



PROVET I BIOLOGI 15.3.2017 BESKRIVNING AV GODA SVAR

De beskrivningar av svarens innehåll och poängsättningar som ges här är inte bindande för studentexamensnämndens bedömning. Censorerna beslutar om de kriterier som används i den slutgiltiga bedömningen.

Biologin är en naturvetenskap som undersöker strukturen, funktionerna och interaktionsförhållandena inom den levande naturen i biosfären, och den sträcker sig ända till cell- och molekylnivån. Insikt i frågor och fenomen som rör människans biologi spelar också en central roll. Typiskt för biologin som vetenskap är insamling av information genom observationer och experiment. Biovetenskaperna är snabbt växande vetenskapsgrenar vars tillämpningar utnyttjas på många sätt i samhället. Biologin för fram ny information om mångfalden i den levande naturen och uppmärksammar inverkan av mänsklig aktivitet på miljön, säkerställandet av naturens mångfald samt främjandet av en hållbar utveckling.

I studentexamensprovet i biologi bedöms hur utvecklad examinandens biologiska tänkesätt och kunskap är samt examinandens förmåga att presentera de saker som krävs i rätt sammanhang och på ett strukturerat sätt. I provet bedöms examinandens förmåga att beakta växelverkan mellan företeelser och förhållandet mellan orsak och verkan. Förutom behärskan av grundläggande begrepp och företeelser bedöms också examinandens förmåga att tolka bilder, figurer, statistik och aktuell information samt att motivera sitt svar. Ett gott svar behandlar företeelser mångsidigt och lägger fram exempel. Ett gott svar är baserat på fakta och inte på omotiverade åsikter. I ett gott svar presenteras tabeller, övriga data och illustrationer på ett överskådligt sätt.

Uppgift 1

a) 4 p.

Strukturerna som kännetecknar arterna i tabellen är:

struktur art	spor	lednings- sträng	rot	kotte	frö
strutbräken	X	X	X		
gran		X	X	X	X
vass		X	X		X
rönn		X	X		X
väggmossa	X				

b) 2 p.

Gräset är en vindpollinerad nakenfröig växt: pollen transporteras med vinden från hankottarna till honkottarna. I honkottarna sitter fröämnena ohöljda på fröfjällen.

Rönnen är en insektpollinerad gömfröig växt. Dess tvåkönade, kraftigt doftande och nektarproducerande blommor lockar bland annatflugor, fjärilar och skalbaggar. Då insekterna besöker blommorna transporterar de pollen som fastnat på dem från ståndarna till pistillens märke.

Uppgift 2

a) 2 p.

- All energi som finns i trädets organiska föreningar är ursprungligen energi som funnits i solljuset och som bundits vid fotosyntesen.
- Trädet behöver ljusenergi, vatten och koldioxid ur atmosfären för fotosyntesen.
- Ljusenergin tas emot av fotosyntespigment (klorofyller och karotenoider) som finns i membranstrukturerna i kloroplasterna.
- I fotosyntesen ingår två reaktionskedjor: ljusreaktionerna, i vilka ljusenergi binds i kemisk form (ATP och NADPH), och mörkerreaktionerna, i vilka koldioxid binds och socker bildas i kloroplastens grundsubstans (stroma).
- Helhetsreaktionsformeln för fotosyntesen är: $6 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O} + \text{ljusenergi} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2$

b) 2 p.

- Jästcellernas aeroba, det vill säga syrekrävande cellandning fungerar inte i en syrefri miljö och därför använder de sig av alkoholjäsning (etanoljäsning).
- Vid alkoholjäsning bryts glukosmolekyler först ned till pyrodrusyra vid glykolysen. Den energi som frigörs binds i form av bindningsenergi i två ATP-molekyler.
- Pyrodrusyran jäser under anaeroba förhållanden till etanol i jästcellen. Samtidigt frigörs koldioxid, men reaktionen frigör inte någon energi för cellens behov.

c) 2 p.

- När man springer förbrukar musklerna snabbt sitt förråd av syre och glykogen.
- Människans muskelceller producerar under kraftig påfrestning sin energi genom mjölksyrarjäsnig.
- Glukosmolekylerna bryts först ned till pyrodrusyra vid glykolysen, och samtidigt frigörs en mängd energi som motsvarar två ATP-molekyler (på samma sätt som i jästcellen).
- Pyrodrusyran jäser till mjölksyra under syrefria förhållanden i muskelcellerna. Reaktionen producerar ingen ny energi för cellens behov. (Ansamling av mjölksyra gör att muskeln tröttnas ut.)

Uppgift 3

Påståendena **a** och **d** är rätt. De övriga påståendena innehåller följande fel:

- b)** Alla celler producerar enzymer. Påståendet karakteriserar hormoner som utsöndras av endokrina körtlar.
- c)** De flesta enzymer fungerar inuti cellerna, men en del enzymer utsöndras utanför cellerna. Till exempel matsmältningsevenzymerna är sådana enzymer.
- e)** Varje enzym har sitt eget optimala pH. Pepsinerna som finns i magsaften och spjälkar födoämnen kräver till exempel en sur miljö, medan trypsin, som spjälkar proteiner i tunntarmen, fungerar effektivt i en miljö vars surhetsgrad är nästan neutral.
- f)** En nedbrytande eller katabol reaktion är en reaktion där ämnen (substrat) spjälkas till enklare föreningar – till exempel då proteiner bryts ned till aminosyror. Enzymet som katalyserar reaktionen förstörs inte i en sådan reaktion.

Uppgift 4

1. Epitelvävnad

- Hudens yta (epidermis) skyddar mot och förhindrar uttorkning.
- Näringsämnen tas upp och överförs till blodomloppet genom tunntarmens inre yta.
- Körtelepitel producerar olika sekret, till exempel slem och hormoner.

2. Bind- och stödjevavnad

- Muskelhinnan skyddar muskelcellerna och hela muskler samt fungerar som rutt för blodkärl och nerver.
- Nervernas bindvävnad stöder axonerna.
- Blodet transporterar ämnen i kroppen.
- Fettvävnaderna lagrar energi.
- Benvävnaden fungerar som skelett, möjliggör rörelser, ger kroppen dess form, skyddar de inre organen samt fungerar som kalcium- och fosfatförråd.
- Broskvävnaden minskar friktionen i lederna.
- Senor fäster musklerna i benen.

3. Muskelvävnad

- Den glatta muskelvävnaden i matsmältningskanalen ansvarar för den rörelse som blandar om matmassan och för den vidare.
- Skelettmusklerna ansvarar för de viljestyrda rörelserna.
- Hjärtmuskeln ansvarar för hjärtats sammandragningar.

4. Nervvävnad

- Nervvävnaden består av nervceller, det vill säga neuroner, och stödjande vävnad som omger dem (glia-celler, Schwann-celler).
- Nervvävnaden förmedlar nervimpulser mellan det centrala nervsystemet och kroppen.
- I ryggmärgen dirigerar nervvävnaden nervimpulser mellan hjärnan och det perifera nervsystemet och fungerar som en del i reflexbågarna.

Alla övriga korrekta exempel godkänns också.

Uppgift 5

a) 4 p.

En genkarta över kromosomen anger det ställe i kromosomen där en gen sitter. Stället där genen finns kallas lokus. Allelparet för varje gen, de två motsvarande allelerna, innehar samma lokus i kromosomuppsättningen, allelerna finns alltså på sinsemellan motsvarande ställe.

Utifrån talförhållandena mellan de olika typerna av avkomma i en dihybridkorsning kan man avgöra om generna sitter i samma (kopplade gener) eller olika kromosomer (icke-kopplade gener). Om avkomman innehåller 50 procent nya egenskapskombinationer som avviker från föräldrarnas vet man att generna sitter på olika kromosomer. Resultatet följer Mendels lag om fri meiotisk rekombination av homologa kromosomer.

Generna på en och samma kromosom bildar tillsammans en kopplingsgrupp och nedärvs i huvudsak tillsammans. Kopplingen bryts dock ofta när det sker överkorsning (crossing over) vid reduktionsdelningen (den första delningen) i meiosen då könsceller bildas. Vid överkorsningen bryts kromatiderna hos de homologa kromosomerna vid chiasma, vilket möjliggör byte av alleler mellan de två kromosomerna. Ju svagare (lösare) kopplingen mellan två gener är, det vill säga ju längre ifrån varandra de sitter, desto större är sannolikheten att kopplingen mellan dem bryts. Överkorsningssannolikheten är liten, eller så sker ingen överkorsning alls, om genernas lokus sitter mycket nära varandra. Generna är då starkt (tätt) kopplade till varandra.

På genkartor över kromosomer anges genernas relativa avstånd från varandra i så kallade crossing over-enheter, som erhålls genom att räkna ut procentandelen avkomma som avviker från föräldrarna.

b) 2 p.

Föräldrarna i P-generationen är homozygoter. Om kopplingen mellan generna (D/d och E/e) är stark bildas i F1-generationen endast könsceller som liknar P-generationen (De och dE). Om kopplingen är svag bildas förutom de ovannämnda även en varierande mängd (dock klart mindre än 50 procent) nya könsceller (DE och de).

Uppgift 6

a) 2 p.

Från aortans bas utgår två kransartärer, den högra och den vänstra, vilka förser hjärtat (hjärtmuskeln) med syre.

b) 2 p.

Kroppen behöver kolesterol för stödstrukturerna i cellmembranen (för att binda fosfolipider), för gallvätskan och för produktion av steroidhormoner (t.ex. könshormoner, kortison och övriga hormoner som produceras av binjurebarken).

c) 2 p.

”Dåligt” kolesterol (LDL-kolesterol) fäster sig vid kransartärernas väggar och orsakar förfettning i kranskärlen (ateroskleros). Blodkärlet blir trängre och syretillförseln till hjärtmuskeln avtar. Detta förnimms som bröstsmärta speciellt vid ansträngning (angina pectoris). Placken som uppkommit kan täppa till blodkärlet helt och ge upphov till en hjärtinfarkt, det vill säga nekros i hjärtmuskeln. En blodpropp, som täpper till blodkärlet helt eller delvis, kan också uppkomma.

Uppgift 7

Älg (a) och björn (b) följer överlevnadskurvor av typ 1, vilket är typisk för stora däggdjur. Dessa arter producerar en liten mängd avkomma som de sedan sköter. Dödligheten är liten i unga år och i medelåldern, vilket medför att många individer når fortplantningsåldern.

Groda (d) och maskros (f) följer överlevnadskurvor av typ 3, vilket är typisk också till exempel för många insekter och fiskar. Arter av typ 3 producerar en stor mängd avkomma men sköter dem inte. De flesta fleråriga växter hör även till denna kategori. Dödligheten hos avkomman tidigt i levnadsloppet är stor, vilket gör att endast en liten andel av individerna uppnår fortplantningsåldern.

Av exempelarterna i uppgiften följer räv (c) och talgoxe (e) överlevnadskurvor av typ 2, vilket är typisk för små däggdjur och många fåglar. Hos arter av typ 2 är dödligheten lika stor i alla åldersgrupper. (Hos vissa arter är dödsrisken hög genast efter födseln men stabiliseras snabbt mot vuxen ålder.)

Uppgift 8

a) 2 p.

Med eutrofiering menas övergödning av ekosystemen som beror på en ökning av primärproduktionen orsakad av en ökning i mängden näringsämnen. Då man talar om övergödning menar man oftast den ökning av cyanobakterie-, alg- och växtbiomassan som orsakas av yttre näringsbelastning (diffus belastning) samt en följdverkan av denna (till exempel förändringar växt- och djurartsammansättningen) i vattensystemen. Eutrofieringen ökar vattendragens interna näringsbelastning, speciellt då det gäller ansamlingen och det årliga frigörandet av fosfor ur bottensedimenten i syrefria förhållanden.

Kväve- och fosforgödsel (vattenlösliga kväve- och fosforföreningar, ammonium-, nitrat- och fosfatjoner) som används inom jordbruket är betydande orsaker till övergödningen. Kväve och fosfor utgör minimifaktorer för primärproduktionen. (Betydelsen av användning av organisk gödsel för näringsbelastningen kan också behandlas i svaret.)

b) 2 p.

Anrikning i näringskedjan (eng. biomagnification) innebär att kemiskt stabila föreningar ansamlas i organismerna i en näringskedja så att halten av dessa föreningar mångdubblas då man går från producentnivån till toppredatorerna. I toppredatorerna kan halten vara till och med miljoner gånger så hög som halten i omgivningen.

Föreningar som bioanrikas är kemiskt stabila och avgår ytterst långsamt (eller så avgår de inte alls, om inte organismen har naturliga sätt att avlägsna föreningarna eller omvandla dem till en ofarlig form) ur cellerna och vävnaderna. Till dessa föreningar hör tungmetaller (som kvicksilver och kadmium) och industriellt producerade, ofta fettlösliga, miljöfarliga organiska föreningar (POPs = persistent organic pollutants) som DDT, det vill säga diklordifenyltrikloretan och dioxin. Inom jordbruket har kvicksilver tidigare använts som betningsämne för utsäde för att bekämpa svampangrepp och skadeinsekter. Kadmium kommer ut i naturen i form av orenheter i fosforgödsel. DDT har tidigare använts över hela jordklotet som insektsbekämpningsmedel, och det kommer fortfarande empedis till Finland med luftströmmarna. Dioxinutsläpp som förorenar marken kan ske i samband med bland annat bränning av plastavfall.

Föreningarna kan störa organismernas hormonfunktion (så kallad hormonstörning), immunförsvar, tillväxt och utveckling. Som exempel kan anges bland annat fortplantningsproblem hos rovfåglar orsakade av DDT eller nervsystemsstörningar orsakade av kvicksilver (metylkvicksilver).

c) 2 p.

Insektspopulationer kan utveckla en förmåga att skydda sig mot de kemiska föreningar som används för att bekämpa dem. I en snabbt förökande insektspopulation finns det nästan alltid individer med en allel (alleler) som skyddar mot bekämpningsmedlets skadliga effekter. Det naturliga urvalet gynnar resistenta individer som kommer åt att föröka sig och därigenom märkbart försvårar användningen av bekämpningsmedel. Det mest kända exemplet är den snabbt avtagande effekten hos DDT (diklordifenyltrikloretan) vid bekämpning av malariamyggan (myggor av släktet *Anopheles*). DDT används fortfarande i utvecklingsländer för bekämpning av malaria och andra sjukdomar som sprids av insekter.

Uppgift 9

Våtmarker är viktiga på biodiversitetens olika nivåer av följande orsaker:

En mångfald av ekosystem innebär en mångfald av olika livsmiljöer, till exempel en stor mängd olika typer av skogar, ängsmarker, tjärnar, sjöar och myrar. Våtmarkerna ökar mångfalden av ekosystem genom att erbjuda livsmiljöer (biotoper) som avviker från varandra.

Artmångfald innebär artrikedomen. På grund av kanteffekten kan artrikedomen i våtmarkerna vara mycket stor, eftersom det förutom arter från vattenecosystemet och landlevande arter även kan finnas djur- och växtarter som anpassats till just denna biotop. Våtmarkens näringsnivå inverkar kraftigt på artrikedomen. Många myrtyper i Finland är näringsfattiga och deras artmängd är också liten. Näringsrika rikkärr och källdrag har ofta en rik artsammansättning och därmed en hög artmångfald.

Genetisk mångfald innebär att det inom en art finns stor genetisk variation, det vill säga att det finns ett stort antal olika alleler för samma egenskap. På detta sätt kan populationerna av arten ifråga anpassa sig snabbt till förändringar i sin omgivning. Klimatförändringen kan till exempel kräva att arterna har förmågan att anpassa sig till förändrade förhållanden; förmågan är större ju större allelmångfalden är. Spektret av miljöfaktorer är stort i våtmarkerna, vilket gör att också allelmångfalden är stor.

Uppgift 10

a) 2 p.

Kloning av ett djur innebär att man producerar individer som är exakt lika till sitt genom. Detta kan göras genom att man kombinerar en somatisk cell, eller dess kärna, med en äggcell vars cellkärna har avlägsnats. Fusionen görs med hjälp av ett elektriskt fält eller genom en mikroinjektion. Embryot som odlats ur den fusionerade cellen överförs till surrogatmoderns livmoder där det utvecklas till en ny individ. På detta sätt producerades till exempel fåret Dolly. Djur kan också klonas från celler från ett embryo som befinner sig i ett ungt stadium. Fördelen med att klonas djur är bland annat att man kan kopiera en individ som har ett gott genom.

b) 2 p.

Kloning av växter innebär produktion av en växtindivid med exakt likadana genom. Eftersom många växter kan förökas vegetativt till exempel men hjälp av sticklingar är det lätt att producera kloner. Man kan också producera kloner av växtindivider med hjälp av vävnadsodling; skottspetsen steriliseras och tillväxtpunkten tas loss och odlas sterilt på ett konstgjort växtunderlag. Med hjälp av lämpliga växthormoner (auxiner) får man tillväxtpunkten att producera en stor mängd skott, som sedan placeras på ett underlag för att rota sig. Då de nya växterna är tillräckligt stora kan de planteras i mylla och drivas upp till plantor. Kloning av växter utnyttjas vid kommersiell förökning av odlings- och trädgårdsväxter. Detta är viktigt eftersom många förädlade växtsorter inte kan förökas från frön eftersom avkomman inte blir lik sina föräldrar på grund av den omorganisering av generna som sker i könscellerna.

c) 2 p.

En känd gen kan klonas, alltså kopieras, genom att överföra den till plasmiden i en bakterie. Genen kopieras då bakterien delar sig, och på detta sätt får man ett exponentiellt växande antal kopior av den. En känd gen kan också kopieras med hjälp av PCR-metoden, i vilken en kopia av genen produceras med hjälp av DNA-polymeras, med utgång från en primer. I varje PCR-cykel får man en ny kopia av genen, och därigenom ökar antalet kopior exponentiellt. På detta sätt kan en stor mängd kopior produceras för olika tillämpningar inom genteknologin (till exempel transformation).

Uppgift +11

a) 7 p.

I ett gott svar behandlas följande grundläggande drag med förklaringar.

1. Organisation och cellstruktur

- Livet är organiserat från atomer till molekyler, makromolekyler, cellorganeller och celler, och hos flercelliga organismer vidare till vävnader. Individer bildar förökningsenheter, populationer och till sist biosfären.

2. Liknande kemiska egenskaper

- Kol är det mest centrala grundämnet för livet. (långa kedjor, binder fyra andra atomer)
- Alla livsformer har gemensamma makromolekyler: kolhydrater, fettämnen, proteiner, nukleinsyror.

3. Bevarande och användning av information

- Information finns packad i nukleinsyror i form av gener med hjälp av vilka de molekyler som är nödvändiga för organismen produceras.

4. Fortplantning

- Alla organismer får avkomma i vilka genomet fortbestår.

5. Levnadsloppet

- Alla organismer föds, lever och dör.

6. Självregleringsförmåga

- Organismer förnimmer sin omgivning och reagerar på förändringar i den.

7. Ämnesomsättning

- Organismer får byggnadsmaterial och energi från sin omgivning och avlägsnar slaggprodukter från ämnesomsättningen.

8. Evolution

- Alla organismer är resultatet av och objektet för evolutionen. Förändringar i genomet orsakar variation mellan individ. Genom naturligt urval får de individ som är bäst anpassade till sin omgivning flest förökningsdugliga avkomlingar, varvid deras relativa andel av populationen ökar.

b) 2 p.

Virus har ett genom (DNA eller RNA) som skyddas av ett proteinhölje (kapsiden). De har ingen egen ämnesomsättning och inte heller de organeller som krävs för detta. Virus behöver en cell för att kunna fortplanta sig. Virus kan ha ett cellmembran (hölje) som tagits från värdcellen, varvid de har makromolekyler som är typiska för livet. Styrda av sitt genom producerar de proteiner och kopior av sitt genom med hjälp av maskineriet hos sin värdcell. Levnadslöppet hos ett virus kan anses börja då det frigörs ur värdcellen och sluta då det tränger in i följande värdcell. Självregleringsförmåga saknas. Evolutionen är snabb hos virus (till exempel influensavirus). Mutationer sker och exempelvis virus som effektivt tränger in i cellen blir snabbt allmänna.

Uppgift +12**a) 2 p.**

En punktmutation innebär att en bas har bytts ut i en DNA-sekvens. En punktmutation kan ske i en gen eller i dess promotorområde. (En punktmutation i promotorområdet kan i värsta fall förhindra produktionen av hela proteinet). Ett ofördelaktigt utbyte av en bas kan leda till att kodonet som kodar för en aminosyra ersätts av ett för tidigt stoppkodon. Vid basbytet kan en aminosyra som är nödvändig för proteinet ersättas med en annan, vilket leder till att proteinet veckas på fel sätt och inte fungerar normalt. En utebliven bas (deletion) eller en överlopps bas som fogats in i sekvensen (insertion) orsakar nästan alltid stora förändringar i proteinets struktur. Mutationen kan leda till sjukdom ifall den leder till förändringar i proteinets struktur och funktion. Endast mutationer i könscellinjen nedärvs.

b) 5 p.**Bild A.**

Undersökningen av sjukdomar som misstänks vara ärftliga börjar oftast med insamling av släktinformation. Om det i slakten finns andra som lider av liknande sjukdomssymptom kan man få reda på de typiska dragen hos sjukdomen ifråga ur den information man fått av dessa släktingar. Med hjälp av ett släkträd är det möjligt att bestämma sjukdomens nedärvningssätt, till exempel om sjukdomen orsakas av en dominant eller recessiv allel. På samma gång kan vissa nedärvningssätt, som till exempel könsbunden nedärvning, uteslutas. Eftersom sjukdomen överförs från en generation till följande vet man att mutationen skett i könscellinjen.

Ett släkträd kan skapas endast då det är frågan om en mutation av en enskild gen. Då man ritat släkträdet följer man vissa grundläggande regler och använder allmänt vedertagna symboler för att beteckna till exempel män och kvinnor, friska och sjuka personer, föräldrar och barn samt äktenskap.

Bilderna B–C.

I bild B har en elektroforetisk separation av DNA-fragmenten, som klippts med restriktionsenzymet MstII, utförts för en noggrannare analys av mutationen.

Innan en behandling med restriktionsenzym måste DNA extraheras ur cellprover från alla personer i släkträdet. Cellerna måste sönderdelas för att extraheringens ska kunna göras. Detta görs till exempel genom att kyla ned provet med flytande kväve och sedan krossa det.

Fetterna som ingår i cellmembranstrukturerna kan lösgöras från cellerna med hjälp av detergenter och cellernas proteiner kan lossas med enzymer (proteaser). Fetter och proteiner avlägsnas ur provet genom extrahering i lämpliga lösningsmedel. DNA separeras från fetterna och proteinerna genom centrifugering. Efter detta sedimenteras det renade DNA:t i kall alkohollösning.

Det isolerade DNA:t spjälkas sedan med restriktionsenzymer (restriktionsendonukleaser) som isolerats från bakterier. Det finns olika typer av restriktionsenzymer utifrån vilken nukleotidsekvens de identifierar och klipper av.

Utifrån informationen i bild C kan man med hjälp av MstII-enzymet isolera det område i β -globingenen där punktmutationen som orsakar sicklecellanemi sitter. Nukleotidbytet i den muterade β -globingenen gör att avklippningsstället i mitten av genen faller bort, varvid den muterade genen bibehålls i form av ett enda stort DNA-fragment (x) vid behandlingen med restriktionsenzymet. Den normala genen ger två DNA-fragment, ett kortare fragment (z) och ett längre (y).

DNA-fragmenten separeras genom gelelektrofores utifrån deras storlek och negativa laddning. Under inverkan av det elektriska fältet i elektroforesapparaten rör sig de kortare DNA-fragmenten snabbare mot elektroforesapparaten anod (+-pol) i den täta gelen än de längre fragmenten. Bild B visar att x-fragmenten finns i den övre delen av gelen medan y-fragmenten från den normala allelen finns nedan dem. De korta z-fragmenten finns längst ner i gelen.

c) 2 p.

Personen II-4 har genotypen Bb, personen II-5 BB och personen II-6 bb.

Utifrån släktträdet (bild A) kan man dra slutsatsen att de friska personerna II-4 och II-5 är antingen heterozygota bärare (Bb) av mutationen eller helt friska (BB) när det gäller mutationen. Personen II-6 kan inte vara annat än homozygot för mutationen.

Utifrån elektroforesresultaten har personen II-4 sekvenserna för både den muterade allelen (b, fragment x) och den normala dominanta allelen (B, y och z) i sitt genom. Personen II-5 har endast sekvenserna för den normala allelen (y, z). I provet från personen II-6 finns endast x-fragmentet som kommer från den muterade β -globingenen, det vill säga allel b.