

AUTOGAMIE U VČELY MEDONOSNÉ

Čermák Květoslav

Výzkumný ústav včelařský Dol, Pokusný včelín Zubří, 756 54 Zubří, Česká Republika
beestn.zubri@tiscali.cz

Souhrn

Autogamie je výjimečnou možností, jak získat vysoce homozygotní včely během několika generací. Koeficient inbrídingu (F) je v první generaci autogamie $F=0,5$, ve druhé generaci $F=0,75$ ($3/4$), ve třetí generaci $F=0,875$ ($7/8$), atd. Autogamní páření včelí matky není možné v přírodě, ale pouze přičiněním chovatele za použití technické inseminace matky. Autogamie vede k vysokým příbuznostem mezi včelami - dělnicemi ve včelstvu. Koeficient příbuznosti je v první generaci autogamie mezi včelami po tomtéž trubci (supersestry) $R=0,8333$ ($5/6$) a mezi včelami po dvou trubcích od téže matky (úplné sestry) $R=0,6667$ ($2/3$). Průměrná hodnota R uvnitř autogamního včelstva tedy leží mezi $2/3$ a $5/6$ v závislosti na počtu inseminovaných trubců. Pro srovnání - mezi obyčejnými supersestrami $R=0,75$ a mezi obyčejnými úplnými sestrami $R=0,5$. Odvozeny jsou vzorce pro výpočet hodnot R nejen pro uvedené situace, ale obecně pro jakoukoliv situaci, kdy se v rodokmenu dvou příbuzných jedinců vyskytuje autogamní předek.

Úvod

Hermafroditická povaha včely medonosné umožňuje autogamické osemenění včelí matky. Za samce se nepovažuje trubec, ale v důsledku polyandrie matek a partenogeneze trubců je genetickým otcem matka trubců. Proto včelí matka může být zároveň mámou i otcem. Autogamie u včel neprobíhá v přírodě, je možná pouze přičiněním chovatele a za použití umělé inseminace matky. Autogamie vede k rychlému nárůstu míry inbrídingu a s tím míry homozygotnosti včel. Rychlé získání vysoce homozygotních včel může být žádoucí při šlechtění včel ve speciálních případech.

Materiál a metody

Autogamie u včel je možná jen při umělé inseminaci matky. Při autogamii v několika generacích po sobě hodnoty F tvoří řadu: $1/2$, $3/4$, $7/8$, $15/16$, $31/32$ atd. (např. LAIDLAW and PAGE, 1986) a jsou stejné u diploidních i haplo-diploidních organismů (včela m.).

Složitější je výpočet R mezi včelami – sestrami vzniklými autogamií. Jako výchozí lze použít základní vzorec podle LAIDLAW and PAGE (1986). Pro výpočet R mezi autogamními včelami je specifické, že máma je totožná s otcem. LAIDLAW and PAGE (1986) uvádějí také pravidla pro výpočet F i R u haplo-diploidní včely medonosné z rodokmenu.

Za otce včel se považuje matka trubců. Avšak dvě včely – sestry mohou mít za otce téhož trubce, když dvě vajíčka jsou oplozena dvěma geneticky identickými spermii. Jsou tzv. supersestry s genetickou podobností $R=0,75$. V případě, že matka byla inseminována spermatem více než 1 trubce od stejné matky, budou mít některé dvojice včel – sester za otce dva trubce. Jsou to normální - úplné sestry s genet. podobností $R=0,50$. S použitím konceptu BIENEFELD (1988) lze vypočítat průměrný R ve včelstvu vážením pravděpodobností výskytu supersester a úplných sester v potomstvu matky.

Výsledky a diskuse

R mezi dvěma autogamními včelami B1 a B2 z téhož páření je znázorněno na obr. 1. Protože máma a otec je tentýž jedinec (matka), platí, že $F_{B1} = F_{B2} = 0,5$. Pro výpočet R jsou platná 4 genetická spojení: máma B1 – máma B2, máma B1 – otec B2, otec B1 – máma B2, otec B1 – otec B2. Počet úseků na genetickém spojení se označuje r .

Autogamní sestry po 2 trubcích

Každé ze 4 genetických spojení (obr. 1) je tvořeno 2 úseky ($r=2$) o hodnotě 0,5, proto každé spojení má hodnotu $0,5^2$.

Pokud matka Q není inbred ($F_Q=0$), R se vypočte:

$$R_{B1,B2} = \frac{4 \times 0,5^2}{\sqrt{(1 + F_{B1}) \times (1 + F_{B2})}} = \frac{1}{1,5} = \frac{2}{3} = 0,6667 \quad (1)$$

V případě, že matka Q je inbred ($F_Q > 0$), platí $F_{B1} = F_{B2} = 0,5 \times (1 + F_Q)$ a R bude:

$$R_{B1,B2} = \frac{4 \times 0,5^2 \times (1 + F_Q)}{\sqrt{(1 + F_{B1}) \times (1 + F_{B2})}} = \frac{2 + 2 \times F_Q}{3 + F_Q} \quad (2)$$

Autogamní sestry po tomtéž trubci (ze dvou geneticky identických spermií)

Genetické spojení otec B1 – otec B2 je v tomto případě tvořeno 2 úseky o hodnotě $\sqrt{0,5}$, proto se ve vzorci místo $(\sqrt{0,5})^2$ bude psát 0,5. Ostatní 3 genetická spojení mají stejnou hodnotu jako v předchozím případě.

Pokud matka Q není inbred ($F_Q=0$), R se vypočte:

$$R_{B1,B2} = \frac{3 \times 0,5^2 + 0,5}{\sqrt{(1 + F_{B1}) \times (1 + F_{B2})}} = \frac{1,25}{1,5} = \frac{5}{6} = 0,8333 \quad (3)$$

V případě, že matka Q je inbred ($F_Q > 0$), platí $F_{B1} = F_{B2} = 0,5 \times (1 + F_Q)$. Protože otcem je haploidní trubec, jeho F nevstupuje do výpočtu, $F_{trubce} = 0$. Tedy R bude:

$$R_{B1,B2} = \frac{3 \times 0,5^2 \times (1 + F_Q) + 0,5}{\sqrt{(1 + F_{B1}) \times (1 + F_{B2})}} = \frac{5 + 3 \times F_Q}{6 + 2 \times F_Q} \quad (4)$$

Průměrná příbuznost ve včelstvu autogamicky osemeněné matky

Průměrná hodnota R se vypočte vážením vzorců (1) a (3) pokud $F_Q=0$, nebo vzorců (2) a (4) pokud $F_Q > 0$ četností podrodin ve včelstvu po trubcích (d) za předpokladu stejné velikosti jednotlivých podrodin:

Pokud $F_Q=0$:

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

Pokud $F_Q > 0$:

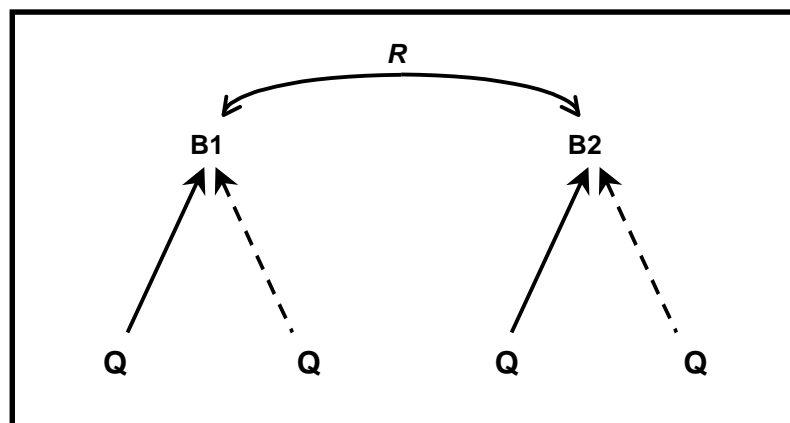
$$R = \left(\frac{d-1}{d} \times \frac{2+2 \times F_Q}{3+F_Q} \right) + \left(\frac{1}{d} \times \frac{5+3 \times F_Q}{6+2 \times F_Q} \right) \quad (6)$$

Obecný vzorec:

$$R = \frac{4 \times 0,5^r \times (1 + F_Q) \times (d-1)/d + 0,5^r \times (5 + 3 \times F_Q)/d}{\sqrt{(1 + F_{B1}) \times (1 + F_{B2})}} \quad (7)$$

Literatura

- 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



Obr. 1 *Koeficient příbuznosti R mezi dvěmi autogamními včelami.
 Plná čára představuje úsek mezi mámou a dcerou,
 přerušovaná čára úsek mezi otcem a dcerou.*