

DIE AUTOGAMIE BEI DEN HONIGBIENEN

K. CERMÁK

Institut für Bienenforschung Dol, Königinnenzuchtstelle Zubří,
75654 Zubří, TSCHECHISCHE REPUBLIK
e-mail: beestn.rubri@tiscali.cz

Resümee

Die Autogamie ist die außerordentliche Fähigkeit, im Laufe von nur einigen Generationen hochhomozygote Bienen zu erhalten. Der Hybridisierungskoeffizient (F) beträgt in der ersten Autogamie-Generation $F = 0,5$, in der zweiten $F = 0,75$ ($3/4$), in der dritten $F = 0,875$ ($7/8$) usw. In der Natur ist die autogame Paarung der Bienenkönigin unmöglich. Sie erfolgt nur mithilfe des Züchters, der die Besamungstechnik verwendet. Die Autogamie führt zu ausgeprägten genetischen Verhältnissen zwischen den Arbeiterinnen eines Bienenvolkes. In der ersten Autogamie-Generation ist der Prozentsatz des Verhältnisses zwischen den Bienen, die von zwei Drohnen, Nachkommen der gleichen Bienenkönigin (Vollschwestern), stammen, $R = 0,6667$ ($2/3$). Das heißt, daß der Durchschnittswert des R -Koeffizienten im Rahmen des autogamen Bienenvolkes zwischen $2/3$ und $5/6$ variiert, abhängig von der Zahl der bei der Besamung verwendeten Drohnen. Zum Vergleich: zwischen gewöhnlichen Superschwestern ist $R = 0,75$, zwischen gewöhnlichen Vollschwestern $R = 0,5$. Die Formeln für das Berechnen der R -Werte wurden nicht nur für die erwähnten Situationen aufgestellt, sondern im allgemeinen für jedwelchen Fall, in welchem das Pedigree von zwei verwandten Individuen einen autogamen Vorfahren enthielt.

Einleitung

Die Autogamie oder die Selbstbefruchtung stellt eine außergewöhnliche Paarungsart der Tiere dar. Der Hermaphroditcharakter der Honigbiene erlaubt die autogame Besamung der Bienenkönigin. Die Autogamie kommt bei den Honigbienen in der Natur nicht vor, kann aber durch einen Züchter anhand der Technik der künstlichen Besamung erfolgen. Die Autogamie führt zum schnellen Ansteigen der Inzucht und der Homozygotierate. In manchen Fällen ist in der Zucht der Honigbienen die schnelle Erhaltung von hoch homozygoten Bienen ein nützliches Merkmal.

Material und Methode

Eine während aufeinanderfolgenden Generationen unternommene Autogamie führt zu folgenden Werten der Inzuchtkoeffizienten (F): $1/2$, $3/4$, $7/8$, $15/16$, $31/32$ usw. (LAIDLAW und PAGE, 1986). Diese Werte sind sowohl bei den diploiden als auch den haplo-diploiden Organismen identisch.

Die Ableitung der Werte der Verhältniskoeffizienten (R) zwischen den autogamen Bienenschwestern ist aber viel komplizierter. Es können die von LAIDLAW und PAGE (1986) aufgestellten grundlegenden Formeln verwendet werden, doch mit Veränderungen. Spezifisch für die autogamen Bienen ist, daß sich sowohl Mutter als auch Vater im selben Individuum wiederfinden. LAIDLAW und PAGE (1986) bringen die Errechnungsregeln für F und R bei den haplo-diploiden Honigbienen aufgrund der Analyse ihrer Herkunft.

Der Drohn wird nicht als Männchen betrachtet, sondern als Ergebnis der Polyandrie der Bienenkönigin und der Parthenogenese des Drohns, also ist Drohn/Bienenkönigin der genetische Vater. Folglich kann die Bienenkönigin sowohl Mutter als auch Vater derselben Biene sein. Zwei Bienenschwester könnten die Töchter des gleichen Drohns sein, wenn zwei Eier von zwei genetisch identischen Spermatozoiden besamt werden. Die Bienen werden Superschwestern genannt und ihr genetisches Verhältnis ist $R = 0,75$. Erfolgt die Besamung der Bienenkönigin mit dem Sperma mehrerer Drohnen, die von der gleichen Bienenkönigin abstammen, dann sind gewisse Bienenschwester Töchter von zwei Drohnen. Diese Bienen sind normale oder Vollschwestern und ihr genetisches Verhältnis ist $R = 0,50$.

Gemäß BIENEFELD (1988) kann der durchschnittliche Verhältniskoeffizient (R) eines Bienenvolkes durch die Bewertung der Frequenz der Super- und der Vollschwestern aus der Nachkommenschaft einer Bienenkönigin bestimmt werden.

Ergebnisse und Diskussionen

Abb.1 ist eine Darstellung des Verhältnisses zweier autogamer Bienenköniginnen, B1 und B2, die aus der gleichen Paarung stammen. Mutter und Vater ist das gleiche Individuum (Bienenkönigin), folglich ist $FB_1 = FB_2 = 0,5$. Vier genetische Verbindungen sind für das Errechnen des R -Wertes gültig: Mutter von B1 – Mutter von B2, Mutter von B1 – Vater von B2, Vater von B1 – Mutter von B2, Vater von B1 – Vater von B2. Die Zahl der Bahnen einer genetischen Verbindung wird als r etikettiert.

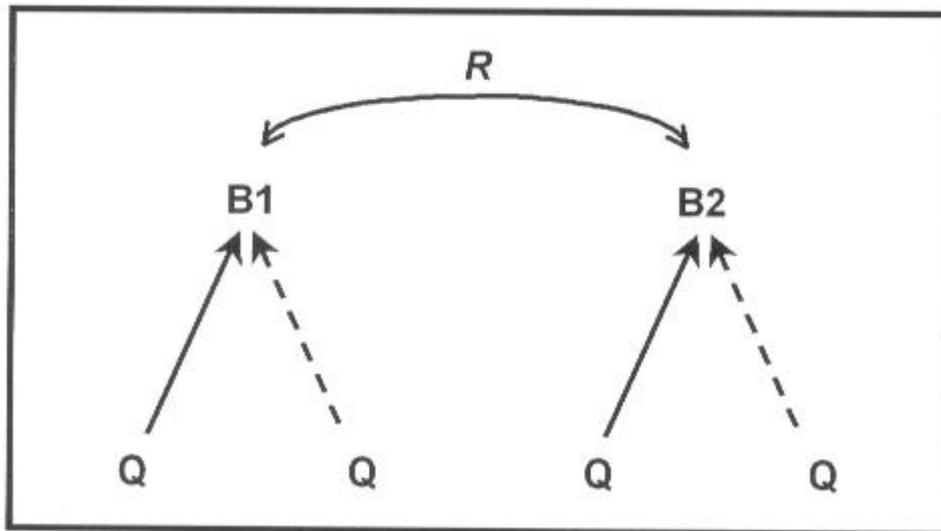


Abb.1 – Der Verhältniskoeffizient R zweier autogamer Bienen
Die ununterbrochene Linie stellt die Bahn Mutter – Tochter, die punktierte Linie Vater – Tochter dar.

Autogame Schwester, die von zwei Drohnen abstammen

Jede der vier genetischen Verbindungen (Abb.1) besteht aus zwei Bahnen ($r = 2$), jede Bahn mit einem Wert von 0,5. Folglich hat jede genetische Verbindung einen Wert von 0,52.

Wenn die Bienenkönigin Q nicht ingezüchtet ist ($F_Q = 0$), ist R:

$$R_{B1,B2} = \frac{4 \times 0.5^2}{\sqrt{(1 + F_{B1}) \times (1 + F_{B2})}} = \frac{1}{1.5} = \frac{2}{3} = 0.6667 \quad (1)$$

Ist die Bienenkönigin Q ingezüchtet ($F_Q > 0$), $F_{B1} = F_{B2} = 0,5 \times (1 + F_Q)$, dann ist R:

$$R_{B1,B2} = \frac{4 \times 0.5^2 \times (1 + F_Q)}{\sqrt{(1 + F_{B1}) \times (1 + F_{B2})}} = \frac{2 + 2 \times F_Q}{3 + F_Q} \quad (2)$$

Autogame Schwester, die vom gleichen Drohn abstammen (aus zwei genetisch identischen Spermatozoiden)

Die genetische Verbindung Vater von B1 – Vater von B2 besteht aus zwei Bahnen, jede mit einem Wert von 0,5. Das heißt, daß 0,5 in die Formel dieser Verbindung aufgenommen ist. Die anderen drei genetischen Verbindungen haben den Wert 0,52.

Wenn die Bienenkönigin Q nicht ingezüchtet ist ($F_Q = 0$), ist R:

$$R_{B1,B2} = \frac{3 \times 0.5^2 + 0.5}{\sqrt{(1 + F_{B1}) \times (1 + F_{B2})}} = \frac{1.25}{1.5} = \frac{5}{6} = 0.8333 \quad (3)$$

Ist die Bienenkönigin Q ingezüchtet ($F_Q > 0$), $F_{B1} = F_{B2} = 0,5 \times (1 + F_Q)$, dann ist der Wert von F in die Formel nicht aufgenommen, da der diploide Drohn den Vater darstellt, folglich ist $F = 0$ und R ist:

$$R_{B1,B2} = \frac{3 \times 0.5^2 \times (1 + F_Q) + 0.5}{\sqrt{(1 + F_{B1}) \times (1 + F_{B2})}} = \frac{5 + 3 \times F_Q}{6 + 2 \times F_Q} \quad (4)$$

Durchschnittliches Verhältnis in einem Bienenvolk mit autogam besamter Bienenkönigin

Der durchschnittliche Wert von R wird durch das Wägen der Formeln (1) und (3) im Falle von $F_Q = 0$ oder der Formeln (2) und (4) im Falle von $F_Q > 0$ mit den Frequenzen der Drohnenunterfamilien eines Bienenvolkes (d) errechnet. Es wird vermutet, daß die Größe einer einzelnen Unterfamilie die gleiche ist.

Wenn $F_Q = 0$

$$R = \left(\frac{d-1}{d} \times \frac{2}{3} \right) + \left(\frac{1}{d} \times \frac{5}{6} \right) \quad (5)$$

Wenn $F_Q > 0$

$$R = \left(\frac{d-1}{d} \times \frac{2+2 \times F_Q}{3+F_Q} \right) + \left(\frac{1}{d} \times \frac{5+3 \times F_Q}{6+2 \times F_Q} \right) \quad (6)$$

Die allgemeine Formel ist:

$$R = \frac{4 \times 0.5^r \times (1 + F_Q) \times (d-1)/d + 0.5^r \times (5 + 3 \times F_Q)/d}{\sqrt{(1 + F_{B1}) \times (1 + F_{B2})}} \quad (7)$$

L I T E R A T U R

BIENEFELD K. (1988) Vererbung von Leistungseigenschaften bei der Honigbiene. Dissertation. Univ. München, 159 pp.
 LAIDLAW H.H., PAGE R.E. (1986) Mating systems. In: Bee Genetics and Breeding, Academic Press Inc., ed. T. E. Rinderer, pp. 323-344