

САМООПЛОДОТВОРЕНИЕ МЕДОНОСНОЙ ПЧЕЛЫ

К. ЧЕРМАК, ЧЕШСКАЯ РЕСПУБЛИКА

К. ČERMAK

Bee Research Institute Dol, Bee Breeding Stn. Zubri, CZ-75654 Zubri, CZECH REPUBLIC

E-mail: beestn.zubri@tiscali.cz

Аннотация

Самооплодотворение является превосходной возможностью получать высокозиготных пчел лишь в течение нескольких поколений. Коэффициент кровнородства (F) отмечается в первом поколении самооплодотворения, $F = 0,5$ во втором, $F = 0,75$ ($3/4$) в третьем, $F = 0,875$ ($7/8$) и т.д. Самооплодотворение матки невозможно в природных условиях, а только под наблюдением матководов при использовании техники инструментального осеменения. Самооплодотворение ведет к высоко генетическим отношениям между рабочими пчелами семьи. Коэффициент отношения устанавливается в первом поколении самооплодотворением между пчелами, происходящими от одного и того же трутня (сверхсестры), $R = 0,8333$ ($5/6$), а также между пчелами двух трутней и одной матки (целые сестры), $R = 0,6667$ ($2/3$). Таким образом, среднее значение R внутри самооплодотворенной семьи варьирует от $2/3$ до $5/6$, в зависимости от числа трутней, осеменяющих матку. Для сравнения, между сверхсестрами $R = 0,75$, а целыми - $R = 0,5$. Формулы для определения значений R функциональны не только для указанных примеров, но и для случаев, когда самооплодотворенный предшественник отмечается в происхождении двух родственных особей.

Введение

Самооплодотворение – особый тип спаривания животных. Гермафродитный характер пчелы делает возможным самооплодотворение матки. Самооплодотворение медоносной пчелы не встречается в природе, а только под наблюдением матководов, который применяет технику инструментального осеменения. Самооплодотворение ведет к быстрому повышению кровнородства и нормы гомозиготности. Быстрое получение высокогомозиготных пчел может быть полезным, в ряде случаев, для разведения медоносных пчел.

Материал и методика

Самооплодотворение в течение нескольких последовательных поколений ведет к получению следующих значений коэффициентов кровнородства (F): $1/2$, $3/4$, $7/8$, $15/16$, $31/32$ и т.д. (ЛЕЙДЛОУ и ПЕДЖ, 1986); эти значения идентичны как у диплоидных, так и у гаплоидных организмов. Отклонение значений коэффициентов R между самооплодотворенными пчелами сестрами является более комплексным. Можно использовать основные формулы ЛЕЙДЛОУ и ПЕДЖА (1986), но их надо модифицировать. Для самооплодотворенных пчел специфично, чтобы мать и отец нашлись в той же особи. ЛЕЙДЛОУ и ПЕДЖ (1986) представляют также правила исчисления F и R у гаплоидных медоносных пчел путем анализирования их происхождения.

Трутня не считают самцом: как результат полиандрии (многомужия) матки и партеногенеза трутня, трутень-матка является генетическим отцом. Следовательно, матка может быть как матерью, так и отцом одной пчелы. Две пчелы сестры могут быть дочерями того же трутня, когда два яйца оплодотворены двумя идентичными с генетической точки зрения сперматозоидами. Пчел называют сверхсестрами, а их генетическое отношение – $R = 0,75$. В случае, если матка осеменена спермой, более чем от одного трутня одной и той же матки, определенные пчелы сестры являются дочерями двух трутней. Это нормальные сестры, а их генетическое отношение составляет $R = 0,50$.

Если учитывать подход к этому вопросу БИНЕФЕЛЬДА (1988), средний коэффициент отношения R в одной семье можно выражать оценением частоты сверхсестер и нормальных сестер в потомстве матки.

Результаты и дискуссии

Отношение между двумя самооплодотворенными пчелами $B1$ и $B2$, происходящими от того же спаривания представлено на рис. 1. Мать и отец – одна и та же особь (матка), следовательно, $FB1 = FB2 = 0,5$. Четыре генетические связи действительны для определения значения R : мать $B1$ – мать $B2$, мать $B1$ – отец $B2$, отец $B1$ – мать $B2$, отец $B1$ – отец $B2$. Число путей генетической связи назначена как g .

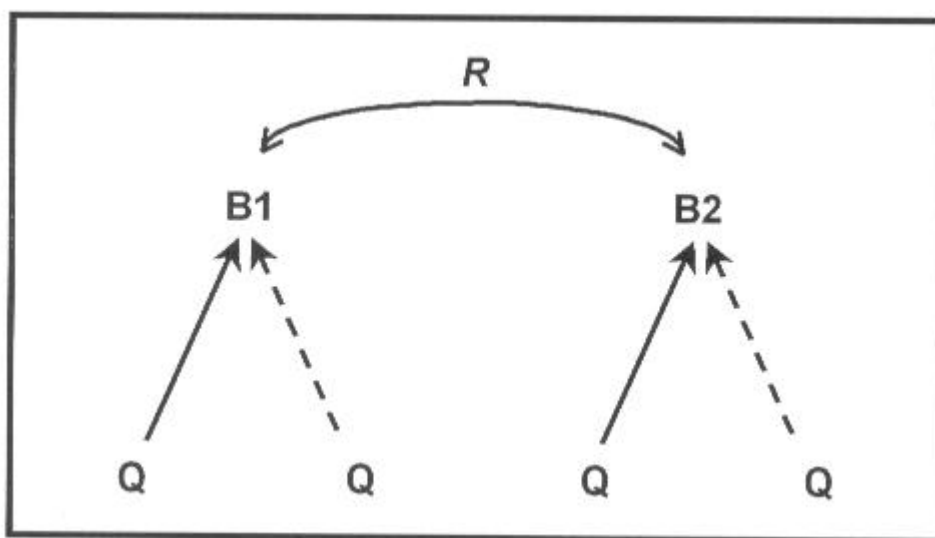


Рис. 1. Коэффициент отношения R двух самоосемененных пчел. Непрерывная линия представляет путь от матери к дочери, а пунктирная – путь от отца к дочери

Самооплодотворенные сестры от двух трутней

Каждая из четырех генетических связей (Рис. 1) состоит из двух путей ($r=2$), каждый путь имея значение 0,5. Следовательно, каждая генетическая связь имеет значение 0,52. В случае, если матка Q не является кровородственной ($F_Q = 0$), R является:

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

В случае, если матка Q является кровородственной ($F_Q > 0$), $F_{B1} = F_{B2} = 0.5 \times (1 + F_Q)$, а R:

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

Самооплодотворенные сестры от одного трутня (из двух генетически идентичных сперматозоидов)

Генетическая связь отец B1 – отец B2 состоит из двух путей, каждый из них со значением 0,5. Остальные три генетические связи имеют значение 0,52. В случае, если матка Q не является некровородственной ($F_Q > 0$), R представляется как:

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

В случае, если матка Q является кровородственной ($F_Q > 0$), $F_{B1} = F_{B2} = 0.5 \times (1 + F_Q)$. Так как диплоидный трутень представляет отца, значение F не находится в формуле; у этого трутня $F = 0$. Так, R:

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

Среднее отношение внутри семьи инструментально осемененной матки

Среднее значение R получается с помощью формул 1 и 3, в случае, если $F_Q=0$, или формул 2 и 4, если $F_Q>0$, с частотой подсемей трутней семьи (d). Предполагается, что размер подсемей был одинаковым.

Если $F_Q=0$:

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

Если $F_Q>0$:

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

Общая формула:

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

ЛИТЕРАТУРА

Bienenfeld 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