion d'échantillons mono- ou bifloraux sans pollen allergisant ou à l'état trace est de 85 %. Ce pourcentage est proche pour les pollens monofloraux (61/74) et bifloraux (11/12) (Tableaux 3 et 4).

Les 15 % d'échantillons restants comportent :

- *Taraxacum* présent dans environ 50 % des pollens de printemps de fruitiers « *Prunus/Pyrus* » mono- ou bifloraux ;
- Asteraceae présent dans des pollens monofloraux d'*Hedera helix*, de *Castanea*, et de *Robinia* (robinier) ;
- Poaceae présent dans des échantillons monofloraux de *Castanea* et de *Cornus* (cornouiller).

### 3.1.6. Étude des potentiels allergéniques cutanés APIS de Poaceae, de *Taraxacum* et d'Asteraceae et des pollens monofloraux et bifloraux (et cf. dernier paragraphe de 2.2.3)

APIS a été calculé pour *Taraxacum*, Poaceae et Asteraceae présents dans 13 pollens mono- ou bifloraux (Tableau 5).

Il est remarquable de noter que les valeurs moyennes d'APIS *Taraxacum* et d'APIS Asteraceae apparaissent supérieures à APIS Poaceae (41 et 38 versus 27).

| potentiel allergique | élevé | modéré | faible ou négligeable | non déterminé |
|----------------------|-------|--------|-----------------------|---------------|
| <i>Artemisia</i>     |       |        |                       |               |
| <i>Olea</i>          |       |        |                       |               |
| <i>Poaceae</i>       |       |        |                       |               |
| <i>Corylus</i>       |       |        |                       |               |
| <i>Ligustrum</i>     |       |        |                       |               |
| <i>Tilia</i>         |       |        |                       |               |
| <i>Rumex</i>         |       |        |                       |               |
| <i>Plantago</i>      |       |        |                       |               |
| <i>Chenopodium</i>   |       |        |                       |               |
| <i>Quercus</i>       |       |        |                       |               |
| <i>Salix</i>         |       |        |                       |               |
| <i>Castanea</i>      |       |        |                       |               |
| <i>Taraxacum</i>     |       |        |                       |               |
| <i>Zea</i>           |       |        |                       |               |
| <i>Helianthus</i>    |       |        |                       |               |
| <i>Asteraceae</i>    |       |        |                       |               |

Fig. 1. Potentiel allergique des pollens aéroallergènes d'après Thibaudon M. [17] présents dans les pollens en pelote.

Tableau 3

Pollens allergisants de types *Taraxacum*, *Poaceae* et *Asteraceae* (cf. dernier paragraphe de 2.2.3) (masse  $\geq 1$  %) des pollens monofloraux dont la masse de pollen monofloral  $\geq 80$  % masse totale.

| Type pollen monofloral | Nombre d'échantillons | % Moyen pollen monofloral | % Valeurs min/ max | Masse moyenne pollen/100g | Masse valeurs min/max (g) | Type de pollen allergisant | Masse min/ max PA (g) | Nombre d'échantillons avec PA |
|------------------------|-----------------------|---------------------------|--------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| <i>Prunus</i>          | 6                     | 89                        | 80–100             | 98                        | 95–100                    | –                          | –                     | 0                             |
| <i>Prunus/Pyrus</i>    | 7                     | 59                        | 50–67              | 83                        | 82–87                     | <i>Taraxacum</i>           | 7                     | 1                             |
| <i>Trifolium</i>       | 1                     | 92                        | –                  | 93                        | –                         | –                          | –                     | 0                             |
| <i>Rubus</i>           | 1                     | 82                        | –                  | 90                        | –                         | –                          | –                     | 0                             |
| <i>Quercus</i>         | 1                     | 91                        | –                  | 88                        | –                         | –                          | –                     | 0                             |
| <i>Hedera helix</i>    | 6                     | 98                        | 91–99              | 96                        | –                         | <i>Asteraceae</i>          | 8                     | 1                             |
| <i>Brassica napus</i>  | 4                     | 91                        | 88–94              | 86                        | 83–89                     | –                          | –                     | 0                             |
| <i>Crataegus</i>       | 1                     | 75                        | –                  | 80                        | –                         | –                          | –                     | 0                             |
| <i>Robinia</i>         | 9                     | 95                        | 87–100             | 93                        | 84–100                    | <i>Asteraceae</i>          | 2–11                  | 3                             |
| <i>Cornus</i>          | 1                     | 64                        | –                  | 87                        | –                         | <i>Poaceae</i>             | 1                     | 1                             |
| <i>Castanea</i>        | 37                    | 98                        | 97–100             | 92                        | 80–100                    | <i>Aster/Poa</i>           | 2–3/2–5               | 3/3                           |

Aster/Poa : *Asteraceae*/*Poaceae* ; PA : pollen allergisant.

Tableau 4

Pollens allergisants de types *Taraxacum*, *Poaceae* et *Asteraceae* (cf. dernier paragraphe de 2.2.3) (masse  $\geq 1$  %) des pollens bifloraux dont la masse de pollen bifloral  $\geq 80$  % masse totale.

| Composition pollen bifloral  | Nombre d'échantillons | Masse moyenne pollen/100g <sup>a</sup> | Masse valeurs min/max (g) | Type de pollen allergisant | Masse pollen allergisant (g) | Nombre d'échantillons avec PA |
|------------------------------|-----------------------|----------------------------------------|---------------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| <i>Aesculus/Quercus</i>      | 1                     | 83 (36/47)                             | –                         | –                          | –                            | 0                             |
| <i>Brassica/Prunus-Pyrus</i> | 4                     | 95 (48/47)                             | 89–100                    | <i>Taraxacum</i>           | 4                            | 1                             |
| <i>Brassica/Quercus</i>      | 1                     | 93 (50/43)                             | –                         | –                          | –                            | 0                             |
| <i>Brassica/Crataegus</i>    | 2                     | 92 (44/48)                             | 89–94                     | –                          | –                            | 0                             |
| <i>Brassica/Fagus</i>        | 1                     | 95 (35/60)                             | –                         | –                          | –                            | 0                             |
| <i>Robinia/Sorbus</i>        | 2                     | 92 (54/38)                             | 88–95                     | –                          | –                            | 0                             |
| <i>Castanea/Trifolium</i>    | 1                     | 94 (49/45)                             | –                         | –                          | –                            | 0                             |

<sup>a</sup> Masse totale pollen 1 + pollen 2 (masse pollen 1/masse pollen 2).

**Tableau 5**Index APIS des pollens allergisants pour 100 mg de chaque pollen en pelote mono- ou bifloral comportant des pollens allergisants (cf. dernier [paragraphe de 2.2.3](#)).

| Type de pollen allergisant | Nombre d'échantillons | APIS moyen | APIS min/max |
|----------------------------|-----------------------|------------|--------------|
| <i>Taraxacum</i>           | 2                     | 41         | 38–44        |
| Poaceae                    | 4                     | 27         | 21–32        |
| Asteraceae                 | 7                     | 38         | 32–49        |

## 4. Discussion

### 4.1. Les pollens allergisants sont fréquemment observés dans les pollens polyfloraux

L'étude palynologique de 1622 échantillons de pollens en pelote récoltés dans diverses régions d'Autriche montre que les pollens aéroallergènes à potentiel allergique élevé sont tous observés, par-foi avec des pourcentages très élevés [19]. Cet article montre la présence de pollens d'*Ambrosia* (ambrosie), d'*Artemisia*, de *Betula* (bouleau), de *Juniperus* (genévrier), de *Parietaria* (pariétaire) et de Poaceae. Les pourcentages maximaux observés dans les pollens polyfloraux sont respectivement 40 %, 58 % et 59 % pour *Ambrosia*, *Betula* et Poaceae [19]. Un pollen polyfloral récolté en France en 2012 comportait 43 % d'*Artemisia*, représentant 24,6 % de la masse totale [20].

Cependant, à l'exception de Poaceae, il est remarquable de noter que les pollens des plantes non mellifères *Artemisia* et *Olea* sont anecdotiques dans notre panel.

Ce constat est similaire avec *Corylus* qui est le seul pollen de plante mellifère à présenter un potentiel allergique élevé. Cette observation est conforme à son abondance estimée proche de zéro (l'abondance est la proportion de grains d'un taxon par rapport à l'ensemble des grains de pollens floraux dénombrés dans les pollens en pelote au cours d'une saison apicole) [19]. *Corylus* est butiné très tôt aux mois de février et de mars car il constitue une des premières ressources alimentaires indispensables pour la relance de la ponte de la reine. De plus, les premiers pollens en pelote susceptibles de contenir *Corylus* sont habituellement laissés pour le développement des colonies d'abeilles au tout début du printemps.

Bien que rares et d'abondances très faibles, les pollens allergisants à potentiel allergique élevé ne sont pas à négliger. Il arrive que certains pollens en pelote en comptent une masse très importante [20].

Présents dans plus de 80 % des échantillons, les pollens de plantes mellifères à potentiel allergique modéré, faible et indéterminé sont observés en proportion de leurs abondances respectives comprises entre 0,1 et 8,1 % [19].

*Chenopodium*, *Ligustrum* et *Tilia* sont pour l'abeille une source alimentaire auxiliaire au cours de leur courte floraison estivale.

*Rumex* et *Plantago*, dont la période de pollinisation s'étale de mai à septembre, sont des pollens accessoires pour l'abeille. *Plantago* largement répandue en Europe est le plus souvent associé à Poaceae dans les pollens polyfloraux d'été récoltés en zone d'élevage et de prairie.

*Salix*, *Quercus*, *Castanea* et *Taraxacum* sont les plus conséquents car ils sont très appétents et sont grandement butinés par l'abeille. *Salix* est une source importante de protéines et de lipides pour la colonie au printemps en Europe et *Quercus* en zone méditerranéenne.

*Helianthus* et *Zea* sont unis 8 fois sur 10 au sein de pollens polyfloraux d'été récoltés au sein des zones de grandes cultures. Asteraceae est très commun dans les pollens en pelote récoltés depuis la fin du printemps jusqu'à l'automne.

Ainsi, le spectre des pollens allergisants des pollens polyfloraux varie en fonction de la date de récolte et du lieu de butinage des abeilles. La masse de ces pollens allergisants peut être importante, de l'ordre de plusieurs grammes pour 100 grammes. Dans notre étude, plusieurs échantillons en attestent (Tableau 2).

### 4.2. Les pollens allergisants sont rares dans les pollens mono- ou bifloraux

Les 246 échantillons de ce travail ont été adressés au laboratoire CETAM – Lorraine pour établir leur profil méliissopalynologique avant leur commercialisation en France. Un des buts de cette analyse est de définir la qualité polyflorale, biflorale ou monoflorale des pollens en pelote. Le caractère bifloral ou monofloral constitue une valeur ajoutée à l'égard des consommateurs en raison des caractéristiques nutritionnelles propres à chaque taxon. Ce fait explique pourquoi le nombre de pollens mono- ou bifloraux est important : 86 échantillons (35 %).

Cette proportion serait plus importante si la qualité monoflorale ou biflorale était définie sur la proportion de pollen par ordre de fréquence en pourcentage. Par exemple, deux pollens en pelote comportant 81 % et 82 % de pollens de carotte (*Daucus carota*) seraient de classe monoflorale. Cependant, la masse de *Daucus* de ces échantillons n'est respectivement que de 15 % et 37 % de la masse totale. Ceci est lié au fait que *Daucus* est de petit volume ( $16 \times 24 \mu\text{m}$ ) par rapport à d'autres pollens présents dans ces échantillons comme, par exemple, *Zea* (diamètre 85 à 100  $\mu\text{m}$ ).

La masse des pollens allergisants est très petite dans les pollens mono- ou bifloraux et leur diversité très faible. De plus, près d'un échantillon mono- ou bifloral sur deux (47 %) ne possède pas de pollens allergisants ou bien ils sont de classe trace.

La récolte de ces pollens en pelote est exigeante. Elle impose à l'apiculteur de transhumer son cheptel de ruches à la date de floraison d'une source botanique dominante, voire en monoculture, très appétente pour les abeilles. Le butinage des abeilles est alors orienté presque exclusivement pour la récolte de pollen de cette seule source florale. L'apiculteur récolte ce pollen en pelote tous les deux jours environ en observant attentivement l'évolution de la floraison de la source botanique.

Les pollens mono- ou bifloraux ne comportent pas de pollen de plantes non mellifères hormis 6 % d'entre-eux (5 échantillons, Tableau 3). Ces derniers contiennent une masse de Poaceae variant de 1 à 5 % de la masse totale. Ils proviennent du butinage de deux arbres à floraison estivale : *Cornus* et *Castanea*. L'été constitue une saison où les floraisons mellifères commencent à décliner lentement, où les abeilles débute doucement le butinage du pollen de plantes non mellifères, parmi lesquelles les graminées.

Les pollens de plantes mellifères à potentiel allergique modéré sont relativement rares. À eux tous, ils sont présents dans 19 % des échantillons mono- ou bifloraux de notre série. Ils sont toujours de classe trace hormis *Quercus* qui est le composant majeur de trois pollens mono- ou bifloraux. En effet, *Quercus* et *Salix* sont ardemment butinés pour leurs qualités nutritionnelles pour le couvain. Ils peuvent alors composer des pollens mono- ou bifloraux recherchés pour leurs qualités nutritionnelles en santé humaine et animale.

*Castanea*, pollen à potentiel allergique faible ou négligeable comme *Taraxacum*, est la principale source estivale de pollens mono- ou bifloraux de notre étude (44 %). Il est apprécié pour ses qualités nutritionnelles. À l'opposé, *Taraxacum* est présent dans les pollens de printemps mono- ou bifloraux de *Pyrus/Prunus*, mais de classes mineur ou trace.

Parmi les trois pollens à potentiel allergique non déterminé, seul Asteraceae est observé dans 7 des 12 échantillons monofloraux.

En somme, le spectre des pollens allergisants des pollens en pelote mono- ou bifloraux est plus pauvre que celui des échantillons

polyfloraux. Poaceae, *Taraxacum* et Asteraceae sont les trois pollens allergisants de premier plan de notre panel mono- ou bifloral. La masse de ces pollens allergisants évolue de 1 à 8 grammes pour 100 grammes (Tableaux 3 et 4) dans 13 échantillons représentant 15 % de ces pollens.

#### 4.3. Paradoxalement, les accidents allergiques liés à une ingestion de pollen en pelote semblent rares

L'allergie aux pollens constitue un facteur de risque d'allergie aux pollens en pelote. La littérature rapporte des réactions allergiques se développant après l'ingestion de pollens en pelote chez des patients sensibilisés aux aéroallergènes polliniques [7,8,21].

La présence d'aéroallergènes aéroportés se déposant sur le pollen en pelote a été évoquée comme un mécanisme possible de réactions allergiques induites par le pollen en pelote [7]. Cette hypothèse, si elle est vérifiée, ne permet pas d'expliquer la présence de masses d'aéroallergènes polliniques de plusieurs grammes ou dizaines de grammes pour 100 grammes de pollen en pelote. C'est le cas de Poaceae dans deux échantillons de ce travail, d'*Artemisia* [20], d'*Ambrosia* [données personnelles non publiées]. D'une part, de telles quantités de pollen peuvent être récoltées par l'abeille comme le montre clairement l'étude de 1622 échantillons de pollens en pelote [19]. D'autre part, le pollen en pelote est récolté en moyenne tous les deux jours dans des trappes qui le mettent à l'abri de l'environnement.

En l'absence d'aéroallergène dans le pollen en pelote, la survenue d'un accident après l'ingestion de pollen récolté par l'abeille apparaît probablement liée à l'existence d'une allergénicité croisée entre aéroallergènes polliniques et pollens de plantes mellifères de la même famille botanique [21]. L'exemple de trois patients atteints de rhinite allergique sensibilisés à *Ambrosia*, qui ont développé des réactions allergiques aiguës après l'ingestion de pollen en pelote contenant *Taraxacum*, a suggéré aux auteurs l'existence d'une allergénicité croisée entre *Ambrosia* et *Taraxacum* [21]. Cette allergénicité croisée a été démontrée dans la famille des Composées pour *Artemisia*, *Taraxacum* et *Chrysanthemum* (chrysanthème) [22]. Cependant, il n'est pas exclu que certains allergiques soient monosensibilisés aux pollens de plantes mellifères. Il est rapporté le cas d'un patient réellement monosensibilisé à *Taraxacum* [22].

Une très petite quantité de pollen en pelote ingérée semble capable de déclencher un accident chez un allergique pollinique. Il est rapporté une réaction anaphylactique chez une femme de 30 ans dix minutes après la prise d'un complément alimentaire à base de pollen en pelote [7]. Les prick-tests ont montré une réponse très positive au complément à base de pollen en pelote et à *Phleum* (phléole). Les prick-tests étaient négatifs pour *Betula* et *Ambrosia*. *Phleum* est une graminée fourragère de la famille Poaceae. Poaceae est présente dans de nombreux pollens en pelote d'été, dans 23 % des 246 échantillons de notre étude et dans 6 % des pollens mono- ou bifloraux. Néanmoins, toutes les graminées des pollens en pelote ne semblent pas avoir un même degré d'allergénicité [23].

Paradoxalement, la prévalence des accidents allergiques toutes gravités confondues liés à une ingestion de pollen en pelote apparaît faible. Elle est estimée à 0,05 % chez les apiculteurs et leurs familles [10].

Le potentiel allergique établi pour un aéroallergène pollinique [17] ne présume pas de celui du même taxon présent dans un pollen récolté par l'abeille. Un potentiel allergique de niveau faible ou négligeable est attribué à *Taraxacum* aéroallergène alors que *Taraxacum* plante mellifère est incriminé dans un grand nombre d'accidents allergiques survenus après l'ingestion de pollen en pelote rapportés par la littérature [8]. *Plantago* aéroallergène est affecté d'un potentiel allergique modéré. Cependant, une publication rapporte qu'un pollen collecté par l'abeille, comportant plus de 90 % de pollen de *Plantago*, ne serait pas en mesure d'entraîner

une réaction allergique car aucun allergène de *Plantago* n'aurait été identifié dans ce pollen en pelote [10].

Le pollen en pelote est une denrée dont les allergènes alimentaires sont structurellement homologues aux protéines végétales des allergènes polliniques sensibilisant par les voies respiratoires. Ces allergènes sont en grande partie classés dans les familles des protéines PR-10, des profilines, des protéines de transfert lipidique (LTP) ou des déterminants carbohydrates à réactivité croisée (CCD) [24].

Ces protéines allergisantes ont des rôles fondamentaux dans la germination pollinique et la construction du tube pollinique. La LTP intervient dans l'adhérence du tube pollinique au contact du stigmate floral [25]. La profiline régule la polymérisation de l'actine apicale pour contrôler la croissance polarisée du tube pollinique [26]. La pectase lyase interagit avec la calmoduline dans le contrôle de la germination du pollen en régulant l'émergence et la croissance du tube pollinique [27]. Des flavonoïdes et des polyphénols régulent cette machinerie enzymatique et le stress oxydant (dérivés réactifs de l'oxygène DRO).

Lors de la récolte des grains de pollen, l'abeille déclenche une germination pollinique anarchique par choc osmotique [28]. Il s'ensuit une fuite dans le milieu extérieur des lipides et des protéines (dont les protéines allergisantes) et, aussi, des flavonoïdes et des polyphénols. Ceux-ci et les protéases digestives apportées dans les sécrétions de l'abeille agissent sur les protéines allergisantes et les DRO.

La famille PR-10 comporte Bet v1, un allergène majeur de bouleau. Le « Bet v1 groupe homologue » associe des PR-10 de la famille des Bétulacées (ex : *Corylus*) et de l'ordre des Fagacées (ex : *Castanea* et *Quercus*) qui se trouvent parmi les pollens allergisants de notre panel. Les PR-10 du « Bet v1 groupe homologue » et les profilines sont sensibles à l'action des protéases et au traitement thermique, qui diminuent leur allergénicité [24]. Les traitements de conservation du pollen en pelote comme le chauffage/lyophilisation, ou dans une moindre mesure la congélation, sont susceptibles de réduire l'allergénicité de Cas s1 et de Cas s profilin de *Castanea*, de Que a1 et de Que a profilin de *Quercus*. *Castanea* a un potentiel allergique faible ou négligeable [17]. Ce pollen n'est pas un pollen allergisant important même dans les régions où la pollinisation est très élevée comme dans les régions méditerranéennes [29]. Cette même observation est conclue pour *Salix* [30] ou pour *Quercus* [31,32]. *Castanea*, mais aussi les deux aéroallergènes à potentiel allergique modéré, *Salix* et *Quercus*, composent des pollens mono- et bifloraux grandement consommés par le public. À notre connaissance, aucun article n'a été publié imputant un accident allergique à ces pollens suite à l'ingestion de pollen en pelote.

LTP appartient à la famille PR-14. Les LTP incluent Art v 3 d'*Artemisia* et Amb a6 d'*Ambrosia*. Les LTP sont stables à la chaleur et aux enzymes digestives. Elles peuvent provoquer des allergies alimentaires systémiques graves car la stabilité des LTP leur permet d'atteindre intactes le système immunitaire gastro-intestinal [24]. Elles seraient ainsi insensibles aux sécrétions de l'abeille et aux traitements thermiques de conservation du pollen en pelote.

Une réactivité croisée étendue entre les différentes composées aéroallergènes et mellifères est suspectée [22]. Cependant, le ou les supports de cette réactivité croisée sont mal connus, mais elle expliquerait la survenue d'accident après l'ingestion de pollen en l'absence d'aéroallergène dans le pollen en pelote [21].

APIS a été défini pour Poaceae, Asteraceae et *Taraxacum* contenus dans les pollens en pelote mono- ou bifloraux (Tableau 5). APIS est établi pour 100 mg de pollen en pelote. Les valeurs moyennes d'APIS Poaceae, *Taraxacum* et Asteraceae sont élevées. Ceci traduit qu'une très faible masse de ces pollens dans un pollen en pelote, telle que celle présente dans un complément alimentaire, possède un potentiel allergénique cutané important.

APIS *Taraxacum* et APIS Asteraceae sont plus élevés qu'APIS Poaceae (41 et 38 versus 27). Ce résultat est conforme à la prépondérance du rôle des composées dans la survenue des accidents anaphylactiques de pollens en pelote. APIS permet de mieux définir le potentiel allergénique des pollens allergisants des pollens en pelote.

## 5. Conclusion

L'allergique pollinique doit être circonspect avant de consommer un pollen polyfloral ou un complément alimentaire en contenant car, à ce jour, aucune réglementation n'impose de communiquer la composition palynologique. La consommation d'un pollen mono- ou bifloral semble plus sûre car les pollens allergisants sont le plus souvent absents (85 %). Le choix d'un pollen mono- ou bifloral récolté à l'acmé de la pollinisation entomophile printanière diminue le risque de « contamination » par des pollens allergisants. En effet, ces derniers subissent alors la concurrence « déloyale » du pollen de plantes abondamment représentées et attractives que les abeilles préfèrent grandement recueillir. L'allergique à *Artemisia* ou à *Ambrosia* doit être attentif.

## Déclaration de liens d'intérêts

L'auteur déclare ne pas avoir de liens d'intérêts.

## Références

- [1] Isidorov VA, Isidorova AG, Szczepaniak L, Czyżewska U. Gas chromatographic-mass spectrometric investigation of the chemical composition of beebread. *Food Chem* 2009;115:1056–63.
- [2] Villanueva MTO, Marquina AD, Serrano RB, Abellán GB. The importance of bee-collected pollen in the diet: a study of its composition. *Int J Food Sci Nutr* 2002;53:217–24.
- [3] Hani B, Daliya B, Saliha D, Harzallah D, Ghadbane M, Khenouf S. Microbiological sanitary aspects of pollen. *Adv Environ Biol* 2012;6:1415–20.
- [4] Chen X, Wu RZ, Ren ZM, Tong YL, Chen S, Yang F, et al. Regulation of microRNAs by rape bee pollen on benign prostate hyperplasia in rats. *Andrologia* 2020;52(1):e13386.
- [5] Morais M, Moreira L, Feás X, Estevinho LM. Honeybee-collected pollen from five Portuguese natural parks: palynological origin, phenolic content, antioxidant properties and antimicrobial activity. *Food Chem Toxicol* 2011;49:1096–101.
- [6] Pitsios C, Chliva C, Mikos N, Kompoti E, Nowak-Węgrzyn A, Kontou-Fili K. Bee pollen sensitivity in airborne pollen allergic individuals. *Ann Allergy Asthma Immunol* 2006;97(5):703–6.
- [7] Jagdis A, Sussman G. Anaphylaxis from bee pollen supplement. *CMAJ* 2012;184:1167–9.
- [8] Choi JH, Jang YS, Oh JW, Kim CH, Hyun IG. Bee pollen-induced anaphylaxis: a case report and literature review. *Ann Allergy Asthma Immunol Res* 2015;7:513–7.
- [9] Saisine de l'ANSES n° 2017-SA-0215; 2018 [https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2017SA0215.pdf].
- [10] Basista KM, Filipek B, Sodzwaczny K. Bee pollen allergy in Polish beekeepers and their families. *Postepy Dermatologii Alergologii* 2012;29(5):343–7.
- [11] FranceAgriMer-Proteis+. Audit économique de la filière apicole française – Rapport final.; 2012 [255 p. https://www.apipro-ffap.fr/IMG/pdf/rapport\_final\_vdiffusee-audit\_de\_la\_filiere\_apicole\_francaise-mai\_2012.pdf].
- [12] Hemmerlé J. Le pollen clef de voûte de la nutrition de l'abeille. *Abeille de France* 2012;989:25–30.
- [13] Louveaux J, Maurizio A, Vorwohl G. Methods of melissopalynology. *Bee World* 1978;59:139–57.
- [14] Campos MGR, Bogdanov S, Almeida-Muradian LB, et al. Pollen composition and standardisation of analytical methods. *J Apic Res* 2008;47:154–61.
- [15] Weber RW. Cross-reactivity of plant and animal allergens. *Clin Rev Allergy Immunol* 2001;21:153–202.
- [16] Fernández C, Martín-Esteban M, Fiandor A, Pascual C, López Serrano C, Martínez Alzamora F, et al. Analysis of cross-reactivity between sunflower pollen and other pollens of the compositae family. *J Allergy Clin Immunol* 1993;92(5):660–7.
- [17] Thibaudon M. Pollen allergy potency for the main urban plants. *Eur Med J Allergy Immunol* 2017;2(1):59–60.
- [18] Nonotte-Varly C. Why not evaluate the allergenic potential of bee pollen with a skin testing method? *Allergol Pol-Pol J Allergol* 2016;3(3):114–22.
- [19] Brodschneider R, Gratzner K, Kalcher-Sommersguter E, et al. A citizen science supported study on seasonal diversity and monoflorality of pollen collected by honey bees in Austria. *Sci Rep* 2019;9(1):16633.
- [20] Nonotte-Varly C. Allergenicity of *Artemisia* contained in bee pollen is proportional to its mass. *Eur Ann Allergy Clin Immunol* 2015;47(6):218–24.
- [21] Cohen SH, Yunginger JW, Rosenberg N, Fink JN. Acute allergic reaction after composite pollen ingestion. *J Allergy Clin Immunol* 1979;64:270–4.
- [22] Lee YW, Choi SY, Lee EK, Sohn JH, Park JW, Hong CS. Cross-allergenicity of pollens from the compositae family: *Artemisia vulgaris*, *Dendranthema grandiflorum*, and *Taraxacum officinale*. *Ann Allergy Asthma Immunol* 2007;99:526–33.
- [23] Nonotte-Varly C. Allergenicity of Gramineae bee-collected pollen is proportional to its mass but is highly variable and depends on the members of the gramineae family. *Allergol Immunopathol (Madr)* 2016;44(3):232–40.
- [24] Kondo Y, Urisu A. Oral allergy syndrome. *Allergol Int* 2009;58:485–91.
- [25] Park SY, Jauh GY, Mollet JC, et al. A lipid transfer-like protein is necessary for lily pollen tube adhesion to an in vitro stylar matrix. *Plant Cell* 2000;12(1):151–63.
- [26] Liu X, Qu X, Jiang Y, et al. Profilin regulates apical actin polymerization to control polarized pollen tube growth. *Mol Plant* 2015;8(12):1694–709.
- [27] Shin SB, Golovkin M, Reddy AS. A pollen-specific calmodulin-binding protein, NPG1, interacts with putative pectate lyases. *Sci Rep* 2014;4:5263.
- [28] Human H, Nicolson SW. Nutritional content of fresh, bee-collected and stored pollen of aloe greatheadii var. davyana (Asphodelaceae). *Phytochemistry* 2006;67(14):1486–92.
- [29] Cosmes Martín PM, Moreno Ancillo A, Domínguez Noche C, Gutiérrez Vivas A, Belmonte Soler J, Roure Nolla JM. Sensibilización a polen de castaño y polinosis en el norte de extremadura. *Allergol Immunopathol (Madr)* 2005;33(3):145–50 [Sensitization to Castanea sativa pollen and pollinosis in northern Extremadura (Spain)].
- [30] Can IH, Islam A, Karasoy DS, Samim EE. Does regional pollen load affect the prevalence of clinical allergy to those pollen groups? *J Laryngol Otol* 2010;124(3):297–301.
- [31] Prados M, Aragon R, Carranco MI, Martínez A, Martínez J. Assessment of sensitization to holm oak (*Quercus ilex*) pollen in the Mérida area (Spain). *Allergy* 1995;50(5):456–9.
- [32] Pérez-Badía R, Rapp A, Morales C, Sardinero S, Galán C, García-Mozo H. Pollen spectrum and risk of pollen allergy in central Spain. *Ann Agric Environ Med* 2010;17(1):139–51.