

## COMPOSITION CHIMIQUE DE CERTAINS MIELS DE L'IRAN I. ÉLÉMENTS MINÉRAUX

### *Chemische Zusammensetzung einiger Honige aus dem Iran I. Mineralische Elemente*

Hassan EBRAHIMZADEH et Farideh HAGHCHEHASSE

*Département de Biologie, Faculté des Sciences,  
Université de Téhéran, Téhéran, IRAN*

#### RÉSUMÉ

Les éléments majeurs et mineurs des miels collectés dans 17 régions de 9 provinces de l'Iran sont déterminés et leurs valeurs sont comparées à celles trouvées chez les plantes et dans le sol. La teneur en cendres des miels de l'Iran varie entre 0,07 et 0,60 % et à ce point de vue les miels d'Ispahan, Kazeroun, Abadeh et Chahdad sont ceux qui ont donné le plus de cendres.

La teneur en N, P, S, Na, K, Ca, Mg et Si (groupe des éléments majeurs) est élevée dans les miels d'Iran. Toutefois certains miels sont plus riches en certains de ces éléments que les autres.

La teneur en Fe, Al, Zn, Cu, Pb, Co et Ni (groupe des éléments mineurs) est aussi élevée dans la plupart des miels que dans les plantes et dans le sol, bien que, même dans ces miels, la concentration relative en ces éléments ne soit pas identique. D'ailleurs la teneur en certains éléments, tels que Fe et Al, est si élevée qu'on pourrait alors les grouper parmi les éléments majeurs. Il est à noter que certains miels d'Iran (miel de Polour) sont riches en Pb.

Toutes ces études nous ont amené à penser qu'il serait possible de classer les miels selon leur constitution en éléments tant du point de vue qualitatif que quantitatif. Ceci aurait l'avantage de séparer les miels à pouvoir nutritif de ceux qui pourraient présenter certains dangers pour les consommateurs.

#### SUMMARY

##### CHEMICAL COMPOSITION OF A FEW IRANIAN HONEYS

##### I. - MINERAL CONSTITUENTS

The major and minor elements of the honey samples collected from 17 regions of 9 provinces of Iran have been determined and their values are compared by the values found in plants and soils. The ash

content of iranian honeys vary between 0.07 and 0.60 percent and from this point of view the Ispahan, Kazeroon, Abadeh et Shadad samples have yielded higher ash values.

The amount of N, P, S, Na, K, Ca, Mg and Si (the major element group) in the honey samples of Iran is high. Nevertheless some honey samples are richer in these elements than the others.

The amount of Fe, Al, Zn, Cu, Pb, Co and Ni (the minor element group) is as high in most of the samples as that found in plants and soils, although even in these samples the relative concentration of elements is not identitive. However the amount of some elements, like Fe and Al, is so high that they can be classified among the major element group. It should be noted that some honeys of Iran (Poloor honey) is rich in Pb.

All of these studies have lead us to the idea that it is possible to classify honeys according to their elemental constitution, either qualitatively or quantitatively, and classification has the advantage of separating the honeys which have a nutritive value from those which could be regarded as harmful for the consumers.

## INTRODUCTION

L'évaluation de la qualité des miels par l'étude des constituants chimiques et biologiques a fait l'objet de nombreux travaux (MILUM, 1954; WHITE *et al.*, 1962), parmi lesquels la détermination de la teneur en cendre et en éléments minéraux occupe une place très importante (STEINKRAUS *et al.*, 1971; VAN DEN BRAND *et al.*, 1967; VAN MINH *et al.*, 1971). Dans tous ces travaux, les auteurs ont essayé de chercher une relation entre la teneur en certains constituants des miels et leur aspect physique (ECHKERT et ALLINGER, 1939; SCHUETTE et REMY, 1932; WHITE *et al.*, 1962; LASCEVE et GONNET, 1974) afin d'établir une norme à la fois objective et simple pour la classification des miels. SCHUETTE et ses collaborateurs (SCHUETTE et REMY, 1932; SCHUETTE et HUENINK, 1937; SCHUETTE et TRILLER, 1938; SCHUETTE et WOESSNER, 1939) ont trouvé que la teneur de la cendre des miels en K, Na, Mg, Fe, Cu, Mn, Cl et S est plus élevée dans les miels foncés que dans les miels clairs, alors que la teneur en Ca, P et Si ne varie pas significativement. ECHERT et ALLIGHER (1939) ont observé que l'acidité des miels de California et leur teneur en cendre augmente avec l'intensité de la couleur. Cette corrélation est moins nette quand l'étude de la teneur en constituants des miels est déterminée sur des échantillons récoltés aux différentes époques de l'année (MILUM, 1954; STEINKRAUS *et al.*, 1971; VAN DEN BRAND *et al.*, 1967; VAN MINH *et al.*, 1971; WHITE *et al.*, 1962). Néanmoins l'importance nutritive des éléments minéraux des miels (MILUM, 1954) et la variation de la teneur en ces éléments selon la région de récolte et l'origine florale est connue (VAN DEN BRAND *et al.*, 1967; WHITE *et al.*, 1962).

En Iran, à part certains travaux sur la biologie de l'abeille (TIRGARI, 1971, *a et b*) et la composition des miels de la région du Kurdistan (ATTAR, 1958) et du Khorassan (GASPARIAN et VORWOHL, 1974), l'étude comparative de la valeur nutritive des miels n'a pas été effectuée. Il nous a paru intéressant de commencer cette étude par l'analyse de la composition chimique de certains miels de l'Iran.

## MATÉRIEL et MÉTHODES

Des miels collectés dans 17 régions de 9 provinces de l'Iran sont utilisés en vue de l'étude qualitative et quantitative des éléments minéraux. La majorité de ces éléments est étudiée dans les centres provenant d'une carbonisation préliminaire des échantillons sur le bec Bunsen et une minéralisation ultérieure des résidus secs dans un four à 550 °C pendant 24 heures. Les teneurs en azote et en phosphore ont été évaluées directement dans les miels.

Co, Cu, Cd, Ni, Pb, et Zn sont extraits des cendres par la dissolution de 0,1 à 0,2 g de chacun des échantillons dans 10 ml d'une solution aqueuse 1 : 1 d'acide nitrique et sont dosés par un appareil d'absorption atomique. La partie insoluble dans l'acide nitrique contient du Si dont la teneur est déterminée par la méthode gravimétrique (SHAPIRO et BRANNOCK, 1962).

L'extraction de Ti nécessite d'éliminer tout d'abord le Si (SANDEL, 1961; SHAPIRO et BRANNOCK, 1962). Cette opération est réalisée en chauffant 0,1 à 0,2 g de cendre dans un mélange d'acide nitrique concentré, d'acide fluorhydrique 28 % et d'acide sulfurique concentré (proportions : 160, 50 et 40). Après évaporation complète des acides nitrique et fluorhydrique la solution est ajustée avec H<sub>2</sub>O à un volume déterminé. La détermination de la teneur en Ti est effectuée par la méthode colorimétrique (SANDEL, 1961; SHAPIRO et BRANNOCK, 1962).

Les extraits nitriques des cendres contiennent, en plus des éléments cités ci-dessus (Co, Cu, ...), du Na, K, Ca, Mg, Cl, S, Fe, et Al. Parmi ces éléments, les deux derniers sont d'abord précipités par le nitrate d'ammonium et les surnageants sont utilisés pour l'étude de Na et K par photométrie de flamme, du Ca et du Mg par l'absorption atomique, du Cl par le réactif au nitrate d'argent en présence de chromate de potassium (KOLTHOFF et SANDEL, 1968) et du S par la méthode gravimétrique, après sa transformation en sulfate de baryum, à chaud en présence de chlorure de baryum (KOLTHOFF et SANDEL, 1968; SHAPIRO et BRANNOCK, 1962). Le précipité contenant Al et Fe est brûlé à 950-1'000 °C et pesé, afin de déterminer la teneur de l'ensemble en Al et Fe qui se trouvent sous forme d'oxydes (R<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Le mélange ainsi obtenu est fondu dans le four, en présence de pyrosulfate et le volume est ajusté à 250 ml. 5 ml de chacune des solutions sont utilisés pour l'étude du Fe par la méthode colorimétrique (SANDEL, 1961; SHAPIRO et BRANNOCK, 1962).

La teneur en P est déterminée par la méthode colorimétrique (JOHNSON et ULRICH, 1959), en utilisant 1 ml de chacune des solutions à 20 % (V/V) de miels dépourvus de cire. La teneur en N est déterminée à la fois par la méthode de Kjeldahl, après la minéralisation des composés organiques azotés en présence d'acide sulfurique et de selenium comme catalyseur (BELCHER et GOLBERT, 1951) et d'après la corrélation entre teneur en N et protéines. Les protéines isolées des miels par l'acétone sont dosées par la méthode de Lowry *et al.* (1951) après dissolution des précipités dans la soude à 0.1 N.

Le Mn, Ga, B, Ba, Cr, Bi, Ag, Mo, Sn, Ti, Zr et V (ainsi que certains des éléments déterminés ci-dessus) sont étudiés avec un spectrographe modèle Jarrell. 50 mg de cendre, broyée dans un mortier en agate est mélangée avec 50 mg de graphite et brûlée afin de déterminer la teneur approximative en éléments constitutifs.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

Le résultat des déterminations de la teneur en cendres des miels est présenté dans le tableau 1. Les valeurs varient entre 0,07 et 0,60 % et sont comparables à celles des miels des autres pays tels que les États-Unis, la France et la Belgique. Dans ce dernier pays (VAN DEN BRAND *et al.*, 1967) la teneur moyenne en cendres varie entre 0,07 et 3,5 %. Les miels d'Ispahan, Kazeroun, Abadeh et Chahdad sont les miels les plus riches en cendres. Nous n'avons observé aucune relation entre la couleur et la teneur en cendres des miels de l'Iran.

TABL. 1. — Teneur en cendres des miels de certaines régions de l'Iran.

TAB. 1. — Aschegehalt von Honigen aus verschiedenen Regionen im Iran.

N°	Région de récolte Herkunft des Honigs	Province Provinz	Couleur Farbe	Teneur en cendres (%) Aschegehalt (%)
1	Babol	Mazanderan	très foncé sehr dunkel	0,18
2	Maragheh	Azerbaïdjan oriental	foncé dunkel	0,25
3	Chandjan	Azerbaïdjan oriental	moyen mittel	0,30
4	Silvana	Azerbaïdjan occidental	ambré bernsteinfarben	0,07
5	Sanandadj	Kurdistan	ambré bernsteinfarben	0,25
6	Damavand	Province centrale	ambré bernsteinfarben	0,30
7	Polour	Province centrale	foncé dunkel	0,20
8	Alamout	Province centrale	foncé dunkel	0,20
9	Khomein	Province centrale	très clair sehr hell	0,25
10	Malayer	Hamadan	ambré bernsteinfarben	0,33
11	Golpayegan	Ispahan	ambré bernsteinfarben	0,20
12	Ispahan	Ispahan	ambré bernsteinfarben	0,55
13	Kazeroun	Fars	clair hell	0,50
14	Abadeh	Fars	clair hell	0,60
15	Kerman	Kerman	foncé dunkel	0,35
16	Chahdad (1)	Kerman	très clair sehr hell	0,55
17	Chahdad (2)	Kerman	ambré bernsteinfarben	0,60
Moyenne Mittel	—	—	—	0,33

(1) Récolte de l'été,  
Sommerernte.

(2) Récolte de l'automne,  
Herbsternte.

Les éléments minéraux des miels étudiés peuvent être rassemblés en deux groupes : groupe des éléments majeurs comprenant N, P, Na, K, Ca, Mg et Si (Tableau 2) et groupe des éléments mineurs comprenant Fe, Al, Zn, Cu, Pb, Co, Ni et Cd (Tableau 3).

TABLE. 2. — Teneur en éléments majeurs dans les miels de certaines régions de l'Iran  
(en mg par 100 g de miel).

TAB. 2. — Gehalt an Hauptelementen in Honigen aus einigen Regionen des Iran  
(in mg pro 100 g Honig)

N° (+)	N	P	S	Na	K	Ca	Mg	Si
1	60	39	4,3	9,7	28,2	7,5	6,0	29,8
2	140	66	3,9	8,1	49,7	5,5	4,1	92,7
3	110	46	4,6	17,4	105,2	10,6	7,0	11,7
4	60	43	0,5	5,0	11,7	2,2	1,9	3,4
5	170	33	7,9	10,4	71,5	9,1	5,9	36,4
6	80	50	3,3	8,2	107,9	7,1	5,2	10,1
7	50	48	6,4	7,1	52,8	6,3	2,9	8,7
8	60	51	2,8	15,6	46,0	4,5	2,3	38,2
9	30	41	1,9	6,8	18,8	2,3	1,5	145,3
10	60	82	5,6	16,3	67,6	13,1	5,5	12,7
11	30	37	2,4	7,2	20,4	6,3	6,4	92,9
12	80	71	6,2	17,4	197,6	14,5	6,2	26,0
13	57	160	—	—	—	—	—	—
14	90	31	—	—	—	—	—	—
15	60	46	12,3	12,3	26,5	7,0	5,4	218,9
16	160	43	19,0	39,6	101,0	31,0	15,3	17,9
17	210	104	14,8	27,8	156,3	22,7	17,9	16,6
Moyenne Mittel	120	58	6,4	13,9	70,7	9,9	6,4	52,0

(+) Cf. tableau 1.  
Siehe Tab. 1

Le tableau 2 montre que certains miels sont relativement riches en un ou plusieurs éléments du premier groupe : les miels de Chahdad et Sanandadj en N, le miel de Chahdad récolté en automne en P, les miels de Chahdad récoltés en automne et d'Ispahan en K, les miels de Chahdad en Na, Ca, Mg et S, et le miel de Kerman en Si.

En général le N, le K et le Si sont respectivement les éléments les plus abondants des miels, bien que certains miels puissent être plus riches en K (les miels de Damavand et d'Ispahan) qu'en N ou plus riches en Si (miel de Kerman) qu'en N et K. Le S, le Na, le Ca et le Mg ont une concentration beaucoup plus faible que les autres éléments majeurs.

Le Cl, qui fait partie également de ce groupe, existe dans la plupart des miels, mais sa teneur n'était pas suffisante pour être déterminée par la méthode chimique.

Tous les miels étudiés contiennent beaucoup plus de K que de Na. En considérant le rapport entre ces deux éléments chez les plantes (HELLER, 1969), on déduit que la composition du miel en K et Na résulte de la plante et les différences entre les miels d'une même région, mais récoltés pendant les différentes saisons (les miels de Chahdad récoltés en été et en automne), résulteraient de la différence des plantes utilisées par les abeilles.

TABL. 3. — Teneur en éléments mineurs dans les miels de certaines régions de l'Iran

TAB. 3. — Gehalt an Spurenelementen in Honigen aus einigen Regionen des Iran

N° (+)	Fe	Al	Zn	Cu	Pb	Co	Ni	Cd
	en mg/100 g de miel in mg pro 100 g Honig				en µg/100 g de miel in µg pro 100 g Honig			
1	1.8	3.7	0.14	0.4	17.6	3.3	0	1.6
2	4.4	9.0	0.05	0.01	0	0	0	1.2
3	0.6	16.4	0.05	0.03	0	33.0	0	1.6
4	1.7	2.6	0.39	0.03	13.6	3.3	0	0.2
5	14.5	23.7	0.9	0.02	41.6	5.5	30.2	1.4
6	4.7	6.6	0.76	0.02	10.4	3.3	0	1.6
7	4.3	6.9	0.93	0.04	131.3	4.6	0	1.6
8	2.5	4.8	0.02	0.01	0	4.6	0	1.6
9	1.5	2.9	0.22	0.01	20.8	3.3	0	1.6
10	3.5	16.3	0.47	0.01	73.7	4.6	0	1.4
11	4.4	6.0	0.50	0.02	10.4	3.8	5.8	1.6
12	9.7	14.9	0.23	0.02	7.2	38.1	0	1.8
13	—	—	0.50	0.01	0	0	0	1.2
14	—	—	0.02	0.02	0	3.3	0	1.1
15	5.6	10.8	0.24	0.02	13.6	4.6	0	1.1
16	12.2	12.3	0.05	0.02	36.2	11.8	34.1	0.9
17	5.7	14.9	0.18	0.03	20.8	4.6	8.9	1.2
Moyenne Mittel	5.1	10.1	0.28	0.02	23.3	6.9	4.6	1.3

(+) Cf. tableau 1.  
Siehe Tab. I

En ce qui concerne les éléments du deuxième groupe, les résultats obtenus (Tableau 3) montre que :

a) Certains miels se caractérisent par l'abondance d'un ou deux éléments de ce groupe : les miels d'Ispahan, de Sanandadj et de Chahdad récoltés en été sont riches en Fe et Al, le miel de Polour en Zn et Pb, les miels de Sanandadj et de Chahdad récoltés en été sont riches en Ni, le miel d'Ispahan en Co et les miels de Babol et de Polour en Cu. La raison de la richesse du miel de Polour en Pb mérite d'être étudiée, car une telle teneur en Pb pourrait être dangereuse pour la consommation (ATAMER, 1963).

b) Tous les miels étudiés sont riches en Al, ce qui pourrait probablement provoquer des troubles digestifs et un rachitisme par l'interaction avec l'absorption du phosphate (JAVILIER *et al.*, 1967). La teneur en cet élément est beaucoup plus élevée que celle de S et Mg et avec cette teneur il peut être classé dans la catégorie des éléments majeurs dans les miels d'Iran, alors qu'il n'est pas aussi élevé dans les miels des autres pays (VAN DEN BRAND *et al.*, 1967).

TABL. 4. — Résultats obtenus par l'étude de certains éléments du miel par spectrographie

0 = Ligne de spectre invisible;  
 1 = Ligne de spectre à peine visible;  
 2 = Ligne de spectre bien visible;  
 3 = Ligne de spectre intense.

TAB. 4. — Resultate einer spektrographischen Untersuchung einiger Elemente im Honig.

0 = Spektrallinie unsichtbar;  
 1 = Spektrallinie kaum sichtbar;  
 2 = Spektrallinie gut sichtbar;  
 3 = Spektrallinie intensiv.

N° (+)	Ag	B	Ba	Bi	Cr	Ga	Mn	Mo	Sn	Ti	V	Zr
1	2	4	2	0	2	3	3	2	1	2	2	1
2	2	3	0	0	1	3	3	1	1	1	2	1
3	0	1	0	1	0	3	1	1	1	0	2	0
4	2	3	2	1	2	3	3	1	1	2	2	2
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	2	3	2	1	2	3	3	1	1	1	2	1
7	2	3	3	0	2	3	3	1	1	2	2	2
8	2	3	2	1	1	3	3	1	1	1	2	1
9	2	3	2	1	2	3	3	1	1	2	2	1
10	2	3	1	0	1	3	3	1	1	2	2	1
11	1	3	2	1	2	3	3	1	1	2	2	2
12	1	3	2	0	2	3	3	1	1	1	2	1
13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	2	3	1	1	1	3	3	1	1	2	2	1
16	2	3	1	2	1	3	3	1	1	1	2	0
17	2	3	1	1	0	3	3	1	1	1	2	0

(+) Cf. tableau 1.  
 Siehe Tab. 1

Le tableau 4 montre la présence d'un certain nombre d'autres éléments dont l'étude qualitative et quantitative est effectuée seulement par la spectrographie. Parmi ces éléments le B, le Ga et le Mn sont les plus communs et se trouvent à une concentration plus élevée que les autres : Ag, Ba, Bi, Cr, Mo, Sn, V et Zr.

L'ensemble des résultats obtenus montre que la valeur alimentaire des miels varie d'un miel à l'autre. Les miels devraient être classés selon le groupe d'éléments nutritifs prédominants. D'autre part l'abondance d'un ou d'un groupe d'éléments dangereux doit être pris en considération pour arrêter la production du miel dans les régions correspondantes.

## ZUSAMMENFASSUNG

Die Mineralelemente von Honigen aus 17 Regionen in 9 Provinzen des Iran wurden in der Asche oder direkt in den Proben bestimmt und quantitativ gemessen.

Der Gehalt an Mn, Ga, B, Ba, Cr, Bi, Ag, Mo, Sn, Ti, Zn und V, bestimmt durch Spektrographie, wird nur mit Näherungswerten angegeben, während die Werte für andere Elemente präziser angegeben werden können: Fe + Al, S und Si mittels Gravimetrie, N, P, Fe und Ti mittels Colorimetrie, mittels chemischer Methoden für N und Cl, Flammenphotometrie für Na und K, und Atomabsorption für Co, Cu, Cd, Ni, Pb, Zn, Cu und Mg.

Der Aschengehalt variierte in den untersuchten Honigen zwischen 0,07 und 0,60 % je nach der Region, bei einem Mittelwert von 0,33.

N, P, S, Na, K, Ca, Mg und Si, die bei den Pflanzen und im Boden zu den Hauptelementen gehören, finden sich in höherer Quantität als die übrigen Elemente; jede Honigprobe lässt sich nach einem besonders hohen Gehalt an einem oder an mehreren der oben angeführten Elemente charakterisieren. Alle Honige besitzen im übrigen einen höheren Gehalt an K als an Na, so wie es in Pflanzen und im Boden der Fall ist.

Fe, Al, Zn, Cu, Pb, Co und Ni, die eine andere Gruppe der Elemente bilden (Spurenelemente), finden sich in niedrigerer Konzentration als die Elemente der obigen Gruppe.

In einigen Honigen aus dem Iran ist der Gehalt an Fe und Al so hoch, dass man diese bei den Hauptelementen einreihen kann. Der erhöhte Gehalt an Al in gewissen Honigen aus dem Iran verdient Beachtung wegen der gesundheitlichen Störungen, die er im Organismus verursachen kann. Auch Pb, ebenfalls ein toxisches Element, findet sich in gewissen Honigen in erhöhter Quantität. Die ermittelten Resultate werden mit denen anderer Autoren verglichen.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ATAMER M. A., 1963. — Blood diseases. Grune and Stratton Inc. New York.
- ATTAR E., 1958. — Analyse des miels de Kurdistan. Thèse (en persan), Faculté de la Pharmacie, Université de Téhéran.
- BELCHER R. et GOLBERT A. L., 1951. — *Les méthodes semi-micro dans l'analyse organique quantitative*. Dunod, Paris, 138-146.
- ECKERT J. E. and ALLINGER H. W., 1939. — Physical and Chemical properties of California honeys. *Bull. Calif. Agric. Exp.*, **631**, 1-27.
- GASSPARIAN S. and VORWOHL G., 1974. — Comparing quality tests of iranian honeys. *Apidologie*, **5** (2), 177-190.
- HELLER R., 1969. — *Biologie Végétale : nutrition et métabolisme*. Masson et Cie éditeurs, Paris.
- JAVILLIER M., POLONOVSKI M., FLORKIN M., BOULANGER P., LEMOIGNE M., ROCHE J., WURMSER R., 1967. — *Traité de biochimie générale*. Tome III : les processus biochimiques de synthèse et de dégradation. Masson et Cie éditeurs, Paris.
- JOHNSON C. M. and ULRICH A., 1959. — Analytical method for use in plant analysis. *California agriculture experiment station. Bull.*, **766**, 31-32.
- KOLTHOFF K. and SANDEL E. M., 1968. — *Text-book of quantitative inorganic analysis*. The McMillan Company, New York, 303-309, 322-336, 384, 394.
- LASCEVE G. et GONNET M., 1974. — Analyse par radioactivation du contenu minéral d'un miel. Possibilité de préciser son origine géographique. *Apidologie*, **5** (3), 201-223.
- LOWRY O. H., ROSEBROUGH N. J., FARR L. and RANDALL R. J., 1951. — Protein measurement with the folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, **193**, 265-275.
- MILUM V. G., 1954. — *The hive and the honey bee*. Edited by Dadant and sons inc. publishers of the American Bee Journal.



- SANDEL E. B., 1961. — *Colorimetric determination of traces of metals*. Interscience Publish. Inc. 522-553, 868-881.
- SHAPIRO L. and BRANNOCK W. W., 1962. — Rapid analysis of silicate, carbonat and phosphate rocks. *Geological survey of U.S.A. Bulletin*, **1144 A**, 28-29.
- SCHUETTE H. A. and REMY K., 1932. — Degree of pigmentation and its probable relationship to the mineral constituents of honeys. *J. Am. Chem. Soc.*, **54** (7), 2909-2913.
- SCHUETTE H. A. and HUENINK D. J., 1937. — Mineral constituents of honey II. phosphorous, calcium, magnesium. *Food Research*, **2**, 529-538.
- SCHUETTE H. A. and TRILLER R. E., 1938. — Mineral constituents of honey.III. sulfur and chlorine. *Food Research*, **3**, 543-547.
- SCHUETTE H. A. and WESSNER W. W., 1939. — Mineral constituents of honey. IV. Sodium and potassium. *Food Research*, **4**, 349-353.
- STEINKRAUS K. H., MORSE R. A., VAN MINH H., MENDOZA B. V. and LAIGO F. M., 1971. — Chemical analysis of honey. A brief summary 1900-1971. *Bee World*, **52** (3), 122-127.
- TIRGARI S., 1971, a. — Apiculture en Iran. Congrès international d'apiculture, le XXIII<sup>e</sup> congrès, Moscou (U.R.S.S.), 27 août-2 septembre, 297.
- TIRGARI S., 1971, b. — Biologie et particularité du comportement de l'abeille naine indienne (*Apis florea* F.) en Iran. Congrès international d'apiculture, le XXIII<sup>e</sup> congrès, Moscou (U.R.S.S.), 27 août-2 septembre, 304.
- VAN DEN BRAND J., VERMEULEN L. et PELERENTS C., 1967. — La teneur en cendres et en quelques éléments mineurs de miels d'origine Belge. *Apiacta*, **1**, 18-22.
- VAN MINH H., MENDOZA B. V., LAIGO F. M., R. A. and STEINKRA K. H., 1971. — The chemical composition of honey produced by *Apis dorsata*. *Journal of Apicultural research*, **10** (2), 91-97.
- WHITE J. W., RIETHOF Jr. M. L., SUBERS M. H. and KUSHNER I., 1962. — Composition of american honeys. *Technical Bulletin*, N° 1261, 60 p.