

CHAPITRE VIII

SYSTÈMES EFFICACES DE REPRODUCTION CONSANGUINE CHEZ L'ABEILLE

W. DRESCHER

*Institut für Landwirtschaftliche Zoologie und Bienenkunde,
53 - Bonn, Melbweg, 5, R. F. A.*

L'élevage systématique des abeilles exige dans bien des cas la reproduction consanguine du matériel reproducteur intéressant, pour fixer des caractéristiques désirables, à maintenir dans des combinaisons ultérieures avec des lignées présentant d'autres caractéristiques désirables.

D'une manière très générale, on entend par consanguinité l'accouplement d'individus plus proches parents que ne serait le cas d'un couple moyen d'individus pris au hasard dans une population.

L'accouplement d'individus apparentés donne un degré de consanguinité différent selon le degré de parenté. Le tableau 4 résume les différentes possibilités d'accouplement et indique le degré d'homozygotie qui peut être atteint après plusieurs générations. *Le coefficient de consanguinité* est une expression de l'intensité et de l'ampleur de la consanguinité. Il décrit l'augmentation de l'homozygotie au-delà de la part originelle de locus homozygotes au sein d'une population. Le symbole du coefficient de consanguinité est F . Il indique le degré de probabilité d'identité de descendance de deux gènes alléomorphes d'un individu (ou des deux gamètes dont l'individu est issu), c'est-à-dire la mesure dans laquelle les deux gènes alléomorphes proviennent du même gène d'un ancêtre commun. Un phénomène secondaire fréquent dans la reproduction consanguine d'espèces normalement allogames est *la dépression par consanguinité*. On entend par là un affaiblissement de la phase végétative et reproductive jusqu'*au minimum de consanguinité*. Cette diminution de vitalité est particulièrement forte dans les premières générations consanguines, puis tend à se stabiliser aux abords du minimum de consanguinité. Les causes de cette dépression s'expliquent par le fait que des gènes diminuant la vitalité et des gènes létaux deviennent homozygotes et par l'apparition de génotypes non adaptés. La rupture de systèmes polygènes équilibrés peut aussi être responsable de la diminution de vitalité.

La biologie de la reproduction de l'Abaille procure, du fait de l'origine azygote des

TABLEAU 4
(D'après CROW et ROBERTS, 1950)

Accouplement	Formule d'hétérozygotie	Diminution approximative de l'hétérozygotie par génération (%)	Proportion de locus hétérozygotes dans les générations successives Point de départ proche de .500									
			0	1	2	3	4	5	6	10	16	∞
Rétrocroisement sur un ♂.....	$p = \frac{p'}{2}$	50	.500	.250	.125	.062	.031	.015	.008	.000	.000	0
Mère-Fils.....	$p = \frac{p''}{2}$	29,3	.500	—	.250	—	.125	—	.062	.015	.002	0
Frère-Sœur.....	$p = \frac{p'}{2} + \frac{p''}{4}$	19,1	.500	.375	.312	.250	.203	.164	.133	.057	.016	0
Tante-Neveu.....	$p = \frac{p'}{2} + \frac{p''}{8}$	17,1**	.500	—	.312	—	.219	—	.148	.069	.022	0
Cousins.....	$p = \frac{p'}{2} + \frac{p''}{4} + \frac{p'''}{16}$	13,0**	.500	.406	.359	.312	.271	.236	.206	.118	.051	0
Oncle-Nièce.....	$p = \frac{p''}{4} + \frac{p'''}{8} + \frac{p''''}{8}$	9,6	.500	.438	.375	.359	.320	.285	.262	.175	.095	0
Rétrocroisement sur une ♀.....	$p = \frac{1}{8} + \frac{p'}{2}$	—	.500	.375	.312	.281	.266	.258	.254	.250	.250	.250

* Cette formule est conçue pour une double génération.

** Ces chiffres ne sont valables que dans le cas où on n'utilise qu'un seul ♂ pour l'insémination.

TABLEAU 5
Génération et homozygotie atteintes au moyen de différents systèmes réguliers d'élevages consanguins
 a) en 12 mois ; b) en une saison apicole (15 avril-15 août)

Système d'élevage	Accouplement réel	En douze mois		En une saison apicole (15-4 - 15-8)	
		Génération	Homozygotie (%)	Génération	Homozygotie (%)
Rétrocroisement sur un gamète semblable Autofécondation Frères et Sœurs Mère-Fille Tante-Nièce Grand-mère-Petite-fille	Fille avec son propre père Reine vierge avec son propre fils Tante-Neveu Frère-Sœur Cousines du 1 ^{er} degré Oncle maternel avec nièce Reines successives avec ♂ provenant d'une reine unique	12	100 %	5 (130 J)	98,5 %
		4 7/8	96	2* (130 J)	87,5
Descendants de la partie la plus âgée des parents		4 7/8	86	2* (124 J)	78,1
		9 1/6	86	3 (126 J)	75,0
		9 3/4	76	3 (126 J)	68,8
		12	69	4 (132 J)	68,0
		12	5,0	4 (119 J)	73,4

* Génération double.

mâles, une possibilité exceptionnellement favorable de reproduction consanguine intensive comparativement aux pères et mères normalement diploïdes des autres espèces animales intéressantes sous le rapport de l'élevage. L'ensemble des mâles d'une reine représente le spectre global de ses gènes. De par son tissu testiculaire, chaque mâle est en mesure de multiplier des millions de fois son patrimoine héréditaire, et, si l'on excepte des mutations éventuelles, de le reproduire chaque fois de manière identique.

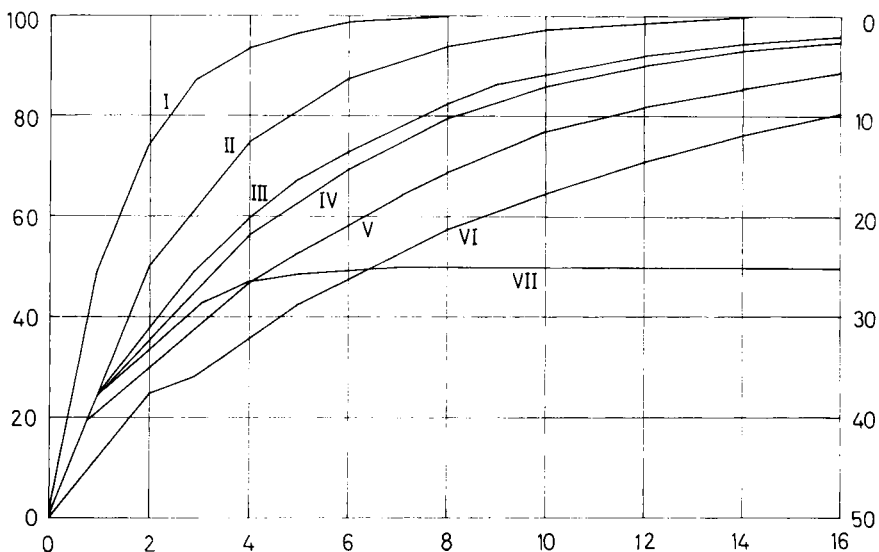


FIG. 30. — Augmentation du degré de consanguinité ou diminution de l'hétérozygotie dans différents systèmes d'accouplement

I : Rétrocroisement avec un mâle ; II : Mère-fils ; III : Frère-sœur ; IV : Tante-neveu ; V : Cousins ; VI : Oncle-nièce ; VII : Rétrocroisement avec une femelle.

Verticalement = p.100 d'homozygotie. Horizontalement = nombre de générations.

On peut donc, pour la représentation de la relation génétique des générations, renoncer à présenter le mâle en pur multiplicateur de patrimoine héréditaire (colonne 1 du tableau 5). Le mâle n'entre en ligne de compte que lorsqu'on fait état du véritable partenaire de copulation (colonne 2 du tableau 5).

La planification des accouplements consanguins ne peut pas tenir compte uniquement du matériel animal disponible : les facteurs de temps et de risque y jouent aussi un rôle. Comme le montre la fig. 30, l'augmentation d'homozygotie au cours des premières générations consanguines est plus marquée pour tous les accouplements. Certains accouplements sont cependant considérablement plus efficaces que d'autres pour l'établissement de l'homozygotie. L'accouplement mère-fils et l'accouplement en rétrocroisement à un gamète ne sont possibles que par recours à l'insémination artificielle, mais leur exécution technique est très aléatoire.

Si de nombreux accouplements procurent en une génération une augmentation considérable de l'homozygotie, la durée de la génération est, en revanche, fort longue, par exemple dans l'accouplement mère-fils. Les colonnes 3 et 4 du tableau 5 donnent un aperçu du nombre possible de générations et du degré d'homozygotie que ce nom-

bre permet d'atteindre. Il est tenu compte dans la colonne 4 des possibilités réelles dans les conditions régnant en Europe centrale.

PROCÉDÉS DE REPRODUCTION CONSANGUINE RECOMMANDABLES

Du fait des risques techniques minimes, les deux accouplements effectifs frère-sœur (système génétique mère-fille) et tante-neveu (système génétique frère-sœur) sont avantageux à pratiquer en combinaison. La démonstration de la mise en œuvre pratique de ce procédé doit se faire dans des conditions chronologiques optimales :

1. Début des opérations d'élevage par l'introduction, vers le 5 avril, d'un rayon bâti en cellules de mâles.
- 2a. Les mâles de la reine hivernée sont disponibles pour l'insémination au 10-5.
- 2b. L'élevage des reines débute le 20-4 avec le matériel d'élevage de la reine hivernée.
3. Insémination artificielle vers le 10-5.
- 4a. Une reine-fille provenant de cet accouplement est élevée aussitôt après que la mère a commencé de pondre. A sa sortie d'alvéole, elle est rendue bourdonneuse par traitement au CO₂. Commencement de la ponte environ 32 jours après l'insémination de la mère. Des mâles mûrs pour l'éjaculation sont disponibles de 35 à 40 jours plus tard (20-25-7).
- 4b. Des reines filles de la reine inséminée le 10-5 doivent pourvoir au remplacement le 3-7. Elles sont accouplées vers le 25-7 avec leurs neveux.

La proportion de locus hétérozygotes a diminué jusqu'à environ 24 p. 100 dans la descendance de ces accouplements, si l'on admet que le matériel de départ comportait environ 50 p. 100 de locus homozygotes.

Inversement, des systèmes d'accouplement comportant, par génération, une augmentation aussi faible que possible du coefficient de consanguinité ont de l'importance pour le travail de sélection créatrice. Ces systèmes s'obtiennent quand on utilise comme reproducteurs plusieurs descendants femelles d'un accouplement, ainsi par exemple cousin et une cousine au 1^{er} degré (ou, mieux encore, au 2^e degré). Le coefficient de consanguinité peut être constamment maintenu faible par les « croisements de rotation » entre lignées séparées.

LEXIQUE

- Albinisme.* Anomalie caractérisée par l'absence héréditaire et générale de pigmentation.
- Allèle* (s). Deux ou plusieurs facteurs génétiques situés au même locus d'une paire de chromosomes.
- Androgynie.* Hermaphrodite à prédominance de caractères sexuels masculins.
- Appariés.* Héritiers des mêmes caractères déterminés par un gène situé sur le même chromosome.
- Chitine.* Substance organique principale de la cuticule (carapace) des insectes et autres Arthropodes (Crustacés, etc.).
- Chromatique.* 1) Relatif aux couleurs. 2) Relatif aux chromosomes.
- Chromosome.* Corps de forme déterminée et en nombre constant dans le noyau de la cellule. Il est le support des facteurs héréditaires.
- Coefficient d'endogamie.* Probabilité d'identité d'origine des deux gènes d'un même locus (v. ce mot).
- Cyclope.* Monstre, au sens biologique, à œil unique.
- Diploïde.* Qui comprend le nombre normal de chromosomes ($2n$).
- Dominant.* Se dit d'un gène qui réalise ses caractères en dominant l'allèle différent porté par l'autre chromosome, au même locus de la paire.
- Endogamie.* Accouplement des membres d'une même souche biologique.
- Épistatique.* Se dit des gènes d'une paire d'allèles qui dominent ou influencent les effets d'autres paires d'allèles.
- Épithélial.* Relatif à l'épithélium, tissu recouvrant les surfaces externes ou internes du corps et des organes. Chez les Insectes ce tissu ne comporte qu'une seule couche de cellules.
- Gamète.* Cellule reproductrice sexuée, possédant la moitié des chromosomes des autres cellules de l'organisme. Elle s'unit à un gamète de sexe opposé pour former l'œuf fécondé.
- Gène.* Unité définie, autoreproductible, de transmission de caractères héréditaires et à laquelle est lié le développement d'un ou de plusieurs caractères héréditaires de l'individu.
- Génotype.* Patrimoine héréditaire d'un individu représentant tous les gènes hérités des parents.
- Gynandromorphe.* Hermaphrodite à prédominance de caractères sexuels féminins.
- Haploïde.* Qui ne comprend qu'un élément de chaque paire de chromosomes (v. à « diploïde »).

- Hémizygote*. Individu issu d'un œuf non fécondé et ne possédant qu'un seul jeu de chromosomes.
- Hématimètre*. Appareil servant à compter et mesurer les globules du sang.
- Hémolymphé*. « Sang », généralement incolore, des insectes.
- Hermaphrodite*. Individu bisexué.
- Hétérozygote*. Individu chez lequel les caractères héréditaires correspondants dans une paire de chromosomes sont différents pour un ou plusieurs locus.
- Homozygote*. Individu chez lequel les caractères héréditaires correspondants dans une paire de chromosomes sont identiques (types purs ou de même hérédité).
- Hypostatique*. Inverse d'épistatique (v. ce mot).
- Létal (facteur)*. Hérédité causant la mort avant l'âge de la reproduction de l'individu qui en est affecté.
- Locus*. Endroit du chromosome où est situé un gène déterminé.
- Mélanisme*. Anomalie consistant en une pigmentation noire ou noirâtre d'un tissu.
- Mosaïqué*. Se dit d'un tissu présentant dans différentes parties des caractères héréditaires différents (par exemple, tissu tantôt blanc et tantôt noir d'un même œil).
- Mutant*. Individu présentant les caractéristiques d'une mutation (v. ce mot).
- Mutation*. Modification soudaine de caractères héréditaires.
- Panmixie*. Participation de tous les individus d'une population à la perpétuation de l'espèce, en l'absence de toute sélection sexuelle.
- Parthénogenèse*. Reproduction sans intervention d'un mâle.
- Péristaltisme*. Mouvements naturels par lesquels un organe achemine son contenu (par exemple, tube digestif, voies génitales).
- Phénotype*. Ensemble des caractères apparents individuels, tant génotypiques (v. ce mot) qu'influencés par ce milieu.
- Polyspermie*. Fécondation par plusieurs spermatozoïdes.
- Récessif*. Inverse de dominant (v. ce mot).
- Semi-létal (facteur)*. Hérédité causant la mort avant l'âge de la reproduction d'au moins 50 p. 100 des individus qui en sont affectés.
- Zygote*. Œuf fécondé, produit par l'union des gamètes.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALBER M. A., 1956. Arbeitsbiensensöhne als Zuchdrohnen. *XVI. Intern. Beekeep. Congr., prelim. Sci. Meet.*
- BAILEY L., 1965. Paralysis of the honey bee, *Apis mellifera* LINNAEUS. *I. Invertebrate Pathol.*, **7**, 167-169.
- BAMRICK J. F., 1964. Resistance to American foulbrood in honey bees. V. Comparative pathogenesis in resistant and susceptible larvae. *J. Insect Pathol.*, **6** (3), 284-304.
- BISHOP G. H., 1920. Fertilization in the honey-bee. I. The male sexual organs: Their histological structure and physiological functioning. II. Disposal of the sexual fluids in the organs of the female. *J. exper. Zool.*, **31** (2), 225-265, 267-286.
- BÖTTCHER F. K., HIRSCHFELDER H., WEISS K., 1967. Die Tätigkeit der Bayerischen Landesanstalt für Bienezucht in Rrlangen. *Imkerfreund*, **22**, 69-77.
- BÖTTCHER F. K., HIRSCHFELDER H., WEISS K., 1966. Die Tätigkeit der Bayerischen Landesanstalt für Bienezucht Erlangen im Jahre 1965. *Imkerfreund*, **21**, 78-87.
- BÖTTCHER F. K., HIRSCHFELDER H., WEISS K., 1965. Die Tätigkeit der Bayerischen Landesanstalt für Bienezucht Erlangen im Jahre 1964. *Imkerfreund*, **20**, 81-88.
- BÖTTCHER F. K., HIRSCHFELDER H., WEISS K., 1964. Die Tätigkeit der Bayerischen Landesanstalt für Bienezucht Erlangen im Jahre 1963. *Imkerfreund*, **19**, 67-74.
- BURNSIDE C. E., 1928. A septicemic condition of adult bees. *J. econ. Entomol.*, **21**, 379-386.
- CALE G. H., JR, GOWEN J. W., 1956. Heterosis in the honey bee (*Apis mellifera* L.). *Genetics*, **41** (2), 292-303.
- CALE G. H., JR, GOWEN J. W., 1964. Gamete-backcross matings in honey bee. *Genetics*, **50** (6), 1443-1446.
- CALE G. H., JR GOWEN J. W., CARLILE W. R., 1963. Pink-eye-color and viability gene in honey bees. *J. Hered.*, **54** (4), 163-166.
- CHAUVIN R., 1950. Sur l'insémination artificielle des reines d'abeille sans appareils compliqués. *Apiculture Sec. Sci.*, **94** (5), 69-74.
- CROW F. J., ROBERTS W., 1950. Inbreeding and Homozygosis in Bees. *Genetics*, **35**, 612-621.
- DREHER K., 1940. Eine neue dominant wirkende Mutation schwarzsuchtung. S. bei der Honigbiene. *Zool. Anz.*, **129** (3,4), 65-79.
- DRESCHER W., 1964. Beobachtung zur unterschiedlichen erblichen Disposition von Zuchtlinien von *Apis mellifica* L. für die Schwartzsucht. *Z. Bienenforch.*, **74** (4), 116-124.
- DRESCHER W., 1968. Die Ausflugsaktivität von Drohnen der Rassen *A. mell. carnica* und *A. mell. ligustica* in Abhängigkeit von Lebensalter und Witterung. *Z. Bienenforsch.* (im Druck).
- DRESCHER W., ROTHENBUHLER W. C., 1963. Gynandromorph production by egg chilling. *J. Hered.*, **54** (5), 195-201.
- DRESCHER W., ROTHENBUHLER W. C., 1964. Sex determination in the honey bee. *J. Hered.*, **55** (3), 90-96.
- FISCHER F., 1965. So hat man Schwarm und Wirtschaftsvolk in der Hand. *Imkerfreund*, **20**, 14-21.
- FLANDERS St. E., 1939. Environmental control of sex in hymenopterous insects. *Ann. entomol. Soc. Amer.*, **32**, 11-26.
- FOTI N., BARAC I., ALEXANDRU V., MIRZA E., 1962. Untersuchungen über die Überwinterung von Weiseln ausserhalb der Traube und ihre Verwendung innerhalb der Produktion. *Arch. Geflügelz. Kleintierz.*, **11**, 340-360.
- FRESNAYE J., 1964. La claustration des mâles destinés à l'insémination artificielle des reines d'abeilles. *Ann. Abeille*, **7**, 55-61.
- FRESNAYE J., 1966. *Cinq années de sélection de l'Abeille noire française*. Stat. Expér. d'Apicult. Montfavet, 1-13.
- FRESNAYE J., 1966. Influence des variations de l'âge de maturité sexuelle chez les reines d'abeilles (*Apis Mellifica*) fécondées par insémination artificielle. *Ann. Abeille*, **9** (3), 237-242.
- FGY W., 1966. Über den Bau und die Funktion der *Valvula vaginalis* der Bienenkönigin (*Apis mellifica* L. *Z. Bienenforsch.*, **8**, 256-266.

- GORBACZAW W. K., 1961. Colonies without drones future beekeeping. *Pszczelarstwo* **12**, 19-21 (Ref. *Bee World*, 754-65).
- HACHINOHE Y., JIMBU M., 1958. Occurrence of the lethal eggs in the honeybee. *Bull. nation. Inst. Agric. Sci., G, Jap.*, **14**, 123-130.
- HACHINOHE Y., KNISHI N., 1953. On the new mutation « Rudimental Wing » in the honey bee (*Apis mellifica* L.). *Bull. nation. Inst. Agric. Sci., G, Jap.* (7), 139-145.
- HACHINOHE Y., TOKUDA Y., 1951. Studies on the artificial insemination of the honey bee. *Bull. nation. Inst. Agric. Sci. G, Jap.*, **1**, 93-100.
- HOWELL D. E., USINGER R. L., 1933. Observations on the flight and length of life of drone bees. *Ann. entomol. Soc., Amer.*, **26**, 239-46.
- HUBER F., 1789/1791. *Neue Beobachtungen an den Bienen*, 2. Ausg., G. Kleine, Einbeck. H. Ehlers 1856.
- JAYCOX E. R., 1960. The effect of drying and various diluents on spermatozoa of the honey bee (*Apis mellifera* L.). *J. econom. Entomol.*, **53** (2), 266-269.
- JAYCOX E. R., 1961. The effects of various foods and temperatures on sexual maturity of drone honeybee. (*Apis mellifera*). *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, **54** (4), 519-523.
- JONES R. L., ROTHENBUHLER W. C., 1964. Behavior genetics of nest cleaning in honey bees. II. Responses of two inbred lines to various amounts of cyanide killed brood. *Animal Behavior*, **12** (4), 584-588.
- JORDAN R., 1960. Die Zucht der Königin ausgehend von Ei. *Bienenwatter.*, **81** (1), 3-7.
- KEPENA L., 1963. Beitrag zur Biologie der Drohnen von Bienen des Stammes « Tatranka ». *XIX Intern Bienezuchter Kongr. Prag.*
- KERR E. W., LAIDLAW H. H., Jr, 1958. General genetics of bees. *Adv. in Genet.*, **8**, 109-153.
- KERR E. W., NILSEN R. A., 1967. Sex determination in bees (Apinae). *J. apic. Res.* **6** (1), 3-9.
- KÖHLER F., 1962. Experimentelle Untersuchungen zur Fertilität des *Receptaculum seminis* mit Hilfe der kunstlichen Besamung. *Bull. Apic. Inform.* **5** (2), 219-226.
- KÖHLER F., 1955. Untersuchungen zum Problem der künstlichen Begattung der Bienenkönigin (*Apis mellifica* L.). *Inaug. Diss. Würzburg.*
- KRASNOPIJEW M. Z., 1950. Sur l'insémination artificielle des reines d'abeilles (en russe) *Pchelovodstvo* **27** (3), 168-169.
- KRASNOPIJEW M. Z., 1951. Staneček dlja iskusstwiennowo osiemienienija pchelinych matok. *Pchelovodstvo* **33** (2), 30-35.
- KURENNOI N. M., 1953. When are drones sexually mature? *Pchelovodstvo* **11**, 28-32.
- KURENNOI N. M., 1954. Flug und sexuelle Reife beim Drohn (russe). *Pchelovodstvo* **12**, 24-28 (Ref. *Bee World*, 36 : S. 160).
- LAIDLAW H. H. JR, 1932. Hand mating of queenbees. *Amer. Bee J.*, **72**, (7) 286.
- LAIDLAW H. H. JR, 1944. Artificial insemination of the queen bee *Apis mellifera* L., *J. Morph.* **74** (3), 429-465.
- LAIDLAW H. H. JR, 1949 a). New instruments for artificial insemination of queen bees. *Amer. Bee J.* **89** (12), 5660567.
- LAIDLAW H. H. JR, 1949 b). Development of precision instruments for artificial insemination of queen bees. *J. econom. Entomol.* **42** (2), 254-261.
- LAIDLAW H. H. JR, 1954. Beekeeping management for the bee breeder. *Amer. Bee J.* **94** (3), 92-95.
- LAIDLAW H. H. JR, 1957. Microsyringe Adapter. *J. econom. Entomol.* **50** (2), 218.
- LAIDLAW H. H., EL BANBY M. A., 1962. Inhibition of yellow body color in the honey bee. *J. Hered.* **53** (4), 171-173.
- LAIDLAW H. H., EL BANBY M. A., TUCKER K. W., 1964. Five new eye-color mutants in the honey bee. *J. Hered.* **55** (5), 207-210.
- LAIDLAW H. H., EL BANBY M. A., TUCKER K. W., 1965 a). Further linkage studies in the honey bee. *J. Hered.* **54** (1), 39-41.
- LAIDLAW H. H., EL BANBY M. A., TUCKER K. W., 1965 b). Three wing mutants of the honey bee. *J. Hered.* **56** (2), 84-88.
- LAIDLAW H. H., GOMES F. P., KERR W. E., 1956. Estimation of the number of lethal alleles in a panmictic population of *Apis mellifera* L. *Genetics* **41** (2), 179-188.
- LAIDLAW H. H., GREEN M. M., KERR W. E., 1953. Genetics of several eye color mutants in the honeybee. *J. Hered.* **44** (6), 246-250.
- LAIDLAW H. H., TUCKER K. W., 1964. Diploid tissue derived from accessory sperm in the honey bee. *Genetics* **50** (6), 1439-1442.
- LAIDLAW H. H., TUCKER K. W., 1965 a). Three mutant eye shapes in honey bees. *J. Hered.* **56** (4), 190-192.
- LAIDLAW H. H., TUCKER K. W., 1965 b). Umber eye-color a new mutant in honey bees. *J. Hered.* **54** (6), 271-272.
- LANDERKIN G. B., KATZNELSON H., 1959. Organisms associated with septicemia in the honey bee, *Apis mellifera*. *Can. J. Microbiol.* **5**, 169-172.

- LENSKY Y., SCHINDLER H., 1967. Motility and reversible inactivation of Honeybee spermatozoa *in vivo* and *in vitro*. *Ann. Abeille* **10**, 5-16.
- LEWIS L. F., ROTHENBUHLER W. C., 1961. Resistance to American foulbrood in honey bees. III. Differential survival of the two kinds of larvae from two-drone matings. *J. Insect. Pathol.* **6** (3), 197-215.
- LOTMAR R., 1936. Anatomische Untersuchungen an Cyclophen-Bienen. *Rev. Suisse. Zool.* **43** (3) 51-72.
- MACKENSEN O., 1943. The occurrence of parthenogenetic females in some strains of honeybees. *J. econom. Entomol.* **36** (3), 465-467.
- MACKENSEN O., 1947. Effect of carbon dioxide on initial oviposition of artificially inseminated and virgin queen bees. *J. econom. Entomol.* **40** (3), 344-349.
- MACKENSEN O., 1948. A new syringe for the artificial insemination of queen bees. *Amer. Bee J.* **88** (8), 412.
- MACKENSEN O., 1951. Self fertilization in the honey bee. *Gleanings in Bee Culture* **79**, 273-275.
- MACKENSEN O., 1951 b). Viability and sex determination in the honey bee (*Apis mellifera* L.) *genetics* **36** (5), 500-509.
- MACKENSEN O., 1954. Some improvements in method and syringe design in artificial insemination of queen bees. *J. econom. Entomol.* **47** (5), 565-586.
- MACKENSEN O., 1955. Further studies on a lethal series in the honey bees. *J. Hered.* **46** (2), 72-74.
- MACKENSEN O., 1955. Experiments in the techniques of artificial insemination of queen bees. *J. econom. Entomol.* **48** (4), 418-420.
- MACKENSEN O., 1958. Linkage studies in the honey bee. *J. Hered.* **49** (3), 99-102.
- MACKENSEN O., 1964. Relation of semen volume to success in artificial insemination of queen honey bees. *J. econom. Entomol.* **57** (4), 581-583.
- MACKENSEN O., NYE W. P., 1966. Selecting and breeding honeybees for collecting alfalfa pollen. *J. apic. Res.* **5** (2), 79-86.
- MACKENSEN O., ROBERTS W. C., 1948. A manual for the artificial insemination of queen bees. *U. S. D. A. Bur. Entomol. and Plant Quar.* ET-250.
- MACKENSEN O., ROBERTS W. C., 1952. Breeding bees. *Yb. Agric., U. S. Dept. Agr.*, 122-131.
- MATHIS M., 1961. Technique pour le maniement et la conservation des faux bourdons en dehors de la ruche. *C. R. Acad. Sci. Paris*, **252**, 4 198-4 200 (Ref. *Bee World*, 538/65).
- McLAIN N. W., 1887. The control of reproduction. Report of experiments in apiculture. In : *Report U. S. comm. Agric.* 1886, 589-591.
- MICHAJLOFF A. S., 1931. Ueber die Vererbung Weissäugigkeit bei Honigbiene. *Z. Indukt. Abstamm. Vererbungsl.* **59**, **2** (3), 190-202.
- MINDT B., 1962. Untersuchungen über das Leben der Drohnen, insbesondere Ernährung und Geschlechtsreife. *Z. Bienenforsch.* **6** (1) 9-33.
- MORIMOTO H., 1963. On the feeding of drone honeybees. *Jap. Bee J.* **16**, 258-263 (Ref. *Bee World*, 578/64).
- MUZALEWSKIJ M. B., KOZLOW D. N., 1933. Unsere Erfolge in der künstlicher Begattung der Bienenköniginnen. *Arch. Bienenkde* **14** (4), 153-179.
- NOLAN W. J., 1932. Breeding the honeybee under controlled conditions. *U. S. Dept. Agr. Tech. Bull.* 326.
- NOLAN W. J., 1937. Improved apparatus for inseminating queen bees by the WATSON method. *J. econom. Entomol.* **30**, 700-705.
- NOVAK A. I., BLUM M. S., TABER S., LIUZZO J. A., 1960. Separation and determination of seminal plasma and sperm aminoacids of the honey bee (*Apis mellifera*). *Ann. Entomol. Soc. Amer.* **63**, 841-843.
- NYE W. P., MACKENSEN O., 1965. Preliminary report on selection and breeding of honeybees for alfalfa pollen collection. *J. apic. Res.* **4** (1), 43-48.
- ÖRTEL E., 1940. Mating flights of queen bees. *Glean. Bee Cult.* **68** (5), 292-293.
- ÖROSI-PAL Z., 1961. Versuche auf dem Gebiet der Königinnenzucht. *Dtsch. Bienenwirtschaft* **12**, 177-181.
- ÖROSI-PAL Z., 1964. Die Eierstöcke der Bienenkönigin nach ihrer Aufzuchtmethode. *Dtsch. Bienenwirtschaft* **15** (11), 225-228.
- PARK O. W., PELLET F. C., PADDOCK F. B., 1937. Disease resistance and American foulbrood. *Amer. Bee J.* **77** (1), 20-25.
- PLASS F., 1953. Inzuchtwirkung und Heterosiseffekt bei der Honigbiene. *Schriftenreihe d. AID* (Godesberg) **66**, 49-68.
- POLHEMUS M. S., LUSH J. L., ROTHENBUHLER W. C., 1950. Mating systems in honeybees. *J. Hered.* **41**, 151-155.
- POLHEMUS M. S., PARK O. W., 1951. Time factors in mating systems for honeybees. *J. econom. Entomol.* **44**, 639-642.
- PRELL H., 1927. Die Künstliche Befruchtung der Bienenköniginnen. *Leipzig. Bienenztg.* **42** (11), 222-230.
- QUINN Ch. W., 1923. Hand-fertilization of queens. *Bee World.* **5** (5), 75.

- ROBERTS W. C., 1946. The performance of the queen. *Amer. Bee J.* **86** (5) 185-186, 211.
- ROBERTS W. C., 1946. The performance of the queen. *Amer. Bee J.* **86** (5) 185-186, 211.
- ROBERTS W. C., 1947. A syringe for artificial insemination of honey-bees. *J. econom. Entomol.* **40** (3), 445.
- ROBERTS W. C., MACKENSEN O., 1951. Breeding improved honeybees. *Amer. Bee J.* **91** (7, 8, 9, 10, 11), 292-294, 328-330, 382-384, 418-421, 473-475.
- ROTHENBUHLER W. C., 1957. Diploid male tissue as new evidence on sex determination in honey bees. *J. hered.* **48** (4), 160-168.
- ROTHENBUHLER W. C., 1958. Genetics and breeding of the honey bee. *Ann. Rev. Entomol.* **3**, 161-180.
- ROTHENBUHLER W. C., 1964 a. Behaviour genetics of nest cleaning in honey bee. IV. Responses of F₁ and backcross generations to disease-killed brood. *Amer. Zoologist* **4**, 111-123.
- ROTHENBUHLER W. C., 1964 b. Behaviour genetics of nest cleaning in honey bees. I. Response of four inbred lines to disease-killed brood. *Animal Behavi.* **12** (4), 578-583.
- ROTHENBUHLER W. C., GOWEN J. W., PARK O. W., 1952 a. Androgenesis with zygogenesis in gynandromorphic honey bees (*Apis mellifera* L.). *Science* **115** (2998), 637-63.
- ROTHENBUHLER W. C., GOWEN J. W., PARK O. W., 1952 b. Five mutant genes in honey bees (*Apis mellifera* L.). *Genetics* **37**, 620.
- ROTHENBUHLER W. C., THOMPSON V. C., 1956. Resistance to American foulbrood in honey bees. I. Differential survival of larvae of different genetic lines. *J. econom. Entomol.* **49** (4), 470-475.
- ROTTER E., 1957. Wem ist das Prioritätsrecht hinsichtlich der künstlichen Besamung der Bienenkönigin zuzusprechen? *Leipzig. Bienenztg.* **71**, (2) 48-50.
- RUTTNER F., 1961 a. Iqsemination mit Sperma von einem einzigen Drohn. *Bee Genetics* **2**, 15.
- RUTTNER F., 1961 b. Leistungsvergleich künstlich besamter und natürlich begatteter Königinnen. *Bee Genetics* **2**, 16.
- RUTTNER F., 1962. Bau und Funktion des peripheren Nervensystems an den Fortpflanzungsorganen der Drohnen. *Ann. Abeille* **5**, 5-58.
- RUTTNER F., 1964. Zur Technik und Anwendung der künstlichen Besamung der Bienenkönigin. *Z. Bienenforsch.* **7**, 25-34.
- RUTTNER F., 1965. Ratschläge zur Zuchttechnik. *Die Biene* **101**, 111-113, 148-150, 174-175.
- RUTTNER F., 1968. Sexualité et reproduction. In CHAUVIN R., *Traité de Biologie de l'Abeille*. **1**, 145-185, Masson et C^{ie}, Paris.
- RUTTNER F., MACKENSEN O., 1952. The genetics of the honeybee. *Bee World*, **33** (4, 5), 53-62, 71-79.
- RUTTNER H., 1968. Eindrücke von einer imkerlichen Reise in die U.S.A. *Allg. Dtsch. Imberzgt.* **2**, 24-27.
- SAVADA Y., CHANG M. C., 1964. Tolerance of honey bee sperm to deep freezing. *J. econom. Entomol.* **57** (6), 891-892.
- SCHASSKOLSKY D. W., 1935. Genetische Analyse der Biene nach der Nachkommenschaft der Arbeitsbiene. *Arch. Bienenkunde* **16**, 1-8.
- SEAL D. W. A., 1961. Storage of queen bees. *N. Z. Beek. pr.* **23**, 24 only (Ref. *Bee World* **43**, 4, 1962).
- SHAFFER G. D., 1917. A study of the factors which govern mating in the honeybee. *Mich. Agr. Coll. Exp. Stn. Techn. Bull.* **34**, 1-19.
- SIMPSON J., 1954. Effect of some anesthetics on honeybees: nitrous oxide, carbon dioxide, ammonium nitrate smoker fumes. *Bee World*, **35**, 149-155.
- SKROBAL D., VESELY VI, HRDY J., 1966. Einleitung zur Diskussion über die Probleme der Drohnen-Sperma-Konservierung. *Intern. Symp. Bee Genetics and Artif. Ins. Bee-queens*, 1-11.
- SMARAGDOWA N. P., 1952. Insémination artificielle des reines d'abeilles (en russe) *Pchelovodstvo*, **29**, (6), 22-27.
- SMIRNOW I. V., 1953. Nouvelles données sur le sperme des mâles. *Pchelovodstvo* **1953** (2), 23-25.
- SNODGRASS R. E., 1956. *Anatomy of the honey bee*. Comstock Publ. Ass. Ithaca.
- STURTEVANT A. P., 1920. A study of the behavior of bees in colonies affected by European foulbrood. *U. S. D. A. Bull.* n° 804.
- STURTEVANT A. P., REVEL I. L., 1953. Reduction of *Bacillus larvae* spores in liquid food of honey bees by action of the honey stopper, and its relation to the development of American foulbrood. *J. econom. Entomol.* **46** (5), 855-860.
- TABER III, S., 1955. Sperm distribution in the spermatheca of multiple mated queen honey bees. *J. econom. Entomol.* **48** (5), 522-525.
- TABER III, S., 1955 a). Evidence of binucleate eggs in the honey bee. *J. Hered.* **44** (4) 156.
- TABER III, S., 1961. Successful shipment of honeybee semen. *Bee World*, **42**, 173-176.
- TABER III, S., BLUM M. S., 1960. Preservation of honey bee semen. *Science* **131** (3 415), 1734-1735.
- THOMPSON V. C., ROTHENBUHLER W. C., 1957. Resistance to American foulbrood in honey bees II. Differential protection of larvae by adults of different genetic lines. *J. econom. Entomol.* **50** (6), 731-737.
- TRYASKO V. V., 1956. Accouplements multiples des reines. *Pchelovodstvo* (1) 50-54.

- TRYASKO V. V., 1959. Ocenka sposoba ruchnowo osiemnienija pchelinych matok. *Pchelovodstvo*, **36** (2), 27-34.
- TRYASKO V. V., 1965. Natural parthenogenesis of honeybee (en russe). *XX^e Congr. Intern. Apiculture*, 356-362.
- TUCKER K. W., 1958. Automictic parthenogenesis in the honey bee. *Genetics* **43** (3), 299-316.
- VESELY Vl. 1961. Towards the problem of artificial insemination of queen bees. *Zoologické Listy* (**10**), 203-210.
- VESELY Vl. 1965. Die zylinderförmig beendete Inseminationsspitze ermöglicht die Künstliche Besamung ohne dass die Sonde gebraucht wird, und die Samenabnahme direkt von den Samenleitern der Drohnen. *XXth Intern. Beekeep. Jub. Congr., Bucharest et Lucrari Scientifice*, 1966, **7** (1), 57-61.
- WATSON L. R., 1927 a. Controlled mating of queen bees. Hamilton, Ill., Condensed in *Amer. Bee J.* **67** (5, 6, 7) 235-236, 300-302, 364-365.
- WATSON L. R., 1927 b. Controlled mating in the honey bee. *Rep. Sta. Apiarist*, Iowa, 36-41.
- WATSON L. R., 1929. New contribution to the technique of instrumental insemination of queenbees. *J. econom. Entomol.* **22**, 944-954.
- WEISS K., 1962. Untersuchungen über die Drohnerzeugung im Bienenvolk. *Arch. Bienenkde* **39**, 1-7.
- WEISS K., 1967. Über den Einfluss verschiedenartiger Weiselwiegen auf die Annahme und das Königinnengewicht in der künstlichen Nachschaffungszucht. *Z. Bienenforschg.* **9**, 121-134.
- WILLE H., PINTER L., 1961. Untersuchungen ueber Bakterielle Septikämie der erwachsenen Honigbiene in der Schweiz. *Bull. Apic. Inform.* **4** (2), 141-180.
- WOLF B. E., 1960. Eine Nachuntersuchung zur Cytologie der Honigbiene (*Apis mellifica* L.) *Zool. Beitr.* **5** (2-3), 373-391.
- WOODROW A. W., 1941. Behavior of honey-bees toward brood infected with American foulbrood. *Amer. Bee J.* **81** (8), 363-366.
- WOODROW A. W., HOLST E. C., 1942. The mechanism of colony resistance to American Foulbrood. *J. econom. Entomol.* **35** (3), 327-330.
- WOODROW A. W., STATES H. J., 1943. Removal of diseased brood in colonies infected with A. F. B. *Amer. Bee J.* **81** (1), 22-23, 26.
- WOYKE J., 1955. Effect of flying on the sexual stimulation of drones (en polonais). *Pszczelarstwo* **6** (5), 1-3.
- WOYKE J., 1955. Effect of flying on the sexual stimulation of drones. *Pszczelarstwo* **6**, 1-3 (Ref. *Bee World*, 38 : 1957, S. 24).
- WOYKE J., 1960. Natural and artificial insemination of queen honey bees (en polonais) *Pszczeln. Zesz. Nauk.* **4** (3-4), 183-275 (Summarized in *Bee World*, 1962, 43, 21-25).
- WOYKE J., 1962 a. The origin of unusual bees (en polonais) *Pszczeln. Zesz. Nauk.* **6** (2), 49-64.
- WOYKE J., 1962 b. Hatchability of « lethal » eggs in a two sex-allele fraternity of honeybee. *J. apic. Res.* **1**, 6-13.
- WOYKE J., 1963. The behaviour of queens inseminated artificially in different manner. *XIX^e Congr. Apimondia*, Prague, 702-703.
- WOYKE J., 1963 a. Contribution of successive drones to the insemination of a queen. *XIXth Intern. Beekeep. Congr. Prague* 124-125.
- WOYKE J., 1963 b. Drone larvae from fertilized eggs of the honeybee. *J. apic. Res.* **2** (1), 19-24.
- WOYKE J., 1963 c. What happens to diploid drone larvae in a honeybee colony? *J. apic. Res.* **2** (2), 73-75.
- WOYKE J., 1963 d. Rearing and viability of diploid drone larvae. *J. apic. Res.* **2** (2), 77-84.
- WOYKE J., 1965 a. Genetic proof of the origin of drones from fertilized eggs of the honeybee. *J. apic. Res.* **4** (1), 7-11.
- WOYKE J., 1965 b. Study on the comparative viability of diploid and haploid larval drone honeybees. *J. apic. Res.* **4** (1), 12-16.
- WOYKE J., 1967. Rearing conditions and the number of sperms reaching the queens spermatheca. *XXIst Intern. Apic. Congr.*, College Park, 89.
- WOYKE J., ADAMSKA Z., 1965. Genetic evidence of biparental origin of adult honey bee drones. *Bull. Acad. pol. Sci.*, **5**, **14** (1), 73-74.
- WOYKE J., KNYTEL A., BERGANDY K., 1966. The presence of spermatozoa in eggs as proof that drones can develop from inseminated eggs of the honeybee. *J. apic. Res.* **5** (2), 71-78.
- WOYKE J., KNYTEL A., 1966. The chromosome number as proof that drones can arise from fertilized eggs of the honeybee. *J. apic. Res.* **5** (3) 149, 149-154.
- WOYKE J., RUTTNER F., 1958. An anatomical study of the mating process in the honeybee. *Bee World* **39**, 3-18.
- ZANDER E., 1951. *Der Bau der Biene*. E. Ulmer, Stuttgart.