HAL
open science

Nouvelles méthodes de test pour l'évaluation du régime alimentaire chez des colonies orphelines de Bombus terrestris (L) (Hymenoptera, Apidae)

A Regali, P Rasmont

To cite this version:

A Regali, P Rasmont. Nouvelles méthodes de test pour l'évaluation du régime alimentaire chez des colonies orphelines de Bombus terrestris (L) (Hymenoptera, Apidae). Apidologie, 1995, 26 (4), pp.273-281. hal-00891264

HAL Id: hal-00891264

https://hal.science/hal-00891264v1

Submitted on 11 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Apidologie (1995) 26, 273-281
© Elsevier/INRA/DIB/AGIB

Article original

Nouvelles méthodes de test pour l'évaluation du régime alimentaire chez des colonies orphelines de *Bombus terrestris* (L) (Hymenoptera, Apidae)

A Regali, P Rasmont

Laboratoire de zoologie, université de Mons-Hainaut, avenue Maistriau, B-7000 Mons, Belgique

(Reçu le 28 juillet 1994; accepté le 13 mars 1995)

Résumé — La nouvelle méthode proposée ici permet la comparaison de la qualité nutritionnelle de régimes alimentaires soumis à *Bombus terrestris*. Elle est basée sur la comparaison de la productivité de colonies orphelines, de la durée de vie et de la taille des individus mâles qui en émergent. Afin d'évaluer la méthode, certaines colonies orphelines ont reçu un régime constitué de sirop de sucre et de pollen de colza (22% de protéines) et d'autres de sirop et de pollen de tournesol (13% de protéines). La productivité des colonies orphelines, la taille et la longévité de leur descendance mâle ont été les plus grandes dans les colonies nourries avec le pollen de colza, plus riche en protéines. Une méthode complémentaire destinée à comparer l'appétence des régimes alimentaires est aussi décrite. Les colonies consomment plus de pollen de colza que de pollen de tournesol.

***Bombus terrestris* / nutrition / appétence / régime alimentaire / test biologique**

INTRODUCTION

Les bourdons ont une grande importance écologique et économique. Ils servent d'intermédiaires pour la perpétuation de quantités d'espèces de plantes et la pollinisation de nombreuses cultures. Dans la pollinisation des tomates sous serre, ils se montrent plus efficaces qu'*Apis mellifera* L et que les systèmes de vibration mécanique, ils permettent une nette augmentation pondérale et qualitative de la récolte (De Wael *et al,* 1990 ; Navez et Budin, 1990 ; Banda et Paxton, 1991). Leur utilisation à cette fin est à l'origine d'une véritable industrie d'élevage des bourdons.

Dans toute pratique d'élevage l'un des facteurs essentiels à maîtriser est l'alimentation. Actuellement, le seul aliment protéique donnant des résultats satisfaisants pour *Bombus terrestris* est le pollen frais, récolté par l'abeille domestique et congelé. Rien ne prouve qu'il s'agit là d'une alimentation optimale pour les bourdons. Il semble par ailleurs qu'il y ait de grandes disparités, liées à leurs diverses origines florales, dans les caractéristiques nutritionnelles de ces pollens congelés (Stanley et Linskens,

1974 ; Gilliam *et al,* 1980 ; Loper et Berdel, 1980 ; Mc Caughey *et al,* 1980 ; Rayner et Langridge, 1985). Il est donc de première importance de tester leur valeur nutritive.

Déterminer les besoins nutritionnels des bourdons doit permettre d'améliorer les pratiques d'élevage de *B terrestris* et de mieux comprendre les interactions de l'espèce avec son environnement floristique. Une telle étude nécessite avant tout la mise au point de méthodes de test alimentaires adaptées aux bourdons.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Régimes alimentaires testés

Deux mélanges de pollens de qualité différente, fournis par la société des Ruchers du Centre (France) et conservés par congélation servent de base aux régimes alimentaires testés. Il s'agit respectivement d'un mélange composé majoritairement de pollen de colza (22% de teneur en protéines) (lot A) et d'autre part de pollen de tournesol (13% de teneur en protéines) (lot B). La teneur protéinique des mélanges a été évaluée par la méthode du Micro-Kjeldhal sur la base d'une estimation de leurs teneurs en azote (Kirk, 1950). La composition floristique des mélanges de pollens a été déterminée au CARI (Centre apicole de recherche et d'information, Louvain-La-Neuve, Belgique) par identification botanique et par comptage des grains à l'hémacytomètre sous microscope optique (tableau I). Une correction volumétrique en fonction de la taille moyenne des pollens en présence a été effectuée mais n'a pas modifié le rang d'abondance relative des pollens. Pour compléter le régime alimentaire, on fournit aux bourdons une source de glucides sous la forme d'une solution de sucre inverti (50% Poids/Volume) dont le pH a été ajusté à 4,7 par addition d'acide citrique.

Tableau I. Composition botanique (en % de grains de pollen) des 2 mélanges étudiés, lot A et lot B.

Lot A (colza)	*Lot B (tournesol)*
65% Brassicaceae	37,6% Asteraceae
14% Renonculaceae	26,5% Poaceae
12,3% Rosaceae	16,3% *Taraxacum*
4% Fabaceae	13,7% Brassicaceae
2,2% *Eucalyptus*	3,4% Rosaceae
1,5% Cistaceae	2,5% Fabaceae
autres 1%	

Origine taxonomique des bourdons

Les bourdons utilisés appartiennent à une souche de *B terrestris terrestris* (L) originaire du sud-est de la France (Var).

Conditions d'élevage

Toutes les colonies sont maintenues dans une salle d'élevage climatisée à une température de 29°C et à une humidité relative de 80%. La pièce est éclairée en lumière rouge, ce qui permet l'observation des colonies sans perturber leur activité interne.

Les colonies parentales sont nourries à l'aide d'une solution à 50% de sucre inverti amenée à pH 4,7 par l'ajout d'acide citrique ainsi qu'avec du pollen frais d'origines diverses conservé par congélation. Les aliments sont renouvelés tous les 2 j.

Les colonies orphelines sont placées dans des boîtes d'élevage en bois chacune étant divisée en 2 compartiments de mêmes dimensions communiquant entre eux par une ouverture pratiquée dans la plaque de séparation. Cette ouverture est suffisamment grande pour permettre le libre passage des bourdons d'un compartiment à l'autre. L'un des 2 compartiments est couvert par un cache amovible (compartiment à nidification) et l'autre par un treillis amovible lesté (compartiment à nourriture). Dans ce dernier compartiment, on place des coupelles à pollen de 4 cm de diamètre et, comme nourrisseurs à sirop, des piluliers à capsule trouée retournés sur un support en treillis. Les ouvrières pondent dans l'autre compartiment où a été déposé un morceau de cire parentale. Le plancher de chaque boîte est en treillis laissant passer les déchets de la colonie qui

sont ainsi évacués. Ce modèle de boîte a été mis au point par de Jonghe pour des expériences d'hybridation (de Jonghe, 1982 ; de Jonghe et Rasmont, 1983).

Test qualitatif de valeur nutritionnelle

Le principe général de la méthode proposée ici est de constituer de petites colonies orphelines de *B terrestris* nourries chacune exclusivement avec les aliments étudiés. Ainsi séparées de leur reine, les ouvrières constituent très rapidement un couvain constitué uniquement de mâles haploïdes issus de femelles non fécondées. Les mâles issus de telles colonies ayant été exclusivement nourris depuis leur premier stade larvaire au moyen du régime alimentaire étudié, leur taille, la précocité de leur émergence et leur durée de vie devraient refléter la valeur nutritive de celui-ci.

Tous les paramètres biométriques sont mesurés sur un total de 8 colonies orphelines, à raison de 4 colonies par type de régime alimentaire testé.

Afin de différencier sur les paramètres mesurés l'effet de l'appétitivité et de la valeur nutritive du régime alimentaire testé, nous avons opté pour un mode d'alimentation rationné. Durant ce premier test, la nourriture n'est pas fournie *ad libitum* aux colonies orphelines.

Des amas de cocons contenant des nymphes d'ouvrières prêtes à émerger sont prélevés dans les colonies et déposés dans une couveuse (température : 33°C, humidité relative : 60%). L'opération est renouvelée chaque fois que tous les cocons sont éclos ou quand il n'y a plus eu d'éclosion pendant plusieurs jours.

Après l'émergence de 5 ouvrières, celles-ci sont placées dans une boîte d'élevage avec un morceau de cire parentale comme stimulant social. Elles forment ainsi une colonie orpheline.

On laisse jeûner ces ouvrières pendant 1 h afin qu'elles éliminent les aliments qui pourraient subsister dans leur tractus digestif. Cette opération marque le début du test alimentaire. L'expérience montre que ce délai est suffisant et qu'un prolongement de celui-ci augmente fortement la mortalité.

Au cours du test, des rations pesées et renouvelées tous les 2 j, sont distribuées aux colonies orphelines. Les rations sont établies de telle façon qu'elles soient entièrement consommées en 2 j. Les boîtes sont permutées tous les jours afin de régulariser l'effet social entre les colonies orphelines en minimisant l'effet de bord. Les bourdons mâles sont maintenus, avec leurs génitrices, dans les colonies orphelines dont ils sont issus.

Les paramètres observés sur 100 j d'expérience sont :

– la durée de vie de chacun des mâles ;

– la longueur radiale (LR) de l'aile antérieure droite de chacun des mâles morts au cours de l'expérience (fig1) (ce dernier paramètre est représentatif de la taille du bourdon selon Medler, 1962) ;

– la durée de la période précédant l'émergence des mâles ;

– le nombre de mâles émergés ;

– la durée de la période précédant la formation du premier cocon.

Les mâles nouvellement émergés sont numérotés à l'aide d'une pastille collée sur le mésonotum (Kwak, 1987). La distance correspondant à la longueur radiale (LR) de l'aile antérieure droite de chaque mâle est mesurée sous une loupe binoculaire équipée d'un micromètre oculaire.

Test d'appétence

Cette seconde méthode est indispensable pour comparer l'appétence pour les régimes alimentaires. On évalue celle-ci en mesurant les quantités d'aliments consommés quotidiennement par des colonies de bourdons complètes (possédant une reine) nourries *ad libitum*.

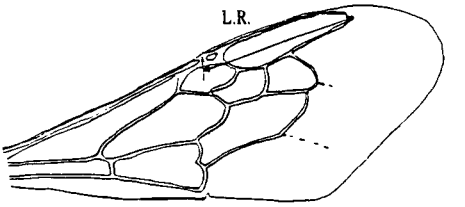

Fig 1. Dessin de l'aile antérieure droite de *Bombus terrestris*. LR : « longueur radiale », distance allant de la base de la veinule de la première cellule submarginale jusqu'à l'apex de la cellule radiale (Medler, 1962).

Il semble logique que la quantité de nourriture ingérée soit un des facteurs primordiaux qui puissent déterminer la taille et la productivité d'une colonie. Une nourriture plus appétente et donc consommée en plus grande quantité devrait – en première approximation et sauf en cas d'effet toxique – permettre l'élevage d'un plus grand nombre d'individus.

Trois colonies comportant au moins 50 ouvrières sont utilisées pour cette expérience.

Des coupelles de 6 cm de diamètre contenant chacune 1 des régimes à tester et 1 nourrisseur rempli de sirop de sucre sont déposées dans chaque colonie.

Tous les 2 j, on renouvelle les aliments et lorsqu'on retire les coupelles utilisées, on mesure la différence de poids frais correspondant à la quantité d'aliment ingérée. On répète 6 fois cette mesure au cours du temps dans chaque colonie.

Les méthodes statistiques employées sont l'analyse de la variance à 2 critères ou le test de χ^2. La quantité de résultats chiffrés nous permet dans tous les cas, sauf pour la date du premier cocon et le nombre de mâles émergés, d'utiliser l'analyse de la variance pour traiter nos résultats. Les 2 critères sont le type de régime alimentaire et les blocs (colonies) (Dagnelie, 1975a, b).

RÉSULTATS

Test qualitatif

Durée de vie des mâles

Le type de pollen a eu une influence hautement significative ($\alpha = 0{,}001$) sur la durée de vie des mâles. C'est avec le mélange à base de pollen de colza (lot A) que les durées de vie les plus longues ont été observées, soit 36,47 $\pm$ 14,17 j (moyenne $\pm$ écart-type) contre 28,81 $\pm$ 11,25 dans les colonies nourries avec le pollen de tournesol (tableau II). En revanche, il n'y a pas de différences significatives entre les colonies orphelines ni d'interaction entre alimentation et colonies.

Taille des bourdons mâles

Le type de pollen a une influence hautement significative ($\alpha = 0{,}001$) sur la taille des bourdons. Les bourdons mâles sont plus grands s'ils ont été élevés dans les colonies orphelines nourries à l'aide du mélange à base de pollen de colza (lot A), soit 3,72 $\pm$ 0,30 mm (moyenne $\pm$ écart-type) contre 3,43 $\pm$ 0,30 mm dans les colonies nourries avec le mélange riche en pollen de tournesol (tableau II). Nous avons également observé des différences significatives ($\alpha = 0{,}05$) entre les colonies orphelines (blocs). Chaque colonie est en effet composée d'un très petit nombre d'ouvrières (5) et les différences individuelles sont importantes. Enfin, on constate une interaction significative entre colonies orphelines (blocs) et pollens.

Durée de la période précédant l'apparition des premiers cocons et l'émergence des bourdons mâles

D'après le test χ^2 et l'analyse de la variance, nous avons conclu, pour la date d'apparition du premier cocon, à l'absence de différence significative entre les 2 types de pollens. Pour la période précédant l'émergence des bourdons mâles, nous observons des différences hautement significatives en fonction du type d'alimentation ($\alpha = 0{,}001$). Les bourdons mâles ont d'abord émergé dans les colonies orphelines nourries du mélange à base de pollen de colza (lot A), soit après 52,80 $\pm$ 15,50 j (moyenne $\pm$ écart type) contre 64,70 $\pm$ 17,44 dans les colonies nourries avec le pollen de tournesol (tableau II).

Nombre de bourdons mâles émergés en 100 j

Le nombre de bourdons mâles émergés en 100 j est très significativement plus grand ($\alpha = 0{,}01$) lorsque leurs génitrices ont été

Tableau II. Tableau récapitulatif de la durée de vie, la longueur radiale des ailes antérieures droites, la durée de la période précédant l'émergence, la durée de la période précédant la formation du premier cocon et le nombre de bourdons mâles émergés en 100 j dans chaque colonie orpheline.

	Bloc 1		*Bloc 2*		*Bloc 3*		*Bloc 4*		*Moyenne*	
	Colza	*Tournesol*	*Colza*	*Tournesol*	*Colza*	*Tournesol*	*Colza*	*Tournesol*	*Colza*	*Tournesol*
Durée de vie (j)										
Répétitions	27	9	33	24	21	28	34	18		
Moyenne	35,81	24,22	34,09	28,21	37,43	30,71	38,56	32,11	36,47	28,81
Écart type	13,41	7,55	14,11	12,06	11,26	11,85	15,73	9,03	14,17	11,25
Longueur radiale (LR) (mm)										
Répétitions	27	9	28	23	19	24	31	17		
Moyenne	3,68	3,50	3,63	3,35	3,97	3,38	3,60	3,50	3,72	3,43
Écart type	0,24	0,22	0,28	0,22	0,19	0,40	0,31	0,19	0,30	0,30
Durée de la période précédant l'émergence (j)										
Répétitions	32	11	40	29	22	32	43	23		
Moyenne	58,06	76,18	48,80	66,86	47,73	49,66	56,63	66,09	52,80	64,70
Écart type	13,73	5,69	12,22	17,44	12,41	10,62	18,41	18,23	15,50	17,44
Nombre de mâles émergés en 100 j										
Total	32	11	40	32	22	31	45	23	34,75 ± 8,70	24,25 ± 8,41
Durée de la période précédant le 1er cocon (j)										
Total	28	58	25	28	22	23	28	34	25,75 ± 2,79	35,75 ± 13,42

nourries avec le mélange à base de pollen de colza (lot A), soit de 34,75 ± 8,70 contre 24,25 ± 8,41 dans les colonies nourries avec le pollen de tournesol (tableau II).

Test d'appétence

Les bourdons ont consommé en plus grande quantité le mélange à base de pollen de colza, 49,41 g en 12 j (= 6 répétitions) contre 27,06 g pour le mélange riche en pollen de tournesol (tableau III). Il existe une différence significative ($\alpha = 0,05$) entre colonies (blocs). En revanche, pour ce test, il n'y a pas d'interaction entre alimentation et colonies, ce qui signifie que les spécificités individuelles n'ont pas influencé l'appétit des colonies.

DISCUSSION

Dans l'abondante littérature consacrée aux besoins nutritionnels d'*Apis mellifera* (De Groot, 1953 ; Haydak et Dietz, 1972 ; Herbert et Shimanuki, 1977 ; Herbert *et al,* 1977 ; Barker et Lehner, 1978, entre autres), les auteurs suivent le plus souvent la méthodologie décrite par De Groot (1953). Ce dernier prélève dans des colonies d'abeilles domestiques des nymphes d'ouvrières prêtes à émerger, les met à incuber puis récupère les individus émergés pour les placer par groupe de 50 dans une cage. Il utilise le développement des glandes hypopharyngiennes et la durée de vie de ces ouvrières encagées comme paramètre estimateur de la qualité nutritive des aliments étudiés. Les glandes hypopharyngiennes des ouvrières d'abeilles domestiques produisent, en partie, la gelée royale destinée à nourrir les larves et les reines. Le développement de ces glandes est de ce fait étroitement lié à la qualité et à la quantité de nourriture ingérée.

Un autre paramètre souvent utilisé chez *A mellifera* est le nombre ou la surface totale de cellules de couvain operculées, ce qui caractérise la capacité d'élevage des larves (Herbert *et al,* 1980). Celle-ci dépend également de l'alimentation.

Ces paramètres sont inadaptés à l'étude des effets de la nourriture chez les bourdons. Leurs larves ne sont pas nourries par des secrétions hypopharyngiennes mais par du pollen, et ce dès leur plus jeune âge (Alford, 1975). Les glandes hypopharyngiennes n'ont pas de rôle alimentaire : elles secrètent uniquement des enzymes salivaires et leur taille n'est pas influencée par la qualité nutritive d'un aliment (Alford, 1975). Il n'est donc pas possible d'utiliser leur conformation pour estimer la qualité de l'alimentation.

Tableau III. Quantité de pollen de tournesol et de colza (g) ingérée par les bourdons dans chaque colonie (bloc).

	Bloc 1		*Bloc 2*		*Bloc 3*		*Total*	
	Colza	*Tournesol*	*Colza*	*Tournesol*	*Colza*	*Tournesol*	*Colza*	*Tournesol*
Somme (g)	11,48	1,36	25,91	18,25	12,02	7,45	49,41	27,06
Répétitions	6	6	6	6	6	6		
Moyenne (g)	1,91	0,22	4,31	3,04	2	1,24		
Écart type	1,80	0,18	1,92	1,22	0,78	1,21	4,50	2,61

En ce qui concerne la durée de vie d'ouvrières encagées, d'autres problèmes se posent. Au sein d'une colonie de *B terrestris*, il existe une grande hétérogénéité morphologique parmi les ouvrières. Il pourrait donc y avoir des différences de durée de vie et de fécondité corrélées à cette hétérogénéité, avec le risque de masquer les possibilités d'estimation du régime alimentaire par une importante variabilité statistique.

Enfin, chez *B terrestris*, le couvain ne se présente pas sous forme d'alvéoles facilement dénombrables, ce qui complique ou interdit la mesure de surface de couvain operculé.

Il était donc nécessaire de mettre au point des méthodes nouvelles avant d'aborder l'étude des besoins nutritionnels de *B terrestris* et des autres Bombinae.

La constitution de colonies orphelines de *B terrestris* permet d'effectuer un nombre important de répétitions. Les ruchettes ont donné des résultats dans plus de 90% des cas (24 ruchettes sur 26) ; dans les cas restants, les ouvrières sont toutes mortes avant d'avoir pondu.

L'utilisation d'ouvrières prélevées au stade nymphal comme fondatrices de colonies orphelines nous a permis de mesurer les paramètres sur une descendance (bourdons mâles) nourrie avec le même régime alimentaire depuis sa conception.

Malgré les spécificités individuelles de chaque colonie orpheline utilisée pour le test et l'interaction significative observée entre colonies orphelines et aliments testés, toutes se sont comportées de la même manière vis-à-vis des régimes alimentaires proposés. Les différences observées d'une colonie à l'autre ne masquent pas les différences entre régimes alimentaires. Des ruchettes avec seulement 5 ouvrières semblent donc suffisantes.

Nos résultats démontrent que l'appétence et la qualité nutritionnelle du mélange de pollens riche en protéines se sont révélées supérieures à celles du mélange de pollens plus pauvre. Pour tous les paramètres biométriques utilisés aux cours du test qualitatif, les différences sont hautement significatives excepté dans le cas de la date d'apparition du premier cocon. Sa mesure nous semble néanmoins pertinente car elle nous renseigne sur la durée de l'ensemble des stades larvaires des mâles. Le nombre de mâles émergés en 100 j est le paramètre le plus discriminant. L'observation en est aisée et, contrairement au paramètre de longévité, il évite de devoir prolonger l'expérience au-delà de 100 j.

Les méthodes mises au point au cours de ce travail semblent donc adaptées à l'étude des besoins nutritionnels de *B terrestris* puisqu'elles ont permis de mesurer d'une manière efficace les différences de qualité entre 2 régimes alimentaires.

REMERCIEMENTS

Nous remercions M M Perrigault et Mme F Clerc pour leur soutien logistique (ancienne firme Duclos) ainsi que le Dr Ir E Baudart, le Dr Ir G Lognay et le Prof J-C Verhaeghe pour leur aimable collaboration. Ce travail de recherche a été effectué grâce à une bourse octroyée à A Regali par l'Institut pour l'encouragement de la recherche scientifique dans l'industrie et l'agriculture (IRSIA).

Summary — New bioassays to evaluate diet in *Bombus terrestris*. Traditional bioassays of nutritional requirements in *Apis mellifera* are based on parameters which cannot be used in *Bombus terrestris* (*ie* hypopharyngeal gland development, longevity of caged honey bee workers and the surface of sealed brood). It is then necessary to create an original method to compare nutritional quality of several bumblebee diets. The new method proposed here is based on the evaluation of reproductive

productivity of queenless colonies and of the size and longevity of male offspring. For this experiment, 5 newly emerged worker bumblebees were kept queenless in small boxes divided in 2 compartments. The workers were reared with their offspring and were fed with test diets and sugar syrup. Measured parameters were: male longevity; radial length of male right wings; time before each male offspring; number of male offspring within 100 d; and time before first cocoon. A complementary method was necessary to compare the palatability of the bumblebee diets. It is based on comparison of the different kinds of feeding by colonies. As an evaluation of the methodology, the authors have tested the nutritional quality of 2 mixtures of pollens: the first mainly composed of sunflower (*Helianthus annuus* L) pollen (low protein concentration: 13%), and the second of rape (*Brassica napus* L var *oleifera* (Moench) Delile) pollen (high protein concentration: 22%) (table I). The longevity of males, the radial length of their right wings and the productivity of queenless colonies were greater (respectively, 36.47 ± 14.17 d, 3.72 ± 0.30 mm and 34.75 ± 8.70 males) in the colonies fed with rape pollen diet than in the colonies fed with sunflower (respectively, 28.81 ± 11.25 d, 3.43 ± 0.30 mm and 24.25 ± 8.41 males) (table II). Moreover, colonies of bumblebees ate more rape pollen (49.41 g) than sunflower pollen (27.06 g) (table III). This new bioassay showed great differences between both diets and is thus well suited to study nutritional requirements of bumblebees.

***Bombus terrestris* / nutrition / diet / palatability**

Zusammenfassung — Eine neue Methode zur Ermittlung der Nahrungsqualität für *Bombus terrestris*. Die bei Honigbienen üblicherweise zur Bestimmung der Ernährungserfordernisse benutzten Parameter (dh die Entwicklung der Hypopharynxdrüsen, die Lebensdauer von gekäfigten Arbeiterinnen oder die verdeckelte Brutfläche) können bei *Bombus terrestris* nicht angewendet werden. Zum Vergleich der Qualität verschiedener Hummelnahrung muß daher eine eigene Methode entwickelt werden. Die hier vorgestellte Methode basiert auf der Erfassung der Reproduktionstätigkeit königinnenloser Hummelvölker, und auf der Größe und Lebensdauer der männlichen Nachkommen. Für dieses Experiment wurden jeweils fünf frischgeschlüpfte Hummelarbeiterinnen ohne Königin in kleinen, in jeweils zwei Fächer unterteilte Kästchen untergebracht und dort zusammen mit ihren Nachkommen mit Testnahrung und Zuckerwasser gefüttert. Folgende Parameter wurden bestimmt: die Lebensdauer der Männchen, die Radiallänge ihres rechten Flügels, die Zeit bis zum Schlupf jedes einzelnen männlichen Nachkommens, die Anzahl männlicher Nachkommen innerhalb von 100 Tagen und die Zeit bis zur Ausbildung des ersten Kokons (Abb 1). Diese speziell für die Hummeln entwickelte Methode zur Erfassung der Eignung verschiedener Ernährungen wurde durch den Vergleich zweier Pollenmischungen überprüft. Die erste Mischung bestand vorwiegend aus Sonnenblumenpollen (*Helianthus annuus* L) mit niedrigem Proteingehalt (13%), die zweite vorwiegend aus Rapspollen (*Brassica napus* L var *oleifera* (Moench) Delile) mit hohem Proteingehalt (22%) (Tabelle I). Die Lebensdauer und die Länge des Radius des rechten Flügels der Männchen sowie die Produktivität der Völkchen war bei der Rapspollenfütterung größer als bei der Sonnenblumenpollenfütterung (Lebensdauer: 36,47 ± 14,17 bzw 28,81 ± 11,25 Tage; Radius: 3,72 ± 0,30 bzw 3,43 ± 0,30 mm; Männchen: 34,75 ± 8,70 bzw 24,25 ± 8,41; Tabelle II). Darüberhinaus wurde von den Völkchen mehr Rapspollen als Sonnenblumenpollen verzehrt (49,41 bzw 27,06 g; Tabelle III). Der hier vorgestellte Biotest zeigte große Unterschiede bei beiden Fütterungen und ist daher zur Untersuchung

der Ernährungserfordernisse von Hummeln gut geeignet.

***Bombus terrestris* / Ernährung / Fütterung / Biotest**

RÉFÉRENCES

Alford DV (1975) *Bumblebees*. Davis-Poynter, London

Banda HJ, Paxton RJ (1991) Pollination of greenhouse tomatoes by bees. *6th Pollination Symposium Acta Hortic* 288, 194-198

Barker RJ, Lehner Y (1978) Laboratory comparison of high fructose corn syrup, grape syrup, honey, and sucrose syrup as maintenance food for caged honey bees. *Apidologie* 9, 111-116

Dagnelie P (1975a) *Théorie et méthodes statistiques*. Vol 2, Presses agronomiques de Gembloux, Gembloux, 463 p

Dagnelie P (1975b) *Principes d'expérimentation*. Presses agronomiques de Gembloux, Gembloux, 182 p

De Groot AP (1953) Protein and amino acid requirements of the honeybee (*Apis mellifica* L). *Physiol Comp et Oecol*, Volume III, 196-285

De Jonghe R (1982) Copulation interspécifique en captivité d'espèces du genre *Bombus* Latreille *(sensu stricto)* (Hymenoptera, Apidae, Bombinae). *Bull Ann Soc R Belge Entomol* 118, 171-175

De Jonghe R, Rasmont P (1983) Kreuzungsexperiment mit Hummeln des Genus *Bombus* Latreille *sensu stricto* (Hymenoptera, Apidae). *Phegea, Antwerpen* 11, 7-10

De Wael L, De Greef M, Van Laere O (1990) La pollinisation par les insectes dans l'horticulture sous serre. *Agricontact* 222, 1-3

Gilliam M, Mc Caughey WF, Wintermute B (1980) Amino acids in pollens and nectars of citrus cultivars and in stored pollen and honey from honeybees colonies in citrus groves. *J Apic Res* 19, 64-72

Haydak MH, Dietz A (1972) Cholesterol, pantothenic acid, pyridoxine and thiamine requirements of honey bees for broodrearing. *J Apic Res* 11, 105-109

Herbert EW Jr, Shimanuki H (1977) Brood rearing capability of caged honeybees fed synthetic diets. *J Apic Res* 16, 150-153

Herbert EW Jr, Svoboda JA, Thompson MJ, Shimanuki H (1980) Sterol utilisation in honey bees fed a synthetic diet: effects on brood rearing. *J Insect Physiol* 26, 287-289

Kirk PL (1950) Kjeldahl method for total nitrogen. *Analyt Chem* 22, 354-358

Kwak MM (1987) Marking a bumblebee without anesthesia. *Bee World* 68, 180-181

Loper GM, Berdel RH (1980) The effects of 9 pollen diets on broodrearing of honeybees. *Apidologie* 11, 351-359

Mc Caughey WF, Gilliam M, Standifer LN (1980) Amino acid and protein adequacy for honey bees of pollens from desert plants and other floral sources. *Apidologie* 11, 75-86

Medler JT (1962) Morphometric studies on bumblebees. *Ann Entomol Soc Am* 55, 212-218

Navez B, Budin P (1990) Pollinisation des tomates sous serres en provence. Utilisation des bourdons. Bilan d'une première année. *Rev Hortic* 310, 29-32

Rayner CJ, Langridge DF (1985) Amino acids in bee-collected pollens from Australian indigenous and exotic plants. *Aust J Agric* 25, 722-726

Stanley RG, Linskens HF (1974) *Pollen Biology Biochemistry Management*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York