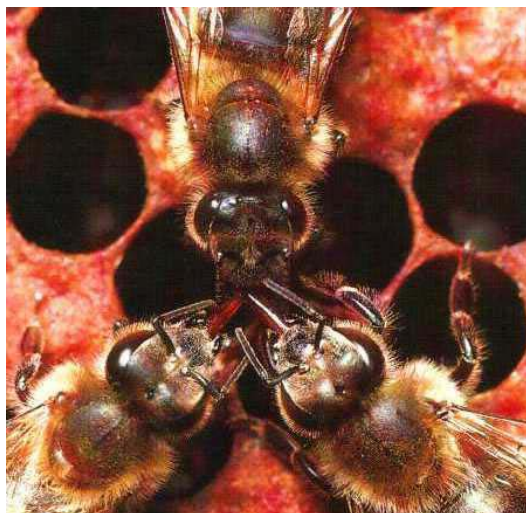


# Les produits récoltés par l'abeille et leurs rôles dans l'alimentation

Dr. bioch. C. Mateescu  
Directrice de Recherche en Apithérapie  
Institut de Recherche apicole  
Bucarest – Roumanie

*Présentation publique faite en public sous Microsoft PowerPoint et convertie en fichier PDF Acrobat Reader pour téléchargement sur Internet*



## L'alimentation de l'abeille

- La prise d'aliment, acte si simple pour tant d'êtres vivants est devenue chez les insectes sociaux quelque chose d'une rare complexité.
- L'abeille domestique, insecte floricole essentiellement végétarien, n'échappe pas à cette règle bien au contraire.
- De la récolte du nectar à la préparation du miel et de l'ensilage du pollen pour arriver à l'alimentation des larves, une suite de démarches de plus en plus élaborées font de l'acte alimentaire une cheville maîtresse de sa vie sociale.
- Les incertitudes commencent déjà au niveau de la récolte du nectar et de son mélange avec les enzymes glandulaires pour transformer les sucres.

## Les produits récoltés par l'abeille

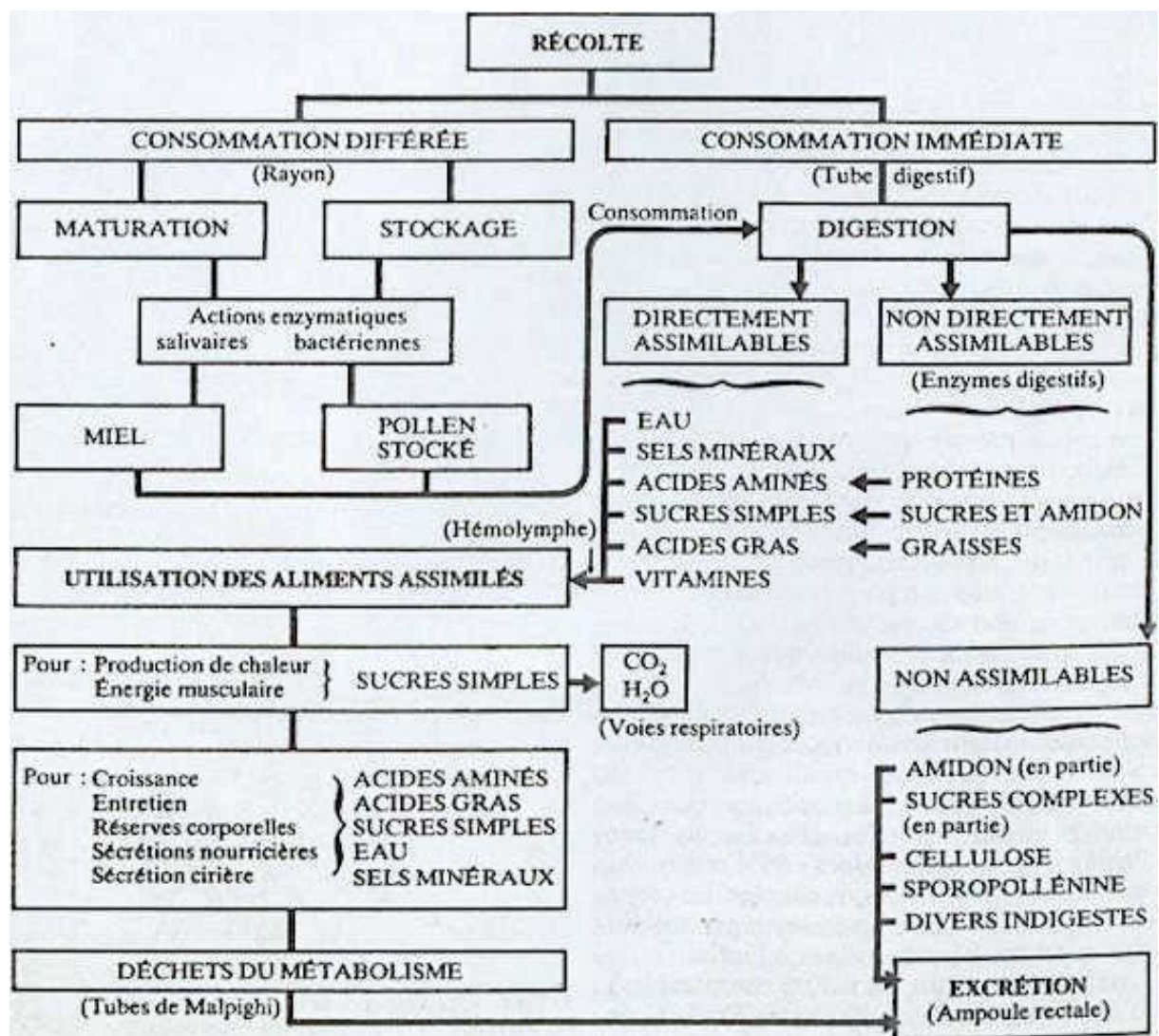
Les quatre substances recueillies par les butineuses pour la colonie sont :

- le nectar (ou les sécrétions de pucerons) ;
- le pollen ;
- la propolis ;
- l'eau.

## Les aliments / Leurs rôles pour les abeilles

L'abeille utilise les aliments pour remplir certaines fonctions de son organisme :

- pour l'entretien de la thermorégulation, sous forme de carbone ;
- pour le travail musculaire, sous forme de carbone ;
- pour l'hydratation indispensable aux tissus, sous forme d'oxygène et d'hydrogène combinés.



### Le nectar, le miellat, le miel

- Le nectar est une sécrétion sucrée des plantes. Il est ordinairement sécrété par les nectaires associés aux fleurs, quoique certaines plantes aient des nectaires sur leurs feuilles ou sur leurs tiges. Le nectar est composé de 70 à 80% d'eau. Le pourcentage d'eau est encore plus élevé durant les périodes pluvieuses. Le reste est composé de sucres et de traces d'autres composés organiques. Le nectar est un hydrate de carbone ou la composante énergétique du régime de l'abeille.
- Les abeilles recueillent parfois le miellat, une sécrétion sucrée provenant de certains insectes qui se nourrissent de la sève des plantes. Le miellat est acceptable comme nourriture pour les abeilles mais le miel qui en résulte est foncé et a un goût très fort. Un tel miel est considéré de qualité inférieure (pour le métabolisme des abeilles, pas pour les hommes !). C'est surtout dans les climats tempérés que les abeilles recueillent du miellat.
- Dans la ruche, le miel est toujours stocké au-dessus et autour du couvain. Les abeilles adultes se nourrissent de miel, et le mélangent au pollen pour nourrir les larves. La plupart des colonies produisent plus de miel que nécessaire pendant les productions abondantes de nectar.

### **Le pollen et le pain d'abeille**

- Le pollen est une substance poudreuse produite par les organes mâles des fleurs. Il contient la semence des plantes. Les abeilles aident à transférer le pollen de plante en plante.
- Le pollen est utilisé pour nourrir le couvain âgé et est mangé en grandes quantités par les nourrices qui produisent la gelée royale avec les glandes de la tête. Cela correspond aux protéines, vitamines et composantes minérales du régime de l'abeille.
- Le pollen est stocké dans les alvéoles qui entourent l'aire de ponte où il est prêt à nourrir le couvain et à être consommé par les nourrices. Un complexe de levures présent dans le pollen agit en tant qu'agent conservateur grâce à un processus semblable à l'ensilage du foin (le pain d'abeille).

### **La propolis pour la colonie d'abeilles**

- Protection mécanique : les abeilles utilisent la propolis pour diminuer l'entrée de leur habitat, rendant celui-ci plus facile à défendre.
- Protection anti-bactérienne : la propolis joue le rôle d'un système immunitaire pour la ruche et a une action antibiotique, antivirale et antifongique (entre 35 et 60 % d'huiles essentielles).

### **L'abeille - Alimentation - Substances nécessaires - Constitution et fonctionnement**

- l'eau – élément essentiel pour la vie ;
- les glucides (sucres) - source d'énergie ;
- les protides pour la croissance et l'entretien (Alternative energy carrier - Amino acid as a fuel for honey bees) ;
- les lipides que l'abeille peut généralement synthétiser ;
- les minéraux majeurs, généralement suffisants dans l'alimentation ;
- les oligo-éléments, en quantités infimes ;
- les vitamines, surtout utiles pour le couvain.

### **L'eau dans l'alimentation de l'abeille**

- L'eau est un élément chimique essentiel pour l'abeille. Elle représente 70 % environ du poids de l'adulte et plus de 80 % du poids de la jeune larve (URSU, 1981).
- Elle prend différentes formes dans l'organisme :
  - 1) Sous forme liquide, elle participe au transport des minéraux ou des molécules organiques. Elle intervient aussi dans de nombreuses réactions chimiques, que ce soit comme réactif (hydrolyses), comme produit (déshydratation) ou encore comme milieu de réaction (exceptionnel par ses qualités de dissolution, son pouvoir ionisant, sa chaleur spécifique élevée, etc) ;
  - 2) Sous forme gazeuse, l'abeille nécessite également de l'eau. Si une ouvrière peut supporter une humidité relative comprise entre 25% et plus de 70 %, le couvain, par contre, ne peut guère survivre en dessous de 50%, avec un optimum de l'ordre de 90-95 (DOULL et al., 1977) ;
  - 3) Sous forme liée, c'est-à-dire intimement soudée à des molécules diverses auxquelles elle confère des propriétés particulières.
- Sources d'eau
  - Le butinage : certaines butineuses sont spécialisées dans la récolte de l'eau tandis que d'autres ouvrières, véritables "outres vivantes", stockent le liquide dans leur jabot pour le redistribuer au gré des besoins dans la colonie.
  - L'activité métabolique (la respiration, par exemple) : ainsi, 1 kg de miel peut fournir après passage dans le métabolisme 0,662 kg d'eau. Il s'agit d'une source non négligeable que les abeilles utilisent

- particulièrement au sortir de l'hiver lorsque l'atmosphère sèche rend difficile les premiers élevages.
- Les aliments : ils contiennent de l'eau utilisable par l'abeille, en particulier le nectar, qui en contient généralement plus de 50 %.
  - L'eau de condensation, recyclée sous forme d'humidité.
- Les pertes d'eau
- par respiration ;
  - par défécation ;
  - par les sécrétions (salives, gelée, etc).

L'abeille est capable de réduire ces pertes en fermant certains stigmates et en récupérant une partie de l'eau en fin de transit digestif.

### **Dégradation des Aliments**

Types d'énergie :

- énergie chimique (pour les synthèses) ;
- mécanique (travail musculaire) ;
- électrique (influx nerveux) ;
- calorifique (production de chaleur).

Aliments plastiques

- utilisés pour la biosynthèse (élaboration des tissus).

### **Les glucides – sources**

- L'abeille trouve principalement des glucides dans le miel, qui en contient près de 80 %. Le pollen en contient une proportion non négligeable, mais plus faible, entre 10 et 30% et plus difficilement mobilisables pour les utilisations énergétiques.
- Si les stocks de glucides sont importants dans les rayons sous forme de miel, ils sont moins facilement utilisables sous forme de pollens.
- Les réserves à l'intérieur de l'organisme de l'abeille sont faibles.

### **Utilisations des glucides**

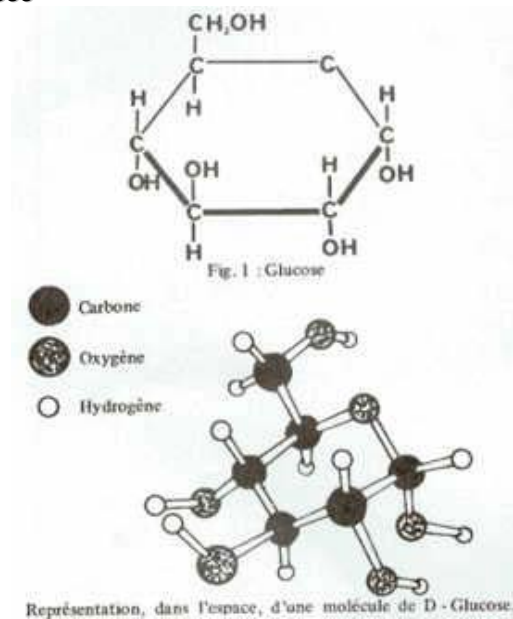
Activités utilisatrices de glucides :

- l'émission de chaleur ;
- l'activité de vol ;
- la production de cire.

Remarque : quelques glucides présents dans les aliments ont un effet toxique sur les abeilles à partir d'une certaine concentration. C'est le cas du lactose, du galactose, de l'arabinose, du xylose, du mélibiose, du mannose, du raffinose, du stachyose, des acides galacturoniques, polygalacturoniques et glucuroniques. La pectine, l'agar-agar et de nombreuses gommes peuvent être toxiques ou décomposées en glucides toxiques (POUVREAU, 1988 ; BARKER, 1977).

## Les monosaccharides

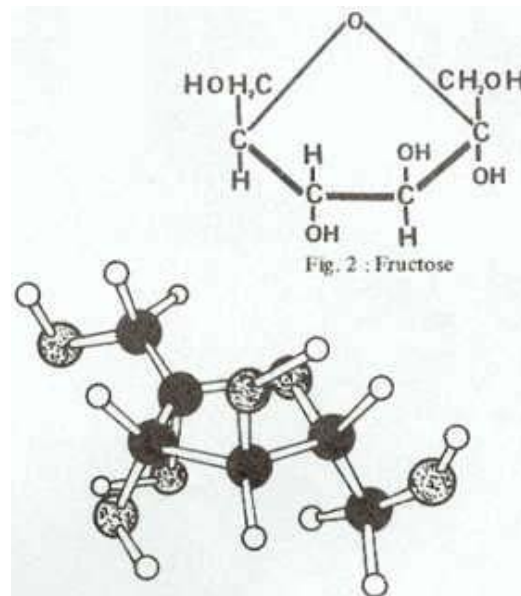
Le D-glucose, (dextrose), aldose



- Abondamment répandu, à l'état libre ou combiné, dans le miel et les fruits sucrés, où il est en général mélangé au fructose.
- Le glucose est la substance principale libérée par l'hydrolyse de glucides plus complexes dans la digestion.
- C'est par l'oxydation du glucose que la cellule acquiert l'énergie dont elle a besoin pour tout le reste de ses activités. L'énergie libérée par son oxydation est en partie directement transformée en énergie mécanique, le reste étant utilisé pour le maintien de la température. Il est directement assimilable.

## Les monosaccharides

Le fructose

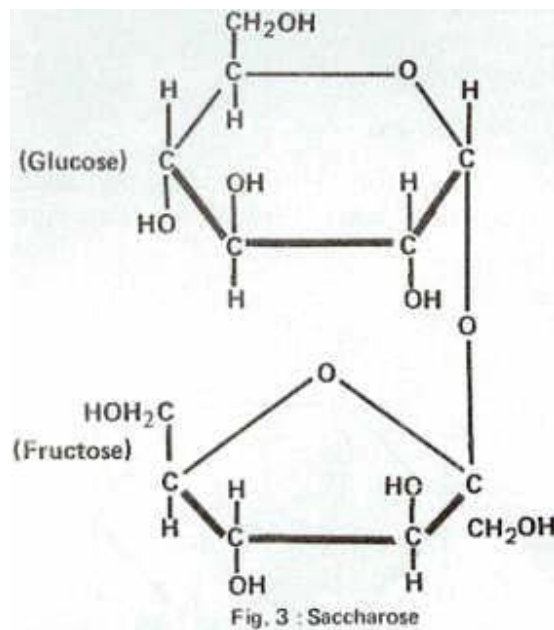


- Le fructose ou lévulose, est un cétose.
- Il existe à l'état libre à côté du glucose dans le miel et les fruits sucrés.
- Il est associé au D-glucose dans le saccharose.
- Le fructose est lévogyre, d'où le nom de lévulose sous lequel on le désignait initialement.

### Les disaccharides (diholosides)

D'un important intérêt nutritionnel, les disaccharides les plus courants sont : le saccharose, le lactose, le maltose et le tréhalose.

Le saccharose



- $C_{12}H_{22}O_{11}$ , dextrogyre.
- Disaccharide non réducteur, c'est le plus répandu de tous les glucides.
- Il est extrait de la canne à sucre et de la betterave.
- On le rencontre dans la plupart des végétaux, et en plus faible partie dans un bon nombre de fruits.

### L'importance du saccharose

- L'étude du comportement alimentaire de l'abeille apporte des éléments intéressants.
- Si on présente à une colonie diverses solutions glucidiques (50 g) à 50 % de matière sèche, on constate qu'au bout d'une heure, elles consomment la totalité du miel, du saccharose et du glucose, tandis que la même quantité de sucre inverti a besoin de 5 heures pour être ingéré; le saccharose est donc plus attractif que le sucre inverti. D'autre part, le saccharose est capable d'entretenir la vie d'abeilles maintenues en isolement plus longtemps que les autres glucides.

### Les disaccharides (diholosides)

Le galactose

- Le galactose est un des deux hexoses constituant le lactose du lait. Il est dextrogyre.

- Il est associé au D-glucose dans le lactose et dans des trisaccharides comme le raffinose.
- C'est un aldose qui n'existe pas dans la nature à l'état libre.

#### Le mannose

- Le mannose est peu abondant à l'état libre (en petite quantité dans les écorces d'orange). Il se rencontre surtout chez les végétaux.
- Largement répandu comme composant des mannanes et des hémicelluloses.
- Il fait partie d'un petit nombre de glycoprotéines.
- On le prépare par hydrolyse du corozo. Il est une forme isomère de D-glucose.

### Les disaccharides (diholosides)

#### Le lactose

- Disaccharide réducteur, le lactose, a une saveur sucrée assez faible. Par hydrolyse, il donne une molécule de glucose et une de galactose. Il peut être dédoublé par la lactase ( $\beta$ -galactosidase). Le lactose est dextrogyre. Il n'est pas fermentescible sous l'influence de la levure de bière pure.

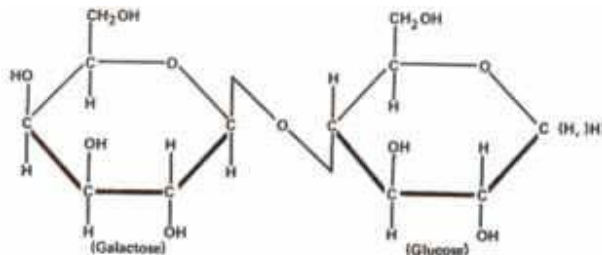


Fig. 4 : Lactose.

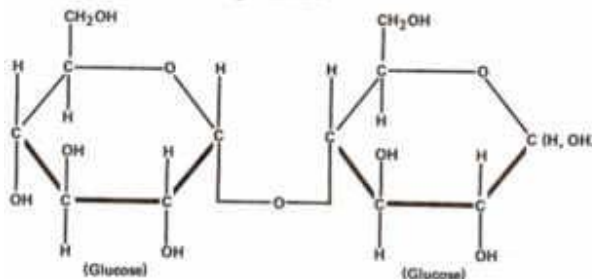


Fig. 5 : Maltose.

#### Le maltose

- Il se rencontre en faible quantité à l'état libre dans quelques plantes. La maltase, une  $\alpha$ -glycosidase abondante dans les levures, hydrolyse le maltose en deux molécules de glucose.
- Il est réducteur et présente les propriétés des sucres aldéhydiques. Il est dextrogyre. Il fermente très facilement.

#### Le tréhalose

- Le tréhalose est un sucre non réducteur, donnant par hydrolyse deux molécules de glucose. C'est le disaccharide le plus commun dans l'hémolymphe des insectes.

## **Les trisaccharides (triholosides)**

### Le raffinose

- Se trouve surtout dans la betterave et constitue parfois une impureté du saccharose commercial.
- Il n'est pas réducteur et il est hydrolysé par les acides étendus et par la levure.
- Les concentrations plus élevées ont des effets toxiques sur les abeilles.

### Le mélézitose

- Se rencontre dans diverses mannanes et en particulier dans celle du mélèze.
- L'hydrolyse ménagée le scinde en glucose et en turanose, isomère du saccharose.

## **Le pollen – source de protéines**



- Les propriétés biodynamiques et énergétiques du pollen sont dues, non aux vitamines, mais à des phénomènes radioactifs qui font de cette substance naturelle un élément vivant.
- Dans une colonie normale, les larves ainsi que les jeunes abeilles sont intensément nourries de pollen.
- Celui-ci est particulièrement important et détermine la condition physiologique et la durée de leur vie.
- Il est utile pour la sécrétion de la cire.
- L'absorption de pollen à la fin de l'été apporte une modification physiologique qui permet à l'abeille de survivre en hiver et de recommencer l'élevage malgré l'absence de pollen.

## **Les acides aminés**

- Les acides aminés sont des constituants communs des nectars floraux et peuvent être des composants critiques dans la diète des insectes pollinisateurs.
- Les moyens par lesquels les insectes peuvent détecter les acides aminés sont complexes et apparaissent par les mécanismes de pré- et post-ingestion. De plus, la réponse contre un certain acide aminé peut changer en fonction de l'état nutritionnelle de l'insecte.
- « Les acides aminés contribuent à l'ingestion de nitrogène et sont les précurseurs de protéines. Certains acides aminés sont des composants essentiels dans les diètes des insectes. De plus, les acides aminés sont présents en haute concentration dans les systèmes nerveux de l'insecte, où ils jouent un rôle important de neuromodulateurs. »
- Ces fonctions différentes peuvent apparaître d'une grande variété d'effets pré et post-ingestion sur le comportement. Les fonctions nutritives et neuromodulatrice sont des effets post-ingestion.

## **Les acides aminés**

- Parmi la vingtaine d'acides aminés connus, dix doivent être absolument présents dans l'alimentation de l'abeille, car elle est incapable de les synthétiser :
- l'arginine, l'histidine, la lysine, le tryptophane, la phénylalanine, la méthionine, la thréonine, la leucine, l'isoleucine et la valine.
- Les plus importants en quantités sont la leucine, l'isoleucine et la valine (CRAILSHEIM, 1990).

### **Le cas du proline**

- L'hémolymphe de l'abeille contient 20 fois plus d'acides aminés que le sang humain, parmi lesquels le proline représente à peu près 50%.
- Les investigations ont montré que le pourcentage de cet acide aminé est fortement lié à l'âge et à la mission de l'animal. Les mâles ont le niveau le plus élevé de proline, suivis par les reines et les ouvrières.
- Le proline joue plusieurs rôles dans l'organisme de l'abeille.
- D'un côté, cet acide aminé est un composant important de protéines qui jouent un rôle majeur dans la défense immunitaire – similaire à l'interféron humaine - et aide à maintenir la concentration moléculaire constante dans le sang.
- D'un autre côté, le proline peut être utilisé comme source d'énergie. L'apport permanent de sucres et le haut pourcentage de proline dans le sang (l'hémolymphe) combinés avec l'habileté de l'abeille de tourner vers cette source d'énergie de substitution à chaque moment, donne aux abeilles un avantage stratégique dans la recherche de nourriture et dans la thermorégulation.
- Pendant l'été, l'énergie produite est utilisée comme "combustible" alternatif, tandis que pendant l'hiver, l'abeille peut l'utiliser pour le chauffage rapide de la ruche, si cela est nécessaire, et de cette manière assurer la survie des ouvrières et de la reine. Les importantes réserves d'énergie dans la ruche permettent aux abeilles de voler plus tôt, plus rapidement et plus loin que leurs concurrents.

### **Les acides aminés recommandés dans la diète de l'abeille**

▪ Arginine	5.3
▪ Histidine	2.5
▪ Isoléucine	5.1
▪ Léucine	7.1
▪ Lysine	6.4
▪ Méthionine	1.9
▪ Phénylalanine	4.1
▪ Thréonine	4.1
▪ Tryptophane	1.4
▪ Valine	5.8

### **Sources de protéines et d'acides aminés**

- La première source utilisable de protéines est le pollen récolté en période d'abondance et conservé à l'extérieur de la ruche.
- Ce pollen coûte cher, et la plupart des techniques de conservation lui font perdre une partie de sa valeur nutritive. Liener (1958), considère l'action réciproque des protéines et des hydrates de carbone comme étant la cause la plus probable de la destruction des acides aminés, comme la lysine, l'arginine et le tryptophane.
- Haydack (1963) ajoute 325 mg de lysine et 285 mg d'arginine, à 25 g de pollen et obtient les mêmes résultats d'élevage qu'avec du pollen frais. Cette addition de produits augmente d'une façon considérable le coût de l'opération.

## Le contenu protéique du pollen

**Table I.** Protein and water content of pollen diets.

Pollen diet		Age of pollen	% Protein <sup>a</sup> , µg/100 µg dry mass	% Water, µg/100 µg wet mass
Species	Common name			
<i>Malus domestica</i>	Apple	Fresh	25.12	10.71
<i>Melilotus officinalis</i>	Yellow sweetclover	Fresh	24.15	23.48
<i>Phacelia tanacetifolia</i>	Phacelia	Fresh	30.10	14.56
<i>Brassica campestris</i>	Oilseed rape	Fresh	25.72	29.53
Bee-Pro <sup>®</sup>	Bee-Pro <sup>®</sup>	Fresh	29.92	5.89
<i>Helianthus annuus</i>	Sunflower	Fresh	14.86	17.66
<i>Pinus banksiana</i>	jack pine	Fresh	14.03	7.50
<i>Malus domestica</i>	Apple	1-year-old	24.29	11.50
<i>Melilotus officinalis</i>	Yellow sweetclover	1-year-old	23.92	13.88
<i>Phacelia tanacetifolia</i>	Phacelia	1-year-old	26.02	18.43
<i>Brassica campestris</i>	Oilseed rape	1-year-old	24.67	19.99
Bee-Pro <sup>®</sup>	Bee-Pro <sup>®</sup>	1-year-old	29.89	5.80
<i>Helianthus annuus</i>	Sunflower	1-year-old	15.00	23.94
<i>Phacelia banksiana</i>	jack pine	1-year-old	14.00	7.31

<sup>a</sup> Protein determination for Bee-Pro<sup>®</sup> and jack pine was performed after the addition of 30% (w/w dry mass) sucrose.

## La nature des besoins alimentaires

Castes	Stades	Natures et besoins
Ouvrière	oeuf	non alimenté
	larve	évolution de la composition de la gelée en fonction de l'âge
	nymphe	non alimentée (recyclage des tissus internes)
	naissante	besoins importants en protéines (formation de réserves)
	nourrice	besoins importants en protéines (sécrétion de gelée)
	butineuse	besoins importants en glucides pour le vol
Reine	oeuf	non alimenté
	larve	gelée de composition stable fournie en abondance
	nymphe	non alimentée (recyclage des tissus internes),
	naissante	faibles besoins
	en ponte	besoins importants en protéines très digestibles (gelée)
Mâle	oeuf	non alimenté
	larve	besoins importants, gelée riche en grains de pollen
	nymphe	non alimentée (recyclage des tissus internes)
	naissant	besoins faibles
	mature	besoins en glucides pour le vol

### **Le rôle de protéines**

- Formation de protéines de réserve dans le corps de l'abeille (vitellogénine).
- Lutte contre la loque en printemps.
- Le développement des glandes hypopharyngiennes et des ovaires varie en fonction du régime et se comporte, dans l'ensemble, comme une mesure fiable et sensible de l'utilisation des protéines et de la qualité du pollen.
- Le développement des ovaires et des glandes est fortement corrélé avec la quantité de protéines consommées issues du pollen et, à un moindre degré, avec la teneur brute en protéines des pollens.

### **Les acides gras**

- Les acides gras sont très importants pour le développement, la nutrition et la reproduction de l'abeille.
- Dans les larves de 6 jours d'âge et dans la composition des abeilles adultes, les acides gras principaux sont : l'acide oléique, l'acide palmitique et stéarique, tandis que d'autres, parmi lesquels l'acide linoléique, myristique, laurique sont aussi présents mais dans de moindres quantités.

### **Les acides gras libres du pollen dans la digestion de l'abeille**

- Les abeilles satisfont leurs besoins lipidiques en consommant du pollen. La contenance en acides gras libres de l'intestin est utilisée pour quantifier la digestion des lipides.
- Les expériences réalisées sur l'intestin de jeunes ouvrières et de butineuses, ont démontré que la digestion des lipides dépend de l'état fonctionnel de l'abeille, voir le cas de la consommation du pollen, la vitesse de transit du pollen dans le canal alimentaire et de la digestion des protéines.

### **Les acides gras contre les maladies bactériennes du couvain**

- Les recherches récentes ont montré que *Melissococcus* ou *Streptococcus pluton* (l'agent de la loque européenne) est sensible à tout un spectre d'acides gras, dont la plupart sont présents naturellement, dans le pollen.
- Cela ouvre la possibilité d'utiliser les acides gras plutôt que l'antibiotique recommandé (l'oxytétracycline) dans le traitement de la loque européenne.
- L'avantage d'acides gras dans le traitement de cette maladie consiste dans la sécurité d'usage, la non-toxicité et la non-nocivité pour l'environnement.
- Il est très important de mentionner que l'albumine sérique, le cholestérol, la lécithine, les ions de calcium et magnésium contrarient l'action inhibitrice de différents acides gras.

## Les acides gras

Fatty acid carbon and Double bond number	Fatty acid	Inhibition zones (mm)		
		Feldlaufer <i>et al</i> (1993b) <i>P. l. larvae</i>	This study <i>P. l. larvae</i>	This study <i>M. platon</i>
6:0	n-caproic	Inactive	Inactive	Inactive
8:0	caprylic	18	Inactive	Inactive
9:0	nonanoic	40	Inactive	Inactive
10:0	capric	54	16	Inactive
11:0	undecanoic	60	187	12
12:0	lauric	80	12	12
13:0	tridecanoic	40	Inactive	Inactive
14:0	myristic	10	Inactive	8
14:1	myristoleic	80	13	10
16:0	palmitic	Inactive	Inactive	Inactive
16:1	palmitoleic	72	Inactive	Inactive
18:0	stearic	Inactive	Inactive	Inactive
18:1	petroselinic	Inactive	Inactive	Inactive
18:1	oleic	Inactive	Inactive	Inactive
18:1	ricinoleic	60	11	7
18:1	ricinelaïdic	45	8	7
18:2	linoleic	68	14	Inactive
18:2	linolelaïdic	40	Inactive	Inactive
18:3	linolenic	52	15	Inactive
18:3	γ-linolenic	52	9	Inactive
20:2	11,14-eicosadienoic	Inactive	12	Inactive
20:3	homo-γ-linolenic	40	17	7
20:4	arachidonic	50	9	Inactive
22:1	brassicic	Inactive	Inactive	Inactive
22:2	13,16-docosadienoic	28	10	Inactive
22:3	13,16,19-docosatrienoic	40	15	8
22:4	7,10,13,16-docosatetraenoic	50	16	Inactive
22:6	4,7,10,13,16,19-docosahexenoic	52	Inactive	Inactive

Fatty acids inhibitory to <i>P. l. larvae</i>	Fatty acids inhibitory to <i>M. platon</i>
Undecanoic	undecanoic
homo-γ-linolenic	lauric
capric	myristoleic
7, 10, 13, 16-docosatetraenoic	13, 16, 19-docosatrienoic
13, 16, 19-docosatrienoic	myristic
linolenic	homo-γ-linolenic
linoleic	ricinoleic
myristoleic	ricinelaïdic
lauric	
11, 14-eicosadienoic	
ricinoleic	
13, 16-docosadienoic	
arachidonic	
γ-linolenic	
ricinelaïdic acid	

Fatty acid carbon and double bond number <sup>a</sup>	Fatty acid	Position of double bond <sup>b</sup>	Storage and properties
6:0	n-caproic		room temperature, corrosive
8:0	caprylic		room temperature, corrosive
9:0	nonanoic		0-8°
10:0	capric		room temperature
11:0	undecanoic		room temperature
12:0	lauric		room temperature
13:0	tridecanoic		<0°, desiccate
14:0	myristic		<0°, powder
14:1	myristoleic	9	<0°, light sensitive
16:0	palmitic		room temperature
16:1	palmitoleic	9	<0°
18:0	stearic		0-8°
18:1	petroselinic	6	<0°
18:1	oleic	9	<0°, air/light sensitive
18:1	ricinoleic	9 (12-hydroxy)	<0°, air/light sensitive
18:1	ricinelaïdic	9t (12hydroxy)	<0°
18:2	linoleic	9,12	<0°, air/light sensitive
18:2	linolelaïdic	9t,12t	<0°,air/light sensitive, not fully tested
18:3	linolenic	9,12,15	<0°
18:3	γ-linolenic	6,9,12	<0°, air/light sensitive
20:2	11,14-eicosadienoic		<0°, air/light sensitive, combustible, not fully tested
20:3	homo-γ-linolenic	8,11,14	<0°, air/light sensitive, combustible
20:4	arachidonic	5,8,11,14	<0°,air/moisture sensitive, reactive unstable compound
22:1	brassicic	13t	<0°, air/light sensitive
22:2	13,16-docosadienoic		<0°, air/light sensitive, not fully tested
22:3	13,16,19-docosatrienoic		<0°, air/light sensitive, not fully tested
22:4	7,10,13,16-docosatetraenoic		<0°, air/light sensitive, not fully tested
22:6	4,7,10,13,16,19-docosahexenoic		<0°, air/light sensitive, combustible

<sup>a</sup> The first number is the number of carbons followed by the number of double bonds

<sup>b</sup> All configurations are *cis* unless noted as *trans* (*t*)

### Possibilités d'utilisation

Pour pouvoir utiliser les acides gras dans la prévention et le traitement des maladies bactériennes du couvain (les loques) il est nécessaire de :

- trouver le vecteur adéquat pour ces substances ;
- transporter les ruches malades dans les régions avec une végétation spécifique riche en acides gras à l'activité antibactérienne connue contre l'un ou l'autre des agents pathogènes ;
- alimenter les ruches infectées avec des pollens contenant des concentrations élevées d'acides gras à action antibactérienne contre les agents pathogènes des loques américaine et européenne.

### Les vitamines

- Le pollen fait la preuve d'une bonne source de vitamine C, mais variable en fonction des dates et des types de floraisons.
- On a observé qu'il n'existe aucune relation entre les taux de vitamine C dans le pollen et le niveau d'élevage de couvain.
- Malgré le fait que le pollen contienne des niveaux élevés de vitamine C, seulement une petite quantité est retenue dans les tissus corporels des pré-nymphes et apparemment, les abeilles sont capables de produire cette vitamine. En effet, les pré-nymphes élevées par les abeilles nourries avec une diète sans vitamine C ont eu les mêmes niveaux de vitamine que ceux élevées avec des diètes enrichies en vitamine C.

## Bibliographie

1. Resistance to American foulbrood disease by honey bee colonies *Apis mellifera* bred for hygienic behavior Marla SPIVAK\*, Gary S. REUTER *Apidologie* 32 (2001) 555–565
2. Isolation of a peptide fraction from honeybee royal jelly as a potential antifoulbrood factor - Bíliková K., Gusui W., Simuth J.- *Apidologie* 32 (2001), 275–283
3. Honey bee age-dependent resistance against American foulbrood, Crailsheim K., Riessberger-Gallé U. *Apidologie* 32, 91–103. (2001)
4. Isolation and identification of linoleic acid as an antimicrobial agent from the chalkbrood fungus, *Ascosphaera apis*, Feldlaufer M.F., Lusby W.R., Knox D.A., Shimanuki H. *Apidologie* 24, 89–94. (1993)
5. Gochnauer T.A. (1951) Drugs fight foulbrood disease in bees, *Minn. Home Fam. Sci.* 9, 15
6. Kochansky J., Knox D.A., Feldlaufer M., Pettis J.S. (2001) Screening alternative antibiotics against oxytetracycline-susceptible and -resistant *Paenibacillus* larvae, *Apidologie* 32, 215–222
7. Rose R.O., Briggs J.D. (1969) Resistance to American foulbrood in honey bees. IX. Effects of honey bee larval food on the growth and viability of *Bacillus* larvae, *J. Invertebr. Pathol.* 13, 74–80
8. Your Bees Are What You Feed Them, Charlie Stevens - *Bee Biz* No. 9, February, 1999, pp. 12-14
9. Press Releases Alternative energy carrier - Amino acid as a fuel for honey bees Graz/Vienna (FWF) INRA, EDP Sciences, DIB, AGIB 2003 Free amino acids in the haemolymph of honey bee queens (*Apis mellifera* L.) N. Hrassnigg, B. Leonhard, K. Crailsheim
10. *Apidologie* 32 (2001) 275–283 - Isolation of a peptide fraction from honeybee royal jelly as a potential antifoulbrood factor - Katarína BÍLIKOVÁ\*, Gusui WU, Jozef S LIMÚTH
11. Nectar, miellat, pollen et environnement... P. SCHWEITZER L'abeille de France
12. Slimúth J. (2001) Some properties of the main protein of honeybee (*Apis mellifera* L.) royal jelly, *Apidologie* 32, 69–80
13. Fujiwara S., Imai J., Fujiwara M., Yaeshima T., Kawashima T., Kobayashi K. (1990) A potent antibacterial protein in royal jelly, *J. Biol. Chem.* 265, 11333–11337
14. Hanes J., Slimúth J. (1992) Identification and partial characterization of the major royal jelly protein of the honey bee (*Apis mellifera* L.), *J. Apic. Res.* 31, 22–26
15. Otvos L.J.R. (2000) Antibacterial peptides isolated from insects, *J. Peptide Sci.* 6, 497–511
16. Schägger H., Von Jagow G. (1987) Tricine-sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis for the separation of proteins in the range from 1 to 100 kDa, *Anal. Biochem.* 166, 368–379
17. The flow of jelly within a honeybee colony - Crailsheim, K— *J. Comp. Physiology B.*, 162, 681-689 (1992)
18. Determination and changes of free amino acids in royal jelly during storage - Emanuele Boselli, Maria Fiorenza Caboni, Anna Gloria Sabatini, Gian Luigi Marcazzan and Giovanni Lercker *Apidologie* 34 (2003) 129-137
19. Storage proteins in winter honeybees – G.W.Otis, Wheeler D.E., N.Buck, H.R.Matilla *Apiacta* 38 (2004) 352-357

20. Nourrisment de l'abeille - OPIDA - Michel Bocquet
21. Schmitzová J., Klauđiny J., Albert S I., Schröder W., Schrockengost W., Hanes J., Jůdová J., Slimůth J. (1998) A family of major royal jelly proteins of the honeybee *Apis mellifera* L., *Cell. Mol. Life Sci.* 54, 1020–1030
22. Chen I.C., Chen S.Y. (1995) Changes in protein components and storage stability of royal jelly under various conditions, *Food Chem.* 54, 195–200
23. Casteels P., Ampe Ch., Jacobs F., Tempst P. (1993) Functional and chemical characterization of Hymenoptaecin, an antibacterial polypeptide that is infection-inducible in the honeybee (*Apis mellifera*), *J. Biol. Chem.* 268, 7044–7054
24. Casteels P., Ampe Ch., Jacobs F., Vaeck M., Tempst P. (1989) Apideacins: antibacterial peptides from honeybees, *EMBO J.* 8, 2387–2391
25. DIETZ, A.; LAMBREMONT, E. N. (1970) Caste determination in honey bees. II. Food consumption of individual honey bee larvae determined with <sup>32</sup>P-labelled royal jelly. *Ann. ent. Soc. Am.* 63(5) : 1342-1345
26. BARBIER, M.; BOGDANOFISKY, D. (1961) Isolement et identification du méthylène-24 cholestérol, à partir des larves des reines d'abeilles et de la gelée royale. *C.r. Acad. Sci., Paris* 252 : 3497-3498
27. BROWN, W. H.; FELAUER, E. E.; FREURE, R. J. (1961) Some new components of royal jelly. *Can. J. Chem.* 39 : 1086-1089
28. BUTENDANDT, A.; REMBOLD, H. (1957) Über den Weiselzellenfuttersaft der Honigbiene II. Isolierung, Konstitutionsermittlung und Vorkommen der 10-Hydroxy-A<sup>2</sup>-decaensäure. *Hoppe-Seyler's Z. physiol. Chem.* 308 : 284-289
29. Fatty acids – an alternative control strategy for honeybee diseases - Michael Hornitzky, RIRDC Publication No 03/028 RIRDC Project No DAN-193A
30. Feldlaufer, MF; Lusby, WR, Knox, DA; Shimanuki (1993a) Isolation and identification of linoleic acid as an antimicrobial agent from the chalkbrood fungus, *Ascosphaera apis*. *Apidologie* 24: 89-94
31. Feldlaufer, MF; Knox, DA; Lusby, WR,; Shimanuki (1993b) Antimicrobial activity of fatty acids against *Bacillus* larvae, the causative agent of American foulbrood disease. *Apidologie* 24: 95-99
32. Galbraith, H; Miller, TB; Paton, AM; Thompson, JK (1971) Antibacterial activity of long chain fatty acids and the reversal with calcium, magnesium, ergocalciferol and cholesterol. *Journal of Applied Bacteriology* 34(4): 803-813
33. Kabara, JJ (1978) Fatty acids and derivatives as antimicrobial agents . a review. In: *The Pharmacological Effects of Lipids* (Kabara JJ ed) Am Oil Chem Soc. Champaign, IL
34. Baker, H.G., Baker, I., 1973b. Amino acids in nectar and their evolutionary significance. *Nature* 241, 543–545
35. Barbier, M., 1971. Chemistry and biochemistry of pollens. *Progress Phytochem.* 2, 1–34
36. Le comportement alimentaire de l'abeille domestique vis-à-vis des glucides. A. POUVREAU et R. MARILLEAU Laboratoire de Neurobiologie Comparée des Invertébrés. INRA, C.N.R.S., 91440 Bures-sur-Yvette

37. Le nourrissage des abeilles - François Jeanne OPIDA
38. Nutritive value and apparent digestibility of bee-collected and bee-stored pollen in the stingless bee, *Scaptotrigona postica* Latr. (Hymenoptera, Apidae, Meliponini) Pedro Guilherme FERNANDES-DASILVAa, José Eduardo SERRÃO Apidologie 31 (2000) 39–45
39. Effect of dietary vitamin C levels on the rate of brood production of free-flying and confined colonies of honey bees. E.W. HERBERT Jr. \*, J.T. VANDERSLICE \*\* and D.J. HIGGS, 1986
40. Inspection and Feeding of Larvae by Worker Honey Bees (Hymenoptera: Apidae): Effect of Starvation and Food Quantity –Zhi Jong Huang, G. Otis, Journal of Insect Behavior, vol.4, no.3. 1991