



## PROVET I BIOLOGI 21.3.2014 BESKRIVNING AV GODA SVAR

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

Studentexamensprovet i biologi mäter examinandens mognad när det gäller biologiskt tänkande och kunnande samt förmågan att presentera de kunskaper som krävs på ett strukturerat och riktigt sätt i förhållande till sammanhanget. I provet bedöms examinandens förmåga att redogöra för sambandet mellan olika fenomen samt för förhållanden mellan orsak och verkan. Förutom behärskandet av grundläggande begrepp och fenomen bedöms även examinandens förmåga att tolka bilder, figurer, statistik och aktuell information samt att motivera sitt svar. Ett gott svar behandlar företeelserna mångsidigt och illustrerar dem med exempel. Ett gott svar baserar sig på fakta och inte på omotiverade åsikter.

### Uppgift 1

#### a)

Vatten rör sig genom osmos (diffusion genom cellmembranet) i den riktning mot vilken lösningen är mer koncentrerad. Bild 1 föreställer en situation där lösningen utanför den röda blodkroppen är svagare än cytoplasman och vatten därför flödar in i cellen, vilket leder till att cellen spricker. I situationen på bild 2 är koncentrationen hos cytoplasman och lösningen lika hög och cellens vattenhalt förändras därför inte. På bild 3 är lösningen mer koncentrerad än cellinnehållet, och därför flödar vatten ut ur cellen och cellen krymper samman. Om man ger en patient som lider av vätskebrist rent vatten, kan de röda blodkropparna skadas som på bild 1. En saltlösning med en koncentration på 0,9 % (fysiologisk saltlösning) motsvarar situationen på bild 2, vilket för cellernas del är vad som eftersträvas.

#### b)

I torra trakter ökar salthalten i marken då de små mängder salt som bevattningsvattnet innehåller småningom anrikas i marken då vattnet avdunstar. Bevattningsvattnet kan dessutom upprätthålla den kapillärt drivna avdunstningsströmmen från grundvattnet som också hämtar med sig salt som stannar i marken då vattnet avdunstar i ett torrt klimat. Salthalten i lösningen som omger cellerna i växternas rötter påverkar deras förmåga att ta upp vatten. Om markens salthalt är förhöjd, störs vattenupptagningen hos odlingsväxter som är anpassade till låg salthalt, vilket leder till att skörden minskar. Salt kan även ha andra toxiska verkningar på växterna.

## Uppgift 2

Kloroplasternas grundläggande uppgift i fotosyntetiserande växter är att binda energin från solljuset i glukossocker utgående från koldioxid och vatten.

Energin från solljuset binds i fotosyntesens ljusreaktioner, i vilka vattenmolekyler spjälks upp i väte och syre. Vätet som frigörs överflyttas till en vätebärare (NADPH) och energin överförs till fosfatbindningarna i ATP. Med hjälp av energin från ATP och NADPH drivs bindningen av kol i fotosyntesens mörkerreaktioner med koldioxid som utgångsämne, resulterande i socker ( $C_6H_{12}O_6$ ).

Mitokondrierna i eukaryotceller har som sin grundläggande uppgift att frigöra energi ur organiska kolföreningar för att upprätthålla cellens ämnesomsättning. Utgångsämnet är pyrodruvsyra (pyruvat) och slutprodukterna koldioxid och vatten. Pyrodruvsyra erhålls genom nedbrytning av glukos i glykolysen. Den frigjorda energin binds i fosfatbindningar i det högenergetiska ämnet ATP och kan användas som energikälla för att driva komplicerade syntesreaktioner i cellen.

Skeendena är till sina grundläggande drag motsatta. I det ena bidrar energin från solljuset till att vatten spjälks och koldioxid binds, och då bildas glukos. I det andra bryts glukos ned och slutprodukterna koldioxid och vatten bildas samtidigt som energi frigörs. Användningen av ATP (som producerats i ljusreaktionerna) i produktionen av glukos i kloroplasterna samt produktionen av ATP i mitokondrierna kan ses som ett annat motsatt drag.

## Uppgift 3

### a)

Individ som har egenskaper som gynnar för överlevnaden har ett bättre utgångsläge på grund av det naturliga urvalet. Detta syns i form av reproduktionsframgång. Alleler från individ med högre livsduglighet (fitness) förs på detta sätt vidare till avkomman. Det naturliga urvalet riktas dock mot individets fenotyp. Om en sjukdom orsakas av en recessiv allel påverkas inte en heterozygot sjukdomsbärares livsduglighet av den och därigenom påverkas inte heller nedärvningen av allelen av naturligt urval. I detta fall fortbestår den skadliga allelen i populationen. I vissa fall kan en heterozygot bärare av en skadlig recessiv allel ha en högre livsduglighet än ett friskt homozygot individ. Ett välkänt exempel på detta är den mutation som orsakar sicklecellanemi, vars heterozygota bärare är immuna mot malaria. I detta fall kan det naturliga urvalet gynna individ som bär på allelen.

### b)

- Vid stabiliserande urval gynnas individ som är medelmåttliga gällande någon viss egenskap, och andelen extrema fenotyper minskar. Stabiliserande urval sker hos populationer som lever i en relativt stabil miljö.
- Riktat urval gynnar individ vars egenskaper ökar deras livsduglighet i en ny, förändrad miljö.
- Diversifierande urval gynnar individ som representerar variationens extremfall vad gäller någon viss egenskap. Diversifierande urval sker då en population lever på områden som skiljer sig från varandra till sin miljö (= stor ekologisk amplitud). Diversifierande urval kan främja artbildning.

## Uppgift 4

Replikation innebär duplicering av genetiskt material genom kopiering. DNA dupliceras under interfasen i celledningen då det bildas två identiska systerkromatider ur en kromosom. Detta möjliggör att proteinsyntesen (transkription och translation) kan fortgå i dottercellerna. Duplikationen katalyseras av DNA-polymeras, och den sker enligt basparsprincipen: adenin-tymin och cytosin-guanin.

Vid transkriptionen kopieras basparssekvensen i DNA:t till RNA katalyserat av RNA-polymeras. Budbärar-RNA, transfer-RNA och ribosomalt RNA behövs för att påbörja proteinsyntesen. Mekanism: Basparssekvensen i DNA kopieras till RNA enligt basparsprincipen: adenin-uracil och cytosin-guanin.

Translation innebär översättning av basparsordningen i budbärar-RNA:t till aminosyreordningen i det protein som produceras. Mekanism: Budbärar-RNA rör sig mellan den mindre och den större enheten i ribosomen samtidigt som transfer-RNA hämtar de aminosyror som motsvarar trippelkodonet till platsen, och de fogas samman med peptidbindningar. På detta sätt kan basparsordningen i budbärar-RNA:t översättas till aminosyreordningen i det protein som bildas.

## Uppgift 5

**a)**

På bild 1 finns växter som är typiska för frodiga skogar: blåbär, harsyra, blåsippa och ekorrbär. Dessa växter växer i en miljö där det finns mera kväve och marken är mindre sur än i myrmiljön på bild 2.

Växterna på bild 2, sileshår, vitmossa, tranbär och pors, lever på myrar där det finns ont om kväve och marken är surare än i frodiga skogar. (3 p.)

**b)**

Då dött växtmaterial bryts ned frigörs kväve i marken. Sekret från djur (urin, avföring) samt kropparna av döda djur (nedbrytning) ökar lokalt mängden kväve. Regnvatten och torrnedfall för med sig kväveföreningar. Vissa mikrober som lever fritt i marken eller i symbios kan binda kväve ur luften. (2 p.)

**c)**

Exempel på växter och deras sätt att få mer kväve:

- Bakterier i rotknölna hos alar och ärtväxter binder fri kvävgas ur luften.
  - Köttätande växter (t.ex. sileshår, tätört, Venus flugfälla) fångar insekter som ger dem kväve då de bryts ned.
  - Halvparasiter (t.ex. kovall) tar kväve från andra växter.
  - I samband med mykorrhiza ger svamppartnern kväve till växtpartnern (allmänt hos många växter).
  - Andra korrekta exempel godkänns också.
- (1 p.)

## Uppgift 6

De grundläggande funktionerna hos  $\alpha$ - och  $\beta$ -cellerna i öarna i bukspottkörteln som kontrollerar blodets glukoshalt är viktiga eftersom glukos används i kroppen som energikälla vid cellandningen samt för bildandet av fetter och glykogen.

Grunddragen för bukspottkörtelns kontrollfunktion: Då glukoshalten i blodet ökar efter en kolhydratrik måltid stimuleras sekretionen av insulin från  $\beta$ -cellerna i bukspottkörteln till blodomloppet, vilket gör att glukos från blodet tas upp av cellerna och glukoshalten i blodet sjunker till normalnivå. Då glukoshalten i blodet sjunker mellan måltiderna stimuleras sekretionen av glukagon från  $\alpha$ -cellerna i bukspottkörteln till blodet, vilket leder till att levern börjar frigöra glukos ur glykogen och glukoshalten i blodet stiger till normal nivå.

Stenåldersmänniskan fick lite kolhydrater ur sin föda, vilket gjorde att sekretion av insulin behövdes bara då hon lyckades få tag på kolhydratrik föda. Den moderna människan får hela tiden, och ofta för mycket, kolhydrater och socker ur sin föda, vilket kan leda till fetma. På grund av det höga intaget av näring är glukoshalten i blodet hela tiden hög, vilket gör att bukspottkörteln ständigt måste avge insulin. Detta kan leda till diabetes av typ II. Då är cellernas känslighet för insulin nedsatt och glukoshalten i blodet ständigt för hög.

## Uppgift 7

Resultaten från experimenten för vardera arterna jämförs med resultaten för kontrollerna för samma art. Om de olika arterna jämförs med varandra måste det beaktas att tillväxthastigheten hos kontrollerna varit olika, vilket återspeglar skillnaderna i tillväxt och näringsbehov mellan arterna.

Vete:

Tillsatsen av kväve (+N) ökade tillväxten, vilket visar att bristen på kväve har varit en faktor som i någon mån begränsat tillväxten. Tillsatsen av fosfor (+P) ökade inte tillväxthastigheten, och sålunda är fosfor inte ett begränsande näringsämne för vetets tillväxt. Samtidig tillsats av både kväve och fosfor påvisade samverkan mellan näringsämnena, d.v.s. tillsatsen av kväve har också ökat behovet av fosfor, vilket leder till att tillväxthastigheten ökar mer än då bara ett näringsämne tillsatts.

Vitklöver:

Tillsatsen av kväve ökade inte tillväxthastigheten eftersom vitklövern binder kväve ur luften med hjälp av sina rotnölsbakterier. Fosforgödning ökade klart tillväxthastigheten, och sålunda har brist på fosfor utgjort en begränsande faktor för tillväxten. Den kombinerade effekten av en tillsats av både kväve och fosfor hade inga betydelse eftersom redan en tillsats av enbart fosfor ledde till en lika stor ökning av tillväxthastigheten. Jämfört med kontrollen orsakade båda de sistnämnda gödslingarna dock en märkbar ändring av tillväxthastigheten.

## Uppgift 8

a)

Eftersom Kalles och hans förra frus barn insjuknade är Kalle bärare av sjukdomsgenen och sålunda heterozygot. Sannolikheten att Kalle bär på sjukdomen är därmed 100 %, och sannolikheten att han är helt frisk (homozygot) är 0 %.

b)

Eftersom Eilas syster dött i sjukdomen, (som orsakas av en recessiv allel), är hennes båda föräldrar heterozygota för sjukdomsallelen. Barn med sådana föräldrar är med 25 % sannolikhet friska homozygoter, med 50 % sannolikhet sjukdomsbärande heterozygoter och med 25 % sannolikhet sjuka homozygoter. Eftersom Eila enligt frågetexten är frisk kommer det sistnämnda alternativet inte på fråga. Sålunda är sannolikheten att Eila är helt frisk  $25/75 = 1/3$  ( $\approx 33\%$ ) och sannolikheten att hon är bärare av sjukdomen  $50/75 = 2/3$  ( $\approx 67\%$ ).

c)

Eftersom Kalle med säkerhet är bärare av sjukdomen och Eila kan vara antingen helt frisk eller bärare, är alla tre alternativen möjliga.

## Uppgift 9

a)

Rodopsin är pigmentet i stavcellerna på ögats näthinna. Det reagerar känsligt på ljus och möjliggör skymningsseendet. I kraftigt ljus förblir rodopsinet i ickefunktionell (sönderfallen) form, vilket kommer fram när man förflyttar sig från ett rum med kraftig belysning till ett mörkt utrymme; ögats förmåga att urskilja objekt återkommer med en fördröjning (adaptation). Då ljuset träffar det ljuskänsliga rodopsinet i stavcellerna lösgörs retinal- och opsinmolekylerna från varandra (egentligen förändras den tredimensionella strukturen hos retinalet och rodopsinet), vilket leder till att en nervimpuls avges från stavcellen. Nervimpulsen fortplantas via förmedlande nervceller till synnervens ganglieceller. Synbanan går via mellanhjärnan till syncentrum som sitter i stora hjärnans nacklob. Det egentliga synintrycket (bilden) uppkommer i hjärnbarken i stora hjärnan.

b)

Centralgropen (gula fläcken) är den punkt där synen är skarp. Hit projiceras ljuset från det objekt som ögat just då fokuserar på. Om ljusstrålen bryts framför centralgropen eller till en punkt bakom näthinnan, är det fråga om ett brytningsfel som försämrar synförmågan (när- eller långsynthet).

Det finns endast tappor i centralgropen. Tapparna innehåller synpigment som absorberar antingen blått, grönt eller rött ljus (ca 400–540 nm, 450–630 nm, 470–690 nm). Eftersom pigmentens spektra delvis överlappar varandra kan alla våglängder (färger) av synligt ljus uppfattas.

## Uppgift 10

a)

Till det centrala nervsystemet, som sänder och tar emot nervimpulser, hör hjärnan och ryggmärgen. Hjärnans delar är stora hjärnan, mellanhjärnan, mitthjärnan, hjärnbalken, den förlängda märgen och lillhjärnan.

Till det perifera nervsystemet hör kranialnerverna, ryggmärgsnerverna och de yttre delarna av det autonoma nervsystemet (de sympatiska och parasympatiska banorna).

b)

Myelinskidan är en lipid- och proteinhaltig skida som omger nervcellernas axon. Den produceras av nervsystemets stödjeceller (i det perifera nervsystemet av Schwannceller och i det centrala nervsystemet av s.k. gliaceller). Ju tjockare den isolerande myelinskidan är, desto snabbare fortplantar sig nervimpulsen genom axonet till den presynaptiska terminalen. Hastighetsökningen baserar sig på hur nervimpulsen hoppar framåt; en ny impuls kan inte uppkomma under myelinskidan utan endast vid Ranviernoderna. Då myelinskidan förtunnas färdas nervimpulserna långsammare.

c)

Mellanhjärnan reagerar på blodets koncentration (salthalt). Då koncentrationen är hög ger mellanhjärnan order åt hypofysens baklob att öka utsöndringen av ADH i blodomloppet. ADH ökar återupptagningen av vatten till blodomloppet i njurarnas tubuli. Då späds blodet ut och samtidigt minskar mängden urin som leds till urinblåsan och behovet att urinera minskar (urinen koncentreras). Under påverkan av alkohol späds urinen ut och behovet att urinera ökar.

## Uppgift +11

- Tidpunkt:  
Den kenozoiska eran började för ungefär 65 miljoner år sedan och pågår ännu. Den kenozoiska eran kan delas in i tertiärperioden och kvartärperioden. Kvartärperioden utgörs av de senaste ungefär 1,8 miljoner åren.
- Geologiska skeenden:  
Kontinentalplattorna förflyttades till sina nuvarande lägen. De syd- och nord-amerikanska kontinentalplattorna förenades. De afrikanska och indiska kontinentalplattorna förenades med Eurasien. Detta möjliggjorde en uppblandning av faunan. Australien separerades från Antarktis. Bergskedjor veckades (t.ex. Alpena och Himalaya), vilket orsakade geografisk isolation. Vulkanutbrott förändrade jordytans form.
- Klimat:  
Det varma och fuktiga klimatet blev småningom svalare och torrare. Gräs-savanner och stäpper blev allmänna. I slutet av den kenozoiska eran ledde tidvis nedkylning av klimatet till en serie istider, av vilka den senaste tog slut ungefär 12 000 år sedan.
- Växtriket:  
De gömfröiga (blommande) växterna blev allmännare. Mekanismer för att locka pollinerare, t.ex. produktion av nektar, blomfärg och specialstrukturer, utvecklades hos gömfröiga växter.

- Djurriket:
  - Många insekter samt fåglar och fladdermöss utvecklades till pollinerare eller fröspridare av gömfröiga växter genom koevolution. Flera nya grupper av däggdjur utvecklades, bl.a. valar, gnagare, fladdermöss, hästar och kameler. Primaternas utveckling började.
  - Människan utvecklades i Afrika. Släktet *Homo* började utvecklas i Afrika under kvartärperioden. Från Afrika koloniserade sedan människan övriga kontinenter.
  - Slutet på kvartärperioden utgör människans herravälde (användning av eld och verktyg, jordbruk, boskapsskötsel, användning av metaller, industrialiseringen, teknikens framfart, rymdfärder, m.m.)
  - Människan orsakar utrotning av många arter och minskad artrikedom. Flera jättefåglar (moan, madagaskarstrutsen m.fl.) och storvuxna däggdjur (mammuten, den ulliga noshörningen m.fl.) försvann. Människan har med sin aktivitet orsakat uppvärmning av klimatet samt förstört livsmiljöer på många ställen på jorden.

### Uppgift +12

I svaret bör miljöns inverkan på genernas reglerande funktion samt allelernas roll för fenotypen och nedärvningen av egenskaperna behandlas. I svaret kan polygena egenskaper (1–4, 6, 9, 11–13) behandlas som en helhet, dock så att varje egenskap på något sätt karakteriseras. För varje egenskap bör metodens lämplighet samt pålitlighet vid identifieringen av individer bedömas.

1. *Kroppsbyggnaden* påverkas av det genetiska arvet från föräldrarna samt av eventuella utvecklingsstörningar. Till de förvärvade egenskaperna hör bl.a. drag som formats av sjukdomar, skador, kost, fysisk träning etc. Könet samt könshormoner definierar könsrelaterade fenotypa drag. Det är viktigt att konstatera att kroppsbyggnaden är en polygen egenskap med många variabler. I detta sammanhang kan även epigenetisk kontroll behandlas, till vilket bl.a. kostens inverkan hör. En bedömning av kroppsbyggnaden ger en tämligen pålitlig bild av de utmärkande dragen hos en individ.
2. *Formen på näsan* är en egenskap som är kraftigt nedärvd och som dessutom visar relativt tydliga etniska särdrag. Formen på näsan utgör ett tämligen pålitligt drag vid identifiering av individer.
3. *Längden* är precis som kroppsbyggnaden en polygen egenskap. Längden påverkas under uppväxttiden av bl.a. tillväxthormoner och könshormoner. (Fosterutvecklingen och) kosten spelar en central roll vid kroppens längdtillväxt. Längdtillväxten avstannar senast vid ca 20 års ålder då tillväxtzonerna i de långa benen slutar fungera. Längden kan anses vara en riktgivande identifieringsegenskap.
4. *Hudfärgen* är en polygen egenskap vars styrka bestäms av pigmentmängden som produceras av pigmentcellerna (melanocyterna) i överhuden. Ju mer pigmentceller det finns, desto mörkare är huden. Solens UV-strålning ökar produktionen av pigment, vilket gör att hudfärgen hos ljushyade personer kan variera i någon mån. Hudfärgen är en pålitlig identifieringsegenskap.

5. *Hänthet*. Största delen av människorna är högerhänta, vilket innebär att det motoriska cortex i den vänstra hjärnhalvan kraftigare kontrollerar händernas rörelser hos flertalet människor. Hänthet är en tämligen pålitlig identifieringsegenskap.
6. *Fingeravtryck* baserar sig på formen på hudvecken (bildas på gränsen mellan läderhuden och överhuden) på fingerspetsarna, och den är genetiskt kontrollerad. Hudvecken har så fina drag att de relativt pålitligt kan användas vid identifiering av individer. Metodens pålitlighet ökar i och med att de olika fingrarna hos samma individ har olika mönster.
7. *Ett foto* ger en överblick av personens fenotyp, ögonfärg, hårfärg, ålder, kön, etnisk tillhörighet o.s.v. Ett foto påvisar den genetiska variationen mellan olika individer på ett allmänt plan. Et foto utgör ett tämligen säkert sätt att identifiera en individ.
8. *Ett DNA-prov* är den pålitligaste identifieringsmetoden. Ur DNA bestämmer man individens genotyp med molekylbiologiska metoder. Som mest exakt baserar sig metoden på identifiering av enskilda nukleotidskillnader (snips). DNA-prover kan fås ur celler eller sekret. Släktskapsförhållanden kan klargöras genom att man jämför genomerna (de genetiska fingeravtrycken) hos olika individer med varandra.
9. *Rösten* och röstklangen bestäms av stämbandets uppbyggnad. Röstklangen är en polygen egenskap. Röstens egenskaper beror på könet. Manliga könshormon förändrar stämbandets struktur, vilket gör att pojkars röst förändras i målbrottet. Eftersom människan kan förstå sin röst utgör den inte ett helt pålitligt sätt att identifiera en individ.
10. *Skoavtryck* ger en uppfattning om fotstorleken och eventuellt också om sättet att gå samt om eventuella handikapp. Egenskapen är riktgivande.
11. *Ögonfärgen* är en ärftlig polygen egenskap som bestäms av åtminstone tre allelpar och som inte påverkas av omgivningen. Mörka ögon är en dominant egenskap medan blåa ögon är en recessiv egenskap. Rödögdhet som hör ihop med albinism orsakas av en recessiv mutation som leder till att pigmentcellerna fattas. Ögonfärgen utgör en pålitlig metod för identifiering av individer.
12. *Hårfärgen* är en ärftlig polygen egenskap. Håret består av döda celler som kan färgas, och utgör därför inte någon speciellt pålitlig metod för identifiering.
13. *Fotstorleken* är en ärftlig polygen egenskap som påverkas av de gener och yttre faktorer som påverkar tillväxten i allmänhet. Egenskapen är riktgivande.