

JY1. Meiosen i djurceller

Förklara meiosen i djurceller (24p). Hur sker kromosomuppsättningsmutationer under meiosen? (12p). Klarhet och logik (4p).

Svar:

Meiosens I delning eller reduktionsdelning:

-Först fördubblas DNA (1p) i gametens stamcell (2n);

-de homologa kromosomerna ställer sig intill varandra (konjugerar)(3p);

-de homologa kromosomerna är fast i varandra på flera ställen (kiasma) och kromosomerna kan byta delar med varandra (rekombination/ överkorsning / crossing over) (4p), dvs. alleler / gener från olika homologa kromosomer kan nedärvas tillsammans (2p).

De homologa kromosomerna placerar sig slumpmässigt i cellens ekvatorialplan och kärnspolen drar dem till motsatta poler (mendelistisk rekombination)(2p)

Efter meiosens I delning har det uppkommit två haploida (n) dotterceller (1p). DNA förblir fördubblat (1p). I djurceller är följande ett mellanskede, i växtceller fortsätter meiosen oavbrutet (1p).

Meiosens II delning:

Kromosomerna ställer sig en och en i ekvatorialplanet, som i mitosen, kärnspolen drar systerkromatiderna ifrån varandra (3p). I slutet bildas kärnan (1p). Efter meiosens II delning har det bildats 4 haploida (n) könsceller (2p). Meiosen ökar den genetiska variationen (3p).

Kromosomuppsättningsmutationer:

Mutationer sker under meiosen om meiosens reduktionsdelning inte fungerar som den ska och de homologa kromosomerna inte skiljs åt. Då får hälften av cellerna efter meiosen 2 st av samma kromosom och hälften saknar ifrågavarande kromosom helt och hållet (2p), följden är aneuploidi, t.ex. trisomi 21 (eller andra syndrom) (1p). Monosomier är sällsynta (1p).

Polyploidier är större kromosomuppsättningsmutationer (hela kromosomuppsättningar är flera än två, t.ex. 3n, 4n) (3p). Då fungerar inte meiosens reduktionsdelning alls (2p). Polyploidi är sällsynt i djurceller, för det kan påverka förökningen. Tetraploida (då 2n kromosomuppsättningen har fördubblats) djur kan möjligen föröka sig normalt och hos en del ryggradsdjur har detta skett under evolutionen (2p). Polyploidi är vanligt hos växter (1p).

Uppgift 2

DEN EKOLOGISKA BETYDELSEN AV INVASIVA ARTER

Agapaddan (*Rhinella marina*) är ett groddjur från Amerika som år 1935 infördes till nordöstra Australien för att bekämpa skadedjur på sockerrörsodlingar. Agapaddan spred sig snabbt i Australien (bild 1). Den är dödligt giftig för de flesta rovdjur som äter groddjur.

1. Agapaddans spridning till nya livsmiljöer har orsakat betydande förändringar i lokala artsamhällen. I bild 2 visas populationsutvecklingen hos två varanarter (*Varanus mitchelli* och *V. mertensi*) som äter groddjur samt häckningsframgången hos blodastrilden (*Neochmia phaeton*), en fågel som varanerna också äter, under den tid då agapaddan spridit sig. Blodastrilden är en fröätare vars häckningsframgång nästan uteslutande bestäms av varanernas predationstryck.

1a. På vilket sätt förändrades varanernas och blodastrildens populationer när agapaddan spred sig till området? Varför förändrades populationerna på det här sättet?

1b. Vilka förändringar kan man förvänta sig på konsumenternas nivåer i näringsväven när agapaddan sprider sig till ett nytt område?

2. Paddorna rör sig vanligtvis inte väldigt aktivt men hos agapaddorna i Australien har en variant som kan sprida sig väldigt fort utvecklats. Det har lett till att arten kan sprida sig tiotals kilometer per år. Forskare mätte benlängden i förhållande till kroppsvikten hos agapaddor i olika områden dit paddpopulationen hade anlänt vid olika tider (bild 3A). De undersökte också säsongsvariationen i hanarnas testiklars vikt i förhållande till kroppsvikten i det område dit paddorna först infördes, samt i två områden dit paddorna nyligen hade spridit sig (bild 3B, områdena i bild 1).

Hur skiljer sig egenskaperna hos paddorna i kärnområdet jämfört med på spridningsfronterna? Vilka faktorer kan förklara dessa skillnader?

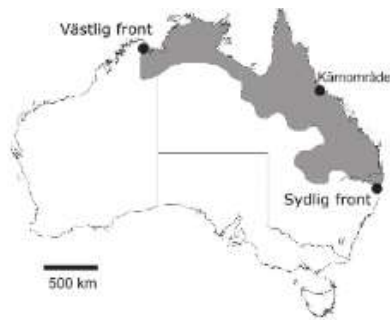


Bild 1: Det ursprungliga området där agapaddan infördes (kärnområde) och i grått agapaddans nuvarande utbredningsområde.

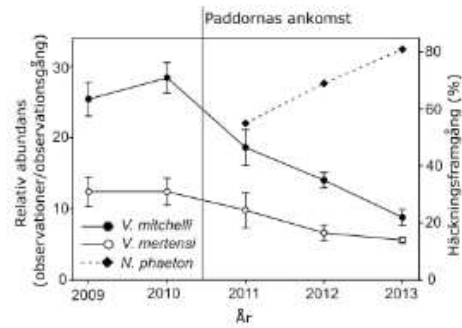


Bild 2: Varanernas (*V. mitchelli* och *V. mertensi*) relativa abundans och blodastrildens (*N. phaeon*) häckningsframgång under en tidsperiod. Den vertikala linjen representerar agapaddornas ankomst till området. Källa: Doody m.fl., 2015, doi: 10.1890/14-1332.1.

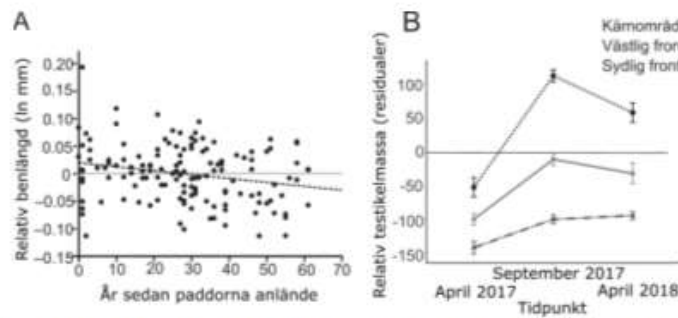


Bild 3: Paddornas relativa benlängd i förhållande till kroppsstorlek som funktion av paddpopulationens ålder (A, källa: Phillips m.fl., 2006 doi: 10.1038/439803a) och variationen i paddornas relativa testikelstorlek i tre olika populationer: i kärnområdet där paddorna funnits i över 70 år, samt i de områden i söder och väster dit paddorna nyligen spridit sig från den ursprungliga spridningspunkten (B, källa: Friesen m.fl. 2019, doi: 10.1098/rsbl.2019.0339).

Modellsvar och poängsättning

DEN EKOLOGISKA BETYDELSEN AV INVASIVA ARTER		
Agapaddan (<i>Rhinella marina</i>) är ett groddjur från Amerika som år 1935 infördes till nordöstra Australien för att bekämpa skadedjur på sockerrörsodlingar. Agapaddan spred sig snabbt i Australien (bild 1). Den är dödligt giftig för de flesta rovdjur som äter groddjur.		
1. Agapaddans spridning till nya livsmiljöer har orsakat betydande förändringar i lokala artsamhällen. I bild 2 visas populationsutvecklingen hos två varanarter (<i>Varanus mitchelli</i> och <i>V. mertensi</i>) som äter groddjur samt häckningsframgången hos blodastrilden (<i>Neochmia phaeton</i>), en fågel som varanerna också äter, under den tid då agapaddan spridit sig. Blodastrilden är en fröätare vars häckningsframgång nästan uteslutande bestäms av varanernas predationstryck.	22 p. =	
1a. På vilket sätt förändrades varanernas och blodastrildens populationer när agapaddan spred sig till området? Varför förändrades populationerna på det här sättet? Varanernas populationer rasade till ungefär hälften under undersökningsperioden. Fåglarnas häckningsframgång förbättrades märkbart vilket förmodligen leder till en växande population. Varanerna blir förgiftade och dör när de äter agapaddor. När varanerna blir färre förbättras blodastrildens häckningsframgång eftersom varanerna inte äter lika många fåglar, vilket leder till att fågelpopulationen ökar.	3 p + 5 p.	
1b. Vilka förändringar kan man förvänta sig på konsumenternas nivåer i näringsväven när agapaddan sprider sig till ett nytt område? <i>Direkta effekter:</i> På högre trofinivåer förgiftas och dör rovdjur som äter agapaddor. På samma trofinivå blir konkurrensen större, vilket kan leda till förändringar i förhållandena av de konkurrerande arternas populationer och möjligen leda till förändringar i artsammansättningen. På lägre trofinivåer blir agapaddans bytesdjur färre och artsammansättningen kan ändras på grund av den förändrade konkurrenssituationen mellan arterna. <i>Indirekta effekter:</i> Inverkan på toppredatorer oklar. Rovdjur som inte äter agapaddor gynnas när det blir mindre konkurrens. Bytesdjur till rovdjur som äter agapaddor, och vars populationer därför blir mindre, gynnas, till exempel blodastrilden. Konkurrensen mellan fröätare blir större. Inverkan på producentnivån beror på fröätarnas specialist-/generalistegenskaper.	+ 14 p. I svaret bör direkta och indirekta effekter tas i beaktande (7 p.) och på olika trofinivåer (7 p.)	

2. Paddorna rör sig vanligtvis inte väldigt aktivt men hos agapaddorna i Australien har en variant som kan sprida sig väldigt fort utvecklats. Det har lett till att arten kan sprida sig tiotals kilometer per år. Forskare mätte benlängden i förhållande till kroppsvikten hos agapaddor i olika områden dit paddpopulationen hade anlänt vid olika tider (bild 3A). De undersökte också säsongsvariationen i hanarnas testiklars vikt i förhållande till kroppsvikten i det område dit paddorna först infördes, samt i två områden dit paddorna nyligen hade spridit sig (bild 3B, områdena i bild 1).	14 p. =
Hur skiljer sig egenskaperna hos paddorna i kärnområdet jämfört med på spridningsfronterna? Vilka faktorer kan förklara dessa skillnader? Paddorna har längre ben och mindre testiklar på spridningsfronterna. Skillnader i fenotyperna kan antas ha endera evolutionära eller icke-evolutionära orsaker. De evolutionära orsakerna kan bero endera på urval eller andra orsaker. <i>Evolutionära orsaker:</i> Genom urval: Längre ben gör det möjligt för paddorna att sprida sig snabbare. Större testiklar kan vara en följd av en större reproduktiv konkurrens på kärnområdet. Samverkan av miljö och gener. Trade-off mellan snabb spridning (benens längd) och förökningsframgång (testikelstorlek). Andra orsaker: <i>spatial sorting</i>, slumpmässig drift <i>Icke-evolutionära orsaker:</i> Fenotypisk plasticitet, inverkan av miljöfaktorer, näringsmängd, med mera.	4 p. + 10 p. I svaret ska både genetiska och miljömässiga faktorer tas upp, men en förklaring per egenskap räcker.
Klarhet och logik	4 p.
Sammanlagt	40 p.

Uppgift 3

Vävnadskultur

Du har skapat en transgen växt som du till följande vill föröka (klona) med hjälp av en vävnadskultur. Du odlar växterna i slutna kärl på ett fast underlag och du vill att vävnadskulturen är så effektiv som möjligt. Vilka abiotiska faktorer ska du ta i beaktande och varför, då du planerar odlingsunderlaget (22 p) och övriga odlingsbetingelser för vävnadskulturen (8 p)? Reflektera över varför odlingsunderlaget byts ut till nytt ungefär varannan vecka, och varför trivs även bakterierna på ett odlingsunderlag menat för växter (6 p)? Svarets klarhet och logik (4 p).

Svar:

Odlingsunderlag:

- Näringsämnen: Odlingsunderlaget bör innehålla tillräckligt med näring eftersom brist på näringsämnen begränsar växternas tillväxt (3 p). De viktigaste näringsämnena är fosfater, kalium, magnesium, kväve (ammonium- eller nitratjoner) och kalk (2 p). Växterna behöver näringsämnena bland annat för att bygga upp enzymer och fotosyntespigment (3 p).
- Surhet: Odlingsunderlagets surhet (pH) ska justeras korrekt. Felaktig surhet försämrar upptagningen av näringsämnena (2 p).
- Vatten: Odlingsunderlaget bör innehålla tillräckligt med vatten. Vatten är viktigt för transportering av näringsämnen (3 p). Dessutom är vatten utgångsämne för fotosyntesen och hjälper växten att upprätthålla vätskespänningen alltså stödjer växten (2 p).
- Glukos: I odlingsunderlaget ska finnas socker (2 p). Växterna är mindre beroende av den energi som produceras genom fotosyntes då socker tilläggs i underlaget (2 p).
- Växthormoner: Med hjälp av hormoner främjas differentieringen av växtcellerna. Auxin effektiviserar rotttillväxten, gibberellin ökar celledelningen och cytokinin ökar skotttillväxten (3 p).

Odlingsbetingelser:

- Ljus: Det måste finnas tillräckligt med ljus och i rätt kvalitet (blått och rött) (2 p). Ljusenergi behövs i fotosyntesens ljusreaktioner (2 p).
- Värme: Temperaturen får vara varken för låg eller för hög (2 p). Fotosyntesen är effektivast vid +20–30°C. Alltför höga temperaturer stör fotosyntesen och får växterna att avdunsta för mycket vatten/ att stänga klyvöppningarna (2 p).

Utbyte av underlag:

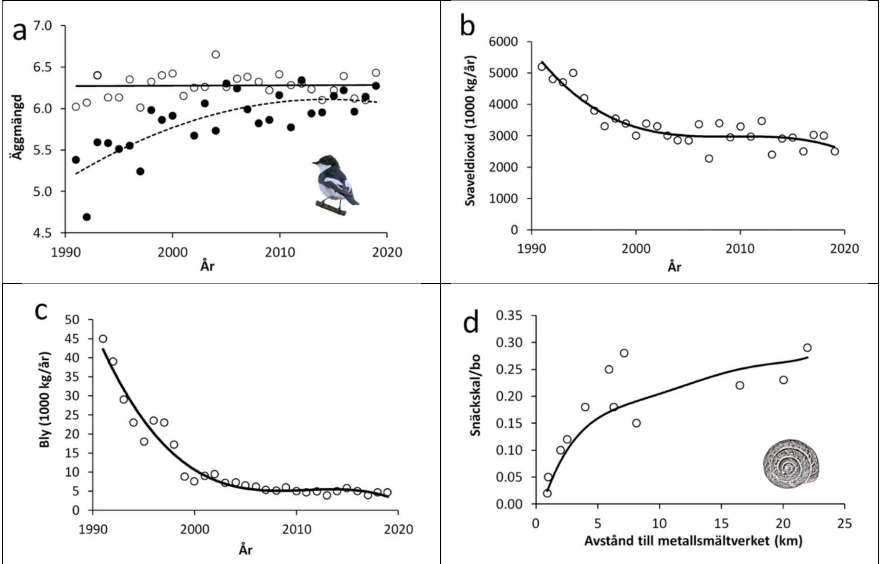
- Odlingsunderlaget ska bytas ut för annars tar näringsämnena och vattnet slut (3 p). Bakterierna växer bra på underlaget eftersom odlingsunderlaget innehåller socker (3 p).

OBS! Växterna växer i slutna burkar så mängden koldioxid regleras inte.

Uppgift 4. Inverkan av föroreningar på fåglar

En äldre forskare vid Rysslands vetenskapsakademi sammanställde en översikt över inverkan av utsläpp från ett metallsmältverk nära Jekaterinburg på den i området häckande svartvita flugsnapparen baserat på sina långtidsstudier av denna flyttfågel. I figur 1a syns tidsserier för antalet ägg producerade av de svartvita flugsnapparna på ett förorenat område och på ett kontrollområde. Enligt forskarens anteckningar var äggskalen av dålig kvalitet (tunna och porösa) i det förorenade området i början av undersökningsperioden, men i slutet av undersökningsperioden förekom äggskal av dålig kvalitet mer sällan. På området gjordes under samma period årliga mätningar av fabriken mest förorenande ämnen, svaveldioxid (figur 1b) och bly (figur 1c).

Under samma tidsperiod undersökte fågelforskarens kollega landlevande snäckor på samma område. Forskaren undersökte mängden landlevande snäckor på de svartvita flugsnapparens revir. Som indirekt mått på mängden snäckor användes mängden snäckskal som hittades i flugsnapparens bon, eftersom föräldrarna matar ungarna med snäckor och en del av dessa snäckskal faller till botten av fågelboet (figur 1d). I litteraturen hittades uppgifter om halten av olika spårämnen i den svartvita flugsnapparens äggskal och i skalet hos en viss art av landlevande snäcka (tabell 1). Forskarna beslöt sig för att jämföra de olika insamlade materialen med varandra.



Figur 1. a) Det årliga medeltalet av äggmängden hos den svartvita flugsnapparen på det förorenade området (●) och på ett mindre förorenat kontrollområde (○). b) Metallsmältverkets årliga svaveldioxidutsläpp. c) Metallsmältverkets årliga blyutsläpp. d) Medeltalet av mängden snäckskal hittade i svartvita flugsnapparens bon vid olika avstånd från metallsmältverket under undersökningsperioden.

Tabell 1. Halten av olika spårämnen (mg/kg torrsustans) i den svartvita flugsnapparens äggskal och i skalet hos en art av landlevande snäcka.

	Magnesium	Järn	Kalcium	Zink
Äggskal	3102	101	317000	2.0
Snäckskal	3800	115	19000	9.0

Commented [HL1]: Kuvaajien muokkaminen ei ole mahdollista, joten tässä ovat käännetyt sanat mitkä pitäisi laittaa kuvaajiin: Munamäärä = ÄggmängdVuosi = ÅrRikkidioksidi (1000 kg/vuosi) = Svaveldioxid (1000 kg/år)Lyijy (1000 kg/vuosi) = Bly (1000 kg/år)Kotilokuoria/pesä = Snäckskal/boEtäisyys metallisulattoon (km) = Avstånd till metallsmältverket

Svarsinstruktioner: Skriv ner de korrekta alternativen i svarsfältet och separera dem med kommatecken.
Exempel på svar: A1, A2, A3, B1, B2, B3, C1, C2, C3.

A. Vilka av följande alternativ får stöd från materialet? Rätt svar ger 2 poäng och fel svar ger -2 poäng.
Maximalt antal poäng: $8 \times 2 = 16$ p.

- A1. Fåglar som häckade längre från metallsmältverket lade fler ägg på 1990-talet jämfört med senare.
- A2. Under de sista åren av undersökningen är det förorenade områdets äggantal nästan lika stort som på kontrollområdet.
- A3. I och med att utsläppen av föroreningar har ökat har skillnaden i äggmängd mellan det förorenade området och kontrollområdet minskat.
- A4. Den svartvita flugsnapparens medelantal ägg är normalt över sex ägg.
- A5. Variationen i äggmängden mellan olika år är större i kontrollområdet.
- A6. Ett tidsmässigt samband mellan en ökning i äggmängd och en minskning av föroreningar kan observeras.
- A7. Äggmängden har ökat mer i metallsmältverkets närhet än på det mindre förorenade kontrollområdet.
- A8. Mängden snäckor har ökat i samband med att föroreningarna minskat.

B. Vilka av följande påståenden kan på ett betydande sätt förklara inverkan av föroreningar på häckningen hos svartvita flugsnappare? Rätt svar ger 2 poäng och fel svar ger -2 poäng. Maximalt antal poäng: $8 \times 2 = 16$ p.

- B1. Tungmetaller förflyttas genom näringskedjan till fåglarna och orsakar fortplantningsproblem hos dem.
- B2. Försurning leder till barr- och lövförlust i skogen vilket gör att det finns mindre föda åt insektsätare i trädens lövverk.
- B3. Höjningen av pH i miljön leder till att mer giftiga metaller överförs från jorden till fåglarna.
- B4. Artsammansättningen i det förorenade området förändras.
- B5. Svaveldioxiden anrikas i näringskedjan och leder till fortplantningsproblem särskilt hos arter som är högre upp i näringskedjan.
- B6. Bly som intas med födan leder till störningar i nervsystemet, ämnesomsättningen och reproduktionsorganen.
- B7. När markens surhet minskar ökar mängden snäckor.
- B8. I det förorenade området minskar mängden lavar som är känsliga för luftföroreningar. Samtidigt minskar mängden insekter som övervintrar bland lavarna, vilket försämrar de svartvita flugsnapparens födotillgång på vintern.

C. Vilka av följande påståenden skulle, baserat på materialet, kunna förklara forskarnas observationer av förändringar i fåglarnas häckning över tiden? Rätt svar ger 1 poäng och fel svar ger -1 poäng. Maximalt antal poäng: $8 \times 1 = 8$ p.

- C1. När föroreningarna minskat har mängden kalciumrik föda ökat, vilket har gjort att fåglarna börjat lägga fler ägg med tjockare skal.
- C2. Blyutsläppen har minskat, vilket har förbättrat äggskalens kvalitet.
- C3. Utsläppen av svaveldioxid har minskat, vilket har förbättrat äggskalens kvalitet.
- C4. Blyutsläppen har minskat, vilket har ökat äggmängden.
- C5. Klimatförändringen har lett till en ökad mängd snäckor, vilket i sin tur har lett till en större äggmängd hos fåglarna.
- C6. Utsläppen av försurande svaveldioxid har minskat, vilket har gjort att mängden av de för fåglarna viktiga snäckorna har ökat.
- C7. Ökningen av äggmängden i metallsmältverkets närhet beror sannolikt på andra faktorer än minskningen av föroreningar.
- C8. När utsläppen minskat har växtlighetens kvalitet ökat, vilket har lett till ökade mängder snäckor. Detta har i sin tur förbättrat fåglarnas häckningsframgång.

Rätt svar:

A2, A4, A6, A7, B1, B2, B4, B6, B7, C2, C3, C4