



Biologi 25.3.2021

Slutgiltiga beskrivningar av goda svar 18.5.2021

Grunderna enligt vilka bedömningen gjorts framkommer i de slutgiltiga beskrivningarna av goda svar. Uppgiften om hur bedömningsgrunderna tillämpats på examinandens provprestation utgörs av de poäng som examinanden fått för sin provprestation, de slutgiltiga beskrivningarna av goda svar och de föreskrifter gällande bedömningen som nämnden gett i sina föreskrifter och anvisningar. De slutgiltiga beskrivningarna av goda svar innehåller och beskriver inte nödvändigtvis alla godkända svarsalternativ eller alla godkända detaljer i ett godkänt svar. Eventuella bedömningsmarkeringar i provprestationerna anses vara jämfällbara med anteckningar och sålunda ger de, eller avsaknaden av markeringar, inte direkta uppgifter om hur bedömningsgrunderna tillämpats på provprestationen.

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, i säkerställandet av naturens mångfald samt i främjandet av en hållbar utveckling.

I studentexamensprovet i biologi bedöms hur utvecklade 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 belyser dem med exempel. Ett gott svar är baserat på fakta och inte på ogrundade åsikter. I ett gott svar presenteras tabeller, övrig data och illustrationer på ett överskådligt sätt.



Del 1: 20-poängsuppgift

1. Flervalssuppgift (20 p.)

1.1 Vilket av följande påståenden är rätt? (2 p.) (flervalssvar)

- Naturligt urval fungerar vanligen på individnivå. (2 p.)

1.2 Vilket av följande påståenden gällande klassificeringen av organismer är rätt? (2 p.) (flervalssvar)

- Vid klassificeringen av organismer används klassificeringen art, släkte, familj, ordning, klass och fylum (stam eller division). (2 p.)

1.3 Vilket av följande djur är närmast släkt med människan ur evolutionshistorisk synvinkel? (2 p.) (flervalssvar)

- groda (2 p.)

1.4 Vilken av följande växtarter är närmast släkt med rönnen ur evolutionshistorisk synvinkel? (2 p.) (flervalssvar)

- maskros (2 p.)

1.5 Vilket av följande påståenden gällande förhållandet mellan arter är rätt? (2 p.) (flervalssvar)

- En parasit drar nytta av sin värd och ett rovdjur av sitt byte. (2 p.)

1.6 Vilket av följande beskriver termen organismsamhälle bäst? (2 p.) (flervalssvar)

- alla levande organismer i en damm, till exempel näckrosor, kiselalger, abborrar, musslor och vattenloppor (2 p.)

1.7 Vilket av följande beskriver bäst trofinivån producenter i ett landecosystem? (2 p.) (flervalssvar)

- Dess biomassa är störst jämfört med de andra trofinivåerna. (2 p.)

1.8 Vilket av följande påståenden gällande miljögifter är rätt? (2 p.) (flervalssvar)

- DDT-halten i finska toppredatorer har minskat de senaste åren. (2 p.)

1.9 I växt- och djurceller finns (2 p.) (flervalssvar)

- mitokondrier, ribosomer och en nukleol. (2 p.)

1.10 I en stor, genomskinlig behållare fylld med vatten sattes en liten mängd grus, gröna vattenväxter och en fisk. Behållaren tillslöts lufttätt och placerades nära ett fönster så att den dagtid utsattes för solljus. Koldioxid ansamlas i luftrummet i behållaren. Koldioxiden kommer (2 p.) (flervalssvar)

- från växterna och fisken, som hela tiden producerar koldioxid i sin cellandning. (2 p.)



Del 2: 15-poängsuppgifter

2. Syreupptagningen hos djur (15 p.)

2.1 (5 p.)

Sammanlagt 5 poäng av följande:

Syre behövs vid cellandningen (1 p.), i vilken cellerna i aeroba förhållanden frigör energi för egen användning (1 p.).

Vid cellandningen behövs syre i mitokondriens elektrontransportkedja (1 p.) där vatten bildas av syre och väte (1 p.) och ATP bildas.

Reaktionsformeln för cellandningen: $C_6H_{12}O_6 + 6 O_2 \rightarrow 6 CO_2 + 6 H_2O + \text{energi}$. (1 p.)

Många av de biomolekyler som är nödvändiga för livet, t.ex. fettämnen, kolhydrater, proteiner och vitaminer innehåller syre. (1 p.)

I vattenmolekyler finns syre, och alla levande organismer innehåller rikligt med vatten (1 p.).

Fagocyter som utför fagocytos producerar skadliga syreradikaler då de förstör mikrober som tagit sig in i kroppen. (2 p.)

2.2 (10 p.)

Identifiering av arterna, 3 x 1 poäng:

Art 1: abborre

Art 2: (europeisk/amerikansk) bäver

Art 3: (vanlig) groda

Sammanlagt 7 poäng av följande:

Abborren tar upp löst syre direkt ur vattnet (1 p.). Syreupptagningen sker med hjälp av gälar (1 p.). Gälarna är veckade strukturer som innehåller mycket blodkärl och där gasutbytet sker (1 p.).

Den europeiska bävern tar upp syre med hjälp av lungor (1 p.). Den syrehaltiga luften förs aktivt in i lungorna med hjälp av andningsmuskulaturen (diafragman, interkostalmusklerna) (1 p.). Gasutbytet sker i alveolerna (1 p.).

Den vanliga grodan tar upp syre både ur vattnet och ur luften (1 p.). Syreupptagningen sker både med hjälp av lungor och genom huden (1 p.). Huden måste vara fuktig för att gasutbyte genom huden ska vara möjligt (1 p.). Endast ett poäng kan erhållas för grodans syreupptagning om huden eller lungorna saknas i svaret.



I alla de fall som nämnts ovan förs syre med hjälp av diffusion genom cellmembranet in i cellen från utsidan (från vattnet eller luften) (1 p.).

3. Stadsekologi (15 p.)

I städer förekommer mycket olika livsmiljöer. I vissa städer är bebyggelsen tät, i andra finns mycket grönområden, till exempel skog och odlingsmark.

I ett gott svar behandlas både för- och nackdelarna med städer som livsmiljö för växter och djur, till exempel ur följande synvinklar (1 poäng / motiverad punkt):

Drag i stadsmiljön som inverkar fördelaktigt på växter och djur:

- Olika utsprång och håligheter samt husens vindar erbjuder boplatser och gömställen för många djur (hålbbyggare).
- Avfallskärl och avfall erbjuder föda för många fåglar och däggdjur (t.ex. räva, mårhund, brunråtta, skata och kråka).
- Växtligheten på grönområden kan vara mångsidig (parker, begravningsplatser, ruderatmark, skogar, trädgårdar, åkrar) vilket ökar antalet insekter och därmed antalet fågelarter på området.
- Särskilt inverkan av stadsskogarnas kantområden ökar arternas mångfald.
- I städer är temperaturen 1–3 grader högre än på landsbygden eftersom asfalten och byggnaderna binder värme. Spillvärme frigörs från luftväxlingskanaler, avlopp och fjärrvärmerör. Till följd av detta lever det sydligare arter i städerna än på den omgivande landsbygden.
- I parkerna finns mycket gamla träd, vilket gynnar hålbbyggare och nedbrytarsvampar.
- Asätare gynnas av djur som dödas i trafiken.
- Många fåglar skaffar föda på torgen (skrattmåsar och fiskmåsar har hittat en ny ekologisk nisch).
- På ruderatmark kan det finnas en till antalet rik växtlighet (groblad, gatkamomill, våtarv (natagräs), renfana, svinmålla, maskros).
- Skogarna och odlingsmarken i landsbygdslika städer erbjuder livsmiljöer för många djurarter.
- I vissa städer har man en förkärlek för (växtbäklädda) gröna tak. De ökar insektartantalet och ger fler möjligheter för fåglar att häcka.
- De platta taken på byggnaderna i städer är goda häckningsplatser för t.ex. måsar.
- I städer vid havet håller fartygstrafiken hamnområdena isfria, vilket gynnar gräsand och måsar.



Drag i stadsmiljön som är skadliga för växter och djur:

- I städerna finns stora områden som är täckta med asfalt (parkeringsplatser, gator, torg, flygplatser). Asfalten binder värme och hindrar vatten från att tränga ner i marken.
- Ofta regnar det mera i städerna än på landsbygden, eftersom det finns mera kondenseringskärnor i stadens luft.
- Mängden luftföroreningar är stor jämfört med landsbygden (utsläpp från trafiken och uppvärmningen).
- Höga byggnader bildar sk. vindtunnlar som är ogynnsamma för djuren.
- En växtlighet där en del arter har avlägsnats (parker) minskar biodiversiteten.
- På grönområdena finns endast rikligt av arter som hör till successionens pionjärstadium.
- Gatu- och reklambelysningen stör organismernas föröknings- och dygnsrytm.
- Mängden smält- och regnvatten kan vara mycket stor, vilket kan leda till lokala översvämningar.
- Det ständiga bullret påverkar djurens beteende (t.ex. hörs inte fåglarnas sång).
- Den ständiga slitningen av marken, grävande och marktransport förändrar djurens och växternas livsmiljöer.
- Livsmiljöernas mosaiklika förekomst försvårar organismernas spridning (ekologiska korridorer saknas).
- Djur dör i trafikolyckor.
- Invasiva arter, t.ex. vresros, björnloka, pestrot, lupin, jättebalsamin (arter från ballastjord i gamla hamnar, arter som kommit med järnvägstrafiken och arter som spridit sig från trädgårdar) erövrar livsmiljöer av den ursprungliga växtligheten.
- Husdjur som människor övergivit konkurrerar med de ursprungliga arterna.
- Näringskretsloppet är fattigt eftersom det inte finns lika mycket nedbrytbart material som på landsbygden. I parkerna förs t.ex. döda växter bort. Näringskretsloppet är öppet.
- Den täta trafiken ger upphov till avgaser som främjar försurningen.
- Vattnen eutrofieras av den stora mängden dagvatten (asfaltens inverkan) och på grund av luftföroreningarna.
- Städernas stora avstjälpningsplatser ökar t.ex. antalet råttor.

För belysande artexempel ges högst 2 poäng (3 växt- och 3 djurarter).

Däggdjur som anpassat sig till städer i Finland är t.ex. fälthare, ekorre, igelkott, mårddhund, räv, grävling, kanin, skogsmus, brunrätta och fladdermöss. Fåglar som anpassat sig är tamduva, pilfink, gråsparv, tornseglare, kaja, kråka och skata. Arter som häckar i skogar, på stränder eller på odlingsmark men som hämtar föda i städerna är t.ex. duvhök och skrattmå.



Om dispositionen av svaret är bristfällig eller om svaret innehåller betydande fel kan högst 13 poäng erhållas.

4. Cellmembranets genomsläpplighet (15 p.)

4.1 (9 p.)

Cellmembranets strukturer (3 × 1 p.):

1. kolesterol
2. membranprotein (även andra benämningar på membranprotein, t.ex. kanalprotein, jonkanal, pumpprotein, transportprotein och bärarprotein godkänns)
3. membranlipid (även andra benämningar, t.ex. lipidmembran och fosfolipidmembran godkänns)

Strukturernas betydelse för cellmembranets funktion (sammanlagt 6 p. till exempel av följande):

Kolesterol gör cellmembranets struktur styvare. (1 p.)

Vissa ämnen tränger igenom cellmembranet genom membranproteinerna. (1 p.) Med hjälp av membranproteiner upprätthålls skillnader i halten av många ämnen (joner, ämnesomsättningsprodukter) i levande celler. (1 p.) Ämnen transporteras både in och ut ur cellen genom membranproteiner. (1 p.) Membranproteiner kan fungera som receptorer eller enzymer. (1 p.)

Membranlipiderna bygger upp cellmembranets grundstruktur (1 p.) som begränsar hur ämnen rör sig genom cellmembranet (1 p.). Membranlipidernas fettsyror bildar den vattenavstötande (hydrofoba) delen av cellmembranet och glycerol den hydrofila delen. (1 p.)

Om strukturen har namngetts fel erhålls inga poäng för beskrivning av funktionen.

4.2 (6 p.)

Sammanlagt 2 poäng/punkt.

a) Koldioxid i gasform förs genom diffusion (1 p.) passivt (i samma riktning som koncentrationsgradienten) (1 p.) genom cellmembranet.

b) Glukos transporteras genom cellmembranet med hjälp av ett bärarprotein (glukostransportör) (1 p.) i samma riktning som koncentrationsgradienten, vilket inte kräver energi (1 p.). Glukos kan även transporteras med hjälp av en proteinpump (1 p.). I detta fall är transporten aktiv, d.v.s den kräver energi (1 p.).



c) Etanol är ett organiskt lösningsmedel (1 p.). Etanol är en polär förening, men på grund av sin opolära kolkedja förs den lätt genom cellmembranet genom diffusion. (1 p.)

5. Enzymproduktion i cellerna (15 p.)

Sammanlagt 15 poäng till exempel av följande:

Enzymer är proteiner som bildas vid proteinsyntesen. (1 p.)

Genens struktur och aktivering (högst 4 p.)

- En gen består av en kontrollregion och regioner som kodar för RNA, d.v.s. exoner. Mellan dessa finns ickekodande regioner, d.v.s. introner. (1 p.)
- I kontrollregionen finns en promotor (1 p.) före det kodande området, och framför denna finns förstärkarsekvenser (1 p.) som hjälper till exempelvis med inledandet av avläsningen av genen (1 p.)
- Genens kontrollregion har som sin uppgift att inleda avläsandet av genen och uppbyggnaden av RNA:t. (1 p.)

Transkriptionen (högst 4 p.)

- Avläsningen av genen inleds då RNA-polymerasenzymet binder sig till promotorn på DNA-strängen. (1 p.)
- Avläsningen fortskrider nukleotid för nukleotid då den komplementära nukleotid som motsvarar nukleotiden på strängen fogas till den RNA-kedja som bildas (1 p.) i enlighet med basparningsprincipen. (1 p.)
- Intronerna skärs bort från förstadie-RNA:t (pre-mRNA:t). (1 p.)
- Det färdiga budbärar-RNA:t glider ut i cytoplasman ur cellkärnan genom en öppning i kärnmembranet. (1 p.)

Translationen (högst 4 p.)

- Budbärar-RNA:t fäster sig på en ribosom (1 p.) i det grova endoplasmatiska nätverket. (1 p.)
- Transport-RNA, som finns i cytoplasman, hämtar en aminosyra som fäster sig vid deras ena ända till den kodon på budbärar-RNA:t som för tillfället befinner sig vid ribosomen. (1 p.)
- Om kodonet på budbärar-RNA:t och antikodonet på transport-RNA:t passar ihop enligt basparningsprincipen lossnar aminosyran från transportören. (1 p.)
- Ribosomen bildar en peptidbindning mellan aminosyrorna. (1 p.)



- Aminosyrakedjan utgör proteinets primärstruktur. (1 p.)

Modifiering av proteinet samt utsöndring av enzymet i tunntarmen (högst 4 p.)

- Aminosyrakedjan med sin primärstruktur viker sig till en tredimensionell molekyl. (1 p.)
- Kolhydratdelar kan ännu fogas till proteinet i Golgiapparaten. (1 p.)
- Proteinerna samlas ihop i membranblåsor som har identifieringsmolekyler på ytan. (1 p.)
- Med hjälp av identifieringsmolekylerna förs blåsorna till cellmembranet och smälter samman med det, vilket gör att innehållet i blåsan frigörs utanför cellen genom exocytos. (1 p.)

6. Hemofili (15 p.)

6.1 (10 p.)

Sammanlagt 10 poäng till exempel av följande:

Blodets koagulering är en komplicerad reaktionskedja som påverkas av många koaguleringsfaktorer (proteiner i blodet) (1 p.), varav de flesta bildas i levern. (1 p.) Kalciumjoner får protrombin att omvandlas till trombin. (1 p.) K-vitamin behövs för att bilda protrombin. (1 p.)

Kollagen (1 p.) i väggen på ett blodkärl som gått sönder styr blodplättar (trombocyter) (1 p.) till platsen.

Trombinenzym gör att lösligt fibrinogen (1 p.) i blodet omvandlas till trådigt och olösligt fibrin (1 p.). Blodets celler fastnar i fibrinet och täpper till såret. (1 p.)

Sammandragning av blodkärlen dämpar också blodflödet. (1 p.)

Fibrinet och de celler som fastnat i det samt blodserumet som torkar bildar en sårskorpa (1 p.) som skyddar såret (1 p.).

Under sårskorpan bildas ett nytt hudlager. (1 p.)

Inverkan av olika sjukdomar eller vård av såret på hur såret läks kan även behandlas i svaret (1–2 p.)

6.2 (5 p.)

Drottning Elizabeth kan inte vara bärare av den sjukdomsallel som nedärvs från drottning Viktoria (1 p.)

eftersom det finns tre kungar (Edward VII, George V och George VI) som inte konstaterats ha hemofili mellan



henne och drottning Victoria i släkträdets (1 p.). En man kan inte vara symptomfri bärare av en recessiv allel som nedärvs i X-kromosomen. (1 p.)

Eftersom varken William eller Harry har konstaterats ha hemofili kan inte hemofili B-allelen nedärvas till deras ättlingar genom dem. (1 p.) Om Williams eller Harrys barn skulle ha hemofili måste sjukdomen nedärvas från barnets mor (Catherine eller Meghan) som då skulle vara bärare av den. (1 p.) Ett annat alternativ är att denna mutation som är bunden till X-kromosomen skulle ha skett i könscellerna hos någondera av föräldrarna. (1 p.)

7. Fortplantningen av en nervimpuls (15 p.)

7.1 (8 p.)

2 p./punkt

1. Vid tidpunkt 1 råder vilopotential. (1 p.) Natriumkanalerna är stängda. Läckkanaler för kalium är öppna men de spänningskänsliga kaliumkanalerna är stängda (1 p.). De stora anjonerna inne i cellen kan inte komma igenom cellmembranet till cellmellanrummet (1 p.), vilket gör att cellens insida är negativt laddad jämfört med utsidan. (1 p.)

2. I det andra skedet sker depolarisering (1 p.). En retning får natriumkanalerna att öppna sig (1 p.) vilket leder till att natriumjoner (Na^+) flödar in i cellen. Insidan av cellen blir positivt laddad (1 p.) jämfört med utsidan. Härmed uppnås aktionspotentialen och impulsen förs framåt (1 p.).

3. I det tredje skedet sker repolarisering (1 p.). Natriumkanalerna stängs snabbt och kaliumkanalerna öppnas (1 p.) vilket leder till att kalium (K^+) strömmar ut ur cellen. Insidan av cellen blir igen negativt laddad jämfört med utsidan av cellen. (1 p.)

4. Natrium-kaliumpumpen återför jonerna till deras respektive ursprungliga sida av cellmembranet (1 p.) vilket gör att vilopotentialen återupprättas. Na^+/K^+ -pumpen kräver ATP-energi. (1 p.)

ELLER

Då de spänningskänsliga kaliumkanalerna är öppna strömmar mera kalium ut ur cellen i riktning med koncentrationsgradienten än då vilopotential råder (1 p.). På grund av detta är cytoplasman ett tag mer negativ än vilopotentialen (1 p.), d.v.s. en (efter)hyperpolarisering uppstår (1 p.). Natrium-kaliumpumpen



upprätthåller koncentrationsskillnaderna av natrium och kalium mellan utsidan och insidan av cellen (1 p.).
 Na^+/K^+ -pumpen kräver ATP-energi (1 p.).

I punkt fyra motsvarar det första alternativet det som presenteras i vissa läromaterial för gymnasiet medan det senare alternativet motsvarar nuvarande vetenskap.

7.2 (2 p.)

8 millisekunder (ms) från början av kurvan. (1 p.)

En ny nervimpuls kan inte uppkomma innan vilopotentialen har återupprättats (jonerna har återgått till rätt sida av cellmembranet d.v.s. cellmembranet har repolariserats). (1 p.)

7.3 (5 p.)

En viljestyrd rörelse (sammanlagt högst 2–3 p. av följande)

Att sparka en boll är en viljestyrd rörelse (1 p.) där signalen uppkommer i (stor)hjärnan på den motoriska hjärnbarken (1 p.) varefter den fortsätter till ryggmärgen och därifrån vidare längs en rörelsenerv till musklerna som drar foten bakåt (1 p.). Lillhjärnan deltar i finjusteringen av rörelsen (1 p.).

En reflex (sammanlagt högst 2–3 p. av följande)

Då foten dras tillbaka på grund av smärta är det frågan om en reflex. (1 p.) Smärtnervändorna retas snabbt, varvid känselnerven (1 p.) för signalen vidare via en förmedlande nervcell (1 p.) i ryggmärgen (1 p.) direkt till en rörelsenerv som får de muskler som drar tillbaka foten att sammandras (1 p.). (Signalen går samtidigt vidare till hjärnan genom ryggmärgen men anländer till hjärnan något senare, vilket gör att man känner smärtan först efter reflexen.)

8. Bakteriofager (15 p.)

8.1 (8 p.)

Sammanlagt högst 8 poäng till exempel av följande:

Bakteriofager är virus (1 p.) som parasiterar på bakterier (1 p.). Bakteriofager har inte egen ämnesomsättning eller cellstruktur (1 p.). De har ett huvud som består av ett proteinskal (kapsid) (1 p.) och som innehåller arvsmassan (oftast DNA) (1 p.). Med hjälp av fibrerna (1 p.) i svansdelen kan fagen identifiera bakterien och fästa sig vid den. (1 p.)



Som andra virus behöver också bakteriofagerna en värdcell för att föröka sig. (1 p.) Då fagen har identifierat bakteriecellen och fäst sig vid den förs arvsmassan in i bakterien. (1 p.) Värdcellen kopierar fagens arvs massa (1 p.) och producerar fagelement (1 p.) som sedan bildar nya fager. Då värdcellen dör frigörs fagerna som bildats. (1 p.)

8.2 (7 p.)

I ett gott svar behandlas aspekter av både fagterapi (3–4 p.) och antibiotika (3–4 p.).

Sammanlagt högst 7 p. till exempel av följande:

Användningen av fagterapi bygger på att bakteriofager förstör sjukdomsalstrande bakterier i kroppen. (1 p.)

Fagerna är värdspecifika, och därför förstör de endast vissa sjukdomsalstrande bakterier. (1 p.) På grund av detta måste man identifiera en egen fag för varje sjukdomsalstrande bakterie. (1 p.)

Antibiotika är kemiska föreningar vars inverkan riktar sig mot bakteriernas struktur eller funktion. (1 p.)

Många antibiotika är ospecifika: de förstör förutom sjukdomsalstrarna även nyttiga bakterier i kroppen. (1 p.)

Många bakterier kan utveckla motståndskraft mot antibiotika (antibiotikaresistens). (1 p.)

Fördelen med fagterapi är att bakterierna inte kan utveckla motståndskraft mot dem på samma sätt som mot antibiotika. (1 p.) En annan fördel är att kroppens normala bakterier skonas vid fagterapi. (1 p.) Fagterapi är en relativt gammal behandlingsmetod, men användningen av den minskade då antibiotika upptäcktes. (1 p.) Då antibiotikaresistens blivit allmännare har möjligheterna att använda fagterapi igen börjat undersökas. (1 p.)

Del 3: 20-poängsuppgifter

9. Istidens fauna (20 p.)

9.1 (5 p.)

Sammanlagt 5 poäng till exempel av följande (1 p./punkt, 2 p./punkt omfattande förklarad):

- De viktigaste källorna till information om mammutens utseende är fossiliserade mammutben samt hela kadaver som bevarats i permafrosten i Sibirien. Tack vare dessa kan man återskapa mammutarnas utseende mycket noggrant.
- Tanderna bevaras väl, och därför har man utifrån dem kunnat dra slutsatser om hurdan mammutarnas föda har varit.



- Förutom ben och andra kroppsdelar har även exkrementer bevarats som fossiler. Med hjälp av exkrementerna har man kunnat utreda hurdana växter mammutarna åt.
- Också fotspår av mammut har bevarats som fossiler. Dessa berättar hur mammutarna rörde sig.
- Istidens människor målade och ristade emellanåt in bilder av mammutar på grottväggar. Tack vare denna grottkonst har vi också bilder av mammutar som gjorts av ögonvittnen.
- Det är också möjligt att dra slutsatser om mammutarnas biologi och beteende genom att studera deras nulevande släktingar elefanterna.
- Det är dessutom möjligt med nutida metoder att isolera DNA från speciellt välbevarade mammutfossil. Tack vare detta är det möjligt för oss att undersöka mammutarnas arvs massa och jämföra den med de nulevande elefanternas DNA.

9.2 (5 p.)

Sammanlagt 5 poäng till exempel av följande (1 p./punkt, 2 p./punkt omfattande förklarad):

- Stamformerna av de djurarter som levde under istiden spred sig till Europa redan tidigare då klimatet var varmare än det är nu. På detta sätt anpassades de med tiden till de gradvis kallare förhållandena.
- De hade med andra ord gott om tid att anpassa sig till de gradvisa förändringarna i klimatet och övriga miljöförändringar.
- Anpassningar som underlättar överlevnad i kalla förhållanden är bl.a. en tjock päls och ett fettlager, en stor kroppsvolym (Bergmanns lag) och små kroppsutskott, i mammutens fall öronen (Allens lag).
- Växtätarna anpassade sig till de förändringar som skedde i vegetationen i samband med att klimatet förändrades. Denna förändring kan ses i djurens tänder som utvecklades för att djuren bättre skulle kunna utnyttja den sega växtligheten på stäpperna.
- Mammutarna kan dessutom tänkas ha använt sina långa betar till att gräva bort snö som täckte födoväxterna.
- Arter som anpassats till att leva på nordliga områden hade färre konkurrenter än arter i tropiken.

I svaret kan ovannämnda anpassningar även behandlas med tanke på det naturliga urvalet (1 p./punkt):

- Anpassningen har skett genom riktat naturligt urval.
- De fördelaktiga alleler som hänger ihop med anpassningarna har ökat dugligheten (fitness) hos ifrågavarande individer.
- Till följd av detta har de dugligaste individerna klarat sig och förökat sig effektivare i de förändrade förhållandena.
- Sålunda har egenskaperna (t.ex. tjock päls, djurets stora storlek) förändrats från generation till generation, d.v.s. det har skett mikroevolution (allelfrekvenserna har förändrats) i populationen.



9.3 (5 p.)

Sammanlagt 5 poäng till exempel av följande (1 p./punkt, 2 p./punkt omfattande förklarad):

- Jakttrycket från människan riktade sig mot olika arter på olika sätt. Vissa arter jagades mer än andra, och vissa arters förmåga att tåla förföljelse (och människans närvaro överlag) var bättre än andras.
- Klimatuppvärmingen som följde efter istidens slut var inte fördelaktig för arter som anpassats till arktiska förhållanden. De tvingades dra sig tillbaka norrut eller till bergstrakter, eller så dog de ut.
- Efter istiden blev klimatet varmare och detta ledde till att växtligheten förändrades. Denna förändring främjade bladätare (t.ex. hjortdjur) på bekostnad av gräsätare (t.ex. vildhästar).
- Klimatet i Europa blev fuktigare och mer maritimt vilket inte var fördelaktigt för djur som levde på torra stäpper.
- Vissa arter tämjdes till husdjur och människan började förfölja deras vilda stamformer (t.ex. vildhästen och uroxen och också vargen) eftersom de ansågs vara konkurrenter eller fiender till husdjuren.
- De utdöda arterna blev könsmogna sent, fick få avkommor på en gång och tiden mellan förökningstillfällena var lång (K-strategi). Detta stämmer väl t.ex. för de olika mammutarterna och övriga storvuxna däggdjursarter.
- Splittringen av arternas populationer i små, separata delpopulationer ledde till att genflödet mellan delpopulationerna bröts.
- Detta i sin tur ökar inaveln vilket ökar risken för genetiska sjukdomar, försämrar fruktbarheten och minskar arternas genetiska mångfald.

9.4 (5 p.)

Sammanlagt 5 poäng till exempel av följande (1 p./punkt, 2 p./punkt omfattande förklarad):

- Vegetationen förändrades. Arealen som täcktes av ängar och stäpper minskade och barr- och lövskogar bredde ut sig i deras ställe.
- Som en följd av att skogarna bredde ut sig trängde mindre ljus på många ställen ner till markytan, vilket ledde till förändringar i fältskiktets växtartsammansättning.
- Dessutom band skogarna fukt bättre än de öppna områdena.
- Jordbruket och husdjursbetet som människan idkade förändrade också markens struktur och påverkade därigenom förutsättningarna för olika växtarter att trivas.
- Näringskedjorna förändrades. Många stora växtätare och de toppredatorer som jagade dem dog ut. De stora rovdjur som blev kvar var tvungna att jaga nya bytesdjur i stället för de som dött ut. Vissa, t.ex. lejonet, hittade inte längre tillräckligt med bytesdjur i Europa.



- De växtätare som blev kvar konkurrerade inte lika hårt om resurserna och kunde därför utvidga sina tidigare ekologiska nischer.
- Spridningen av vissa växters frön kunde försvåras då de inte längre transporterades i de utdöda stora växtätarnas matsmältningskanal eller fastsittande i deras päls.
- Då de stora däggdjuren dog ut inverkade det negativt också på andra djurarter som var beroende av dessa, till exempel på arter som levte i ett symbiotiskt förhållande med dem samt på deras parasiter.
- Det fanns mindre vilt tillgängligt för människan och människans diet förändrades. Husdjurshållningen kompengserade å andra sidan för detta.

10. Matsmältningen (20 p.)

10.1 (10 p.)

Ett gott svar kan disponeras antingen enligt näringsämne som i exemplet nedan eller enligt matsmältningskanalens byggnad.

Spjälkningen av kolhydrater (sammanlagt högst 3–4 p.):

- Amylasenzymet i spottet påbörjar spjälkningen av kolhydrater i munnen. (1 p.)
- Amylasenzymet i vätskan från bukspottskörteln (bukspottet) utsöndras i tolvfingertarmen och fortsätter nedbrytningen av kolhydraterna. (1 p.)
- I tunntarmen spjälkar enzymerna i tarmvätskan kolhydrater (maltos, sackaros och laktos). (1 p.)
- Kolhydraterna spjälkas till monosackarider. (1 p.)
- Alla kolhydrater (t.ex. fibrer) spjälkas inte. Fibrerna förs till tjocktarmen och bildar en del av avföringen. (1 p.)

Spjälkning av proteiner (sammanlagt högst 3–4 p.):

- På grund av saltsyran är magsaften i magsäcken sur, vilket aktiverar pepsinogen (1 p.) till aktivt pepsin som påbörjar spjälkningen av proteiner (1 p.).
- Trypsin (1 p.) i bukspottskörtelvätskan (trypsinogen omvandlas till trypsin av ett enzym som utsöndras av epitelceller i tunntarmen) och kymotrypsin (1 p.) (kymotrypsinogen omvandlas till kymotrypsin under inverkan av trypsin) fortsätter spjälkningen av proteinerna.
- Peptidas (1 p.) i tunntarmens tarmvätska fortsätter spjälkningen av proteiner genom att spjälka peptidkedjor till aminosyror. (1 p.)



- Bukspottskörteln utsöndrar natriumbikarbonater (matsoda) som neutraliserar den delvis nedbrutna matmassan. (1 p.)

Spjälkning av fetter (sammanlagt 3–4 p.)

- Gallgången från levern utmynnar i tolvfingertarmen, där gallsalterna (1 p.) i gallvätskan (vatten, bikarbonater, kolesterol, gallsalter, bilirubin) spjälkar stora fettklumpar till mindre fett droppar. (1 p.)
- Enzymet lipas (1 p.) från bukspottskörteln bryter ytterligare ned fetter till monoglycerider och fria fettsyror. (1 p.)

10.2 (5 p.)

Sammanlagt högst 5 poäng till exempel av följande:

- Monosackarider, aminosyror och fettsyror (med korta kedjor) tas först upp av epitelcellerna i tunntarmens tarmludd (1 p.) och förs sedan vidare till blodomloppet (1 p.).
- Glycerider och fettsyror tas upp i lymfkärlen genom tarmluddet (1 p.)
- Från lymfkärlen förs fettämnen över till blodomloppet i nyckelbensvenen. (1 p.)
- Blodet strömmar genom leverns portven till levern där ämnen bryts ned, lagras och bearbetas. (Levern lagrar överflödigt glukos i form av glykogen.) (1 p.)
- Från levern fortsätter blodet genom levervenen och undre hålvenen ut i blodomloppet. (1 p.)
- De spjälkade näringsämnena från havregrynsgröten tas ur blodet upp i vävnadsvätskan och förs därefter genom cellernas membran in i cellerna. (1 p.)

10.3 (5 p.)

Sammanlagt högst 5 poäng till exempel av följande:

- Största delen av aminosyrorna används för att syntetisera de proteiner som cellerna behöver. (1 p.)
- Proteinerna används till exempel för att bygga upp cellerna, som enzymer och som hormon. (1 p.)
- Monosackarider och fettsyror samt glycerol utgör energikällor för cellerna. (1 p.)
- De bryts slutgiltigt ned i närvaro av syre i cellandningen (1 p.) i cellernas mitokondrier och frigör ATP-energi som cellerna kan använda till kemiska reaktioner, sammandragning och delning (1 p.).
- En del fetter utgör byggnadsmaterial för membranstrukturerna i cellerna. (1 p.)



11. En bioteknisk tillämpning (20 p.)

I ett gott svar behandlas alla fem arbetskedan:

Arbetskedan 1

Svampcellerna kyls ned med flytande kväve, malas, lipiderna avlägsnas (1 p.) (behandling med detergent och lösningsmedel) och proteinerna själkas (1 p.) (med proteaser). Genom att centrifugera kan man separera vatten- och fenolfaserna, DNA:t blir kvar i vattenfasen. (1 p.)

Den önskade genen klipps loss från svampens genom med för detta ändamål valda restriktionsenzymer. (1 p.)

Den lösklippta genen separeras från övrig DNA med hjälp av elektrofores i geléaktig gel. Den bit där den önskade genen finns klipps loss ur gelen. (1 p.)

Arbetskedan 2

Den lösklippta genen dupliceras med hjälp av PCR-reaktionen (1 p.) så att man erhåller tillräckligt med material för följande arbetskedan. För detta behövs specifika primrar (1 p.) från början och slutet av genen samt DNA-polymeras (1 p.) som bygger upp kopior av genen mellan primrarna. Genom att höja och sänka temperaturen (1 p.) kan man lossa de nya kopiorna från varandra och börja en ny kopieringscykel. Från en cykel till följande ökar mängden kopierad DNA exponentiellt. (1 p.)

Arbetskedan 3

Enzymgenen placeras i en plasmid efter en promotor (1 p.) med hjälp av ligaser (1 p.). Då man använder samma restriktionsenzym (1 p.) som man använde för att isolera enzymgenen kan man sammanfoga de identiska "klibbytorna" med hjälp av ligasenzym.

Arbetskedan 4

Plasmiden som innehåller enzymgenen och en gen för antibiotikaresistens (markör-gen) (1 p.) överförs till bakjäst med hjälp av en elektrisk stöt eller en kemikalie (t.ex. polyetylen glykol) som underlättar genomträngning av cellmembranet (1 p.). Med hjälp av antibiotikaresistensen (1 p.) kan man välja ut de jästceller som har transformerats (1 p.). Man fortsätter odla dessa celler (1 p.)



Arbetskede 5

För att kunna producera stora mängder enzymprotein (1 p.) odlar man bakjästen i stora jäsningskärl (fermentorer) (1 p.) där jästcellerna får alla de näringsämnen (socker, salter, spårämnen) de behöver (1 p.), och där temperaturen är lämplig och syre finns tillgängligt (1 p.). Promotorn i plasmiden kan vara aktiv hela tiden eller så kan den aktiveras med något ämne eller genom någon behandling så att jästodlingen börjar producera ifrågavarande enzymprotein. (1 p.) Till sist isoleras proteinet ur odlingen (1 p.) och eventuellt renar man ännu det önskade enzymproteinet för att sedan kunna använda det i tvättmedel (1 p.).

I arbetskedena 1 och 3 godkänns en beskrivning av CRISPR-Cas-metoden som alternativ till användningen av restriktionsenzymer.