

## **B – Bioloģijas metodoloģiskais modulis (*moduļa nosaukums*)**

### **Nodarbība: Mikrobioloģijas un biotehnoloģijas elementi pamatskolā un vidusskolā**

#### ***Mikrobioloģijas un biotehnoloģijas elementu mācīšanas normatīvais pamatojums***

Mikrobioloģijas un biotehnoloģijas elementu iekļaušana mācību stundu plānos ir pamatota ar atbilstošu zināšanu nepieciešamību gan dabas daudzveidības izpratne, gan ņemot vērā to praktisko nozīmi ikdienas dzīvē. Rūpniecības, vides, lauksaimniecības un medicīnas mikrobioloģijai Latvijā ir bagātas tradīcijas un šīs zinātnes un praktiskās darbības nozares strauji turpina attīstīties arī šodien. Biotehnoloģijas medicīniskie un lauksaimnieciskie aspekti ar Latvijas Republikas Ministru kabineta (LR MK) 2006. gada 6. jūnija rīkojumu Nr. 412 „Par prioritārajiem zinātnes virzieniem fundamentālo un lietišķo pētījumu finansēšanai 2006.–2009.gadā” ir atzīti par Latvijai nozīmīgākajiem zinātnes attīstības virzieniem.

Noteiktu tēmu mācīšanu un mācībās sasniedzamos rezultātus nosaka LR MK apstiprināti mācību priekšmetu satura standarti.

Pamatskolās mācību programmu saturs ir noteikts ar LR MK 2006. gada 19. decembra noteikumiem Nr. 1027 „Par valsts standartu pamatizglītībā un pamatizglītības mācību priekšmetu standartiem”. Noteikumi ir precizēti ar grozījumiem 2007. gada 15. maijā, ņemot vērā to, ka mācību iedalījums pamatskolā ir manījies: pirms 2006. gada pirmais mācību posms beidzās ar piekto klasi, pēc tam – ar sesto klasi. 2006. gada mācību priekšmetu standarti aizstāj līdz tam arī salīdzinoši neilgu laiku spēkā bijušos, 2000. gada decembrī apstiprinātos standartus.

Vidusskolās mācību programmu saturs ir noteikts ar LR MK 2007.gada 7. augusta noteikumiem Nr.544 „Par valsts vispārējās vidējās izglītības standartu un vispārējās vidējās izglītības mācību priekšmetu standartiem”.

Šajos skolu darbu reglamentējošajos dokumentos vārds „mikrobioloģija” ir minēts tikai vienu reizi, atzīstot, ka mikrobioloģijas institūts varētu būt piemērota vieta mācību ekskursijai, bet vārds „biotehnoloģija” nav minēts vispār.

Tomēr jāatzīst, ka mikroorganismi, kā būtiski nepieciešama dzīvās dabas daļa un to izmantošana cilvēkam vajadzīgu produktu ražošanā (biotehnoloģija) nav pilnīgi pazudusi no programmu veidotāju redzesloka.

#### ***Mikrobioloģijas un biotehnoloģijas elementu mācīšana pamatskolā***

Pirmā saskarsme ar mikropasauli skolēnam tiek plānota dabaszinību kursā, kas, atbilstoši pamatizglītības standartam, beidzas sestajā klasē. Pamatprasības dabaszinību apguvei, beidzot 6. klasi, manuprāt, iekļauj vairākus grūti izpildāmus un ar tālākajiem mācību priekšmetiem nesaskaņotus jautājumus. Paredzēts, ka sestklasnieks ne tikai izpratīs tādus jēdzienus kā higiēna, ekosistēmas, mikroorganismi, izpratīs mikroorganismu nozīmi un ietekmi uz citām dzīvām būtnēm un izskaidros elementāru ekosistēmu shēmu, norādot augu, dzīvnieku un mikroorganismu vietu tajā, bet arī pētīs mikroorganismu darbību. Nav šaubu, ka pamatskolā iemācīt mikrobioloģiskā darba iemaņas ir visai ambiciozs mērķis. Tomēr nevar izslēgt iespēju vismaz daļēji, izmantojot vienkāršus metodiskus paņēmienus, iepazīstināt ar dažiem praktiskiem risinājumiem mikrobioloģijā un biotehnoloģijā.

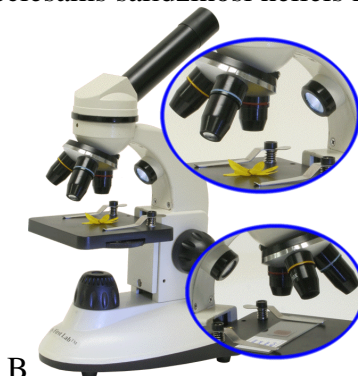
Pirmkārt, sākot runāt par dabas daudzveidību, var veidot un nostiprināt priekšstatu par dabas neredzamās daļas – mikropasaules visuresamību un daudzveidību. Vienkāršu paņēmieni, kā uzskatāmi to demonstrēt savulaik izmantoja jau Lui Pastērs. Saulainā dienā gaismas staram ļauj iekļūt klases telpā caur tumšu aizskaru vai žalūziju spraugu. Starā būs redzamas virmojam daudzas sīkas, gaismu izkliedējošas putekļu daļiņas, kas normālā apgaismojumā nav saskatāmas. Lai gan šādā veidā mēs neredzam mikroorganismu šūnas, bet

gan par tiem daudz lielākās putekļu daļiņas, priekšstats par to, ka ap mums ir daudz ar aci nesaskatāmu objektu veidojas ļoti pārliecinoši.

Nākamajā posmā, iepazīstinot skolēnu ar mikropasauli, būtu jāizmanto vienkāršākās mikroskopēšanas metodes. Vairums skolā pieejamo mikroskopu nevar izmantot pat iepriekšsagatavotu (pirktu) krāsotu baktēriju preparātu aplūkošana. Turpretī viensūņi, mikroskopiskās sēnes un aļģes var būt pateicīgs un interesants darba objekts. Tos iespējams vizualizēt dzīvos nekrāsotos dīķa vai pelķes ūdens preparātos, strādājot ar vienkāršākajiem, lielveikalos vai specializētajos mācību līdzekļu apgādos par 10 – 50 latiem gabalā iepērkamajiem mikroskopiem (attēls). Tādējādi bioloģijas kabineta apgādei ar mikroskopēšanas tehniku ir nepieciešams salīdzinoši neliels līdzekļu ieguldījums.



A



B

**Attēls.** Mazcenas mikroskopi.

A – par apm. Ls 10 nopērkams mikroskops ar plastmasas optiku un piederumiem, bez elektriskās gaismas avota. Palielinājums – līdz apm. 450X.

B – par apm. Ls 50 ar uzlabotu plastmasas optiku elektriskiem caurstarojošas un atstarotas gaismas avotiem. Palielinājums

– līdz apm. 650 x. Šāda tipa mikroskopu iespējams aprīkot arī ar videokameru (~ Ls 100), kas parādīs attēlu uz datora ekrāna vai ar LCD projektora palīdzību. Tādējādi nvērojumā vienlaikus varēs piedalīties lielāka grupa skolēnu.

Mikroorganismu darbības pētījumu elementus, iespējams, var iekļaut 5. un 6. klases dabaszinību priekšmetu plānā.

Divi eksperimenti, kurus iespējams paveikt pat bez specializēta aprīkojuma ir jogurta pagatavošana un roku vai citu izvēlētu objektu mikrobioloģiskās tīrības pārbaude.

Jogurta pagatavošanai nepieciešams svaigs pasterizēts piens bez konservantiem un tāpat konservantus nesaturošs jogurts. Pienu un jogurtu samaisa tīrā traukā attiecībā ~ 10:1, atstāj uz diennakti siltā vietā, apm. 45°C temperatūrā. Kontroles paraugos pienam jogurtu nepievieno vai pievieno ilglaicīgi uzglabājamo jogurtu (ar konservantiem). Vajadzīgo temperatūru nodrošinās minimālajā sildīšanas režīmā ieslēgta un ar puspievērtām durvīm atstāta virtuves cepeškrāsns. Eksperimenta sākumā skolēniem ieteicams demonstrēt iepriekšsagatavotus jogurta baktēriju (*Lactobacillus* un *Streptococcus*) fiksētus krāsotus preparātus. Pēc eksperimenta – apspriest, kādas pārmaiņas novērojamas pienā ar vai bez dzīva jogurta preparātu pievienošanas, aprēķināt nosacīto materiālo ieguvumu, salīdzinot piena un jogurta cenas.

Mikrobioloģiskās tīrības pārbaudei nepieciešams sagatavot sterilu agarizētu barotni tīros traukos. Šim nolūkam var izmantot seklus plastmasas taras trauņus ar vāku no kulinārijas nodaļas veikalā (ņemt no kaudzītes vidus – tur esošie trauki un vāki ir bijuši pasargāti no tiešas mijiedarbības ar gaisa mikrofloru), diētiskos buljona koncentrātus ar pazeminātu sāls saturu, multivitamīnu tabletes, pārtikas agaru bez cukura vai ar nelielu cukura piedevu (mazāk par 10%). Barotnes komponentus gatavo stikla konservu burkā: buljona koncentrātu: 10 – 15 g/l; vienu 0,5 g multivitamīnu tableti/l; agaru 15 – 17 g/l. Komponentu svēršanai var izmantot virtuves svarus ar precizitāti līdz 1 g. Sterilizēšanai – 2x ar 4-8 stundu intervālu atkārtotu vārīšanu (vispirms buljonā izšķīdina agaru, vitamīnus pievieno pēdējā vārīšanas reizē pēc tam vāra vēl 5 min.) vai vienreizēju uzkaršēšanu spiediena katlā (arī vispirms izšķīdina agaru, tad apstrādā zemākā spiediena režīmā, 5 min.). Barotnei ļauj atdzist līdz apm. 50 °C, tad slej ~ 1 cm biezā slānī plastmasas taras trauņos, uzliek vāku. Barotni

izmanto nākamajā dienā, pēc sacietēšanas un apžūšanas. Uz agarizētās barotnes uzņēmumus var izdarīt ar atspiedumu, sedimentācijas vai nomazgājumu metodi, salīdzinot tīrību un ar virsmas aktīvām vielām apstrādātu virsmu mikrobioloģisko piesārņojumu. Ar sedimentācijas metodi var salīdzināt gaisa piesārņojumu dažādās telpās. Nomazgājumus var izdarīt ar sterilā injekciju ūdenī (pērkams aptiekā) samitrinātiem kosmētiskajiem vates irbulīšiem.

Apstrādātos trauciņus ar barotni aizvāko un atstāj uz 2-3 dienām istabas temperatūrā, vai 30 - 40 °C temperatūrā (atrast piemērotu vietu apkures radiatoru tuvumā), ja paraugi iegūti no rokā, dzīvnieku ādas vai taml.

Pēc tam, kad trauciņos izveidojušās mikroorganismu kolonijas, rezultātus iespējams analizēt dažādos aspektos: dažādu objektu mikrobioloģiskais piesārņojums un virsmu tīrības piesaids uz mikroorganismu skaitu, mikrofloras daudzveidība, potenciālais risks veselībai utt.

Dabaszinību priekšmetam pamatskolā pēc 5. klases (līdz šim) vai pēc 6. klases (sākot ar 2008. gadu) seko bioloģija. Pārsteidzoši, bet bioloģijas mācību saturs devītās klases absolventam prasa tik vien kā izpratni par mikroorganismu un sēņu daudzveidību un nozīmi, kas liekas visai maz, salīdzinot ar sestklasniekam izvirzītajām prasībām (skat. iepriekš). Protams, samērā izplūdušais prasību formulējums ļauj katram skolotājam izrādīt savu iniciatīvu, programmas standarts iesaka arī zinātnisko iestāžu (mikrobioloģijas institūts) apmeklēšanu. Uzskatu, ka ņemot vērā mikrobioloģijas un biotehnoloģijas nozīmi ikdienā, tomēr būtu nepieciešams papildināt pamatprasības bioloģijas priekšmetā ar konkrētākiem uzdevumiem, ieteikt arī ekskursijas uz ražošanas uzņēmumiem, kuros izmanto mikrobioloģijas un biotehnoloģijas metodes (pārtika, ūdens attīrīšana, medicīna). Līdz 2007. gadam izmantotajā priekšmeta standartā lielāka vērība bija veltīta cilvēka un mikroorganismu mijiedarbībai veselības risku mazināšanas aspektā (zarnu infekcijas un citu slimību profilakse, baktēriju iznīcināšanas veidi). Tāpat bija definētas prasības skolēnu zināšanām par baktēriju nozīmi piena un dārzena skābēšanā, augsnes auglības palielināšanā. Uzskatu, ka šīs zināšanas ir iespējams veidot uz dabaszinību priekšmeta ietvarā apgūtās izpratnes par mikropasaules daudzveidību un pētīšanas iespējām. Līdz ar to būtu lietderīgi atjaunot priekšmeta standartā konkrētas prasības pamatskolas bioloģijā apgūstamajiem mikrobioloģijas elementiem, rekomendēt izmantot plašāku praktiskās biotehnoloģijas jomā strādājošo uzņēmumu apmeklēšanu mācību ekskursijās.

Priekšmetu satura nesaskaņotība, manuprāt, parādās arī sociālo zinātņu standarta saturā izvirzītā prasība devītās klases absolventiem zināt kā izsargāties no seksuāli transmisīvajām infekcijām un HIV/AIDS; izprast seksuāli transmisīvo infekciju un HIV/AIDS profilakses nozīmi. Nav apšaubāma šādu zināšanu nozīme reālajā dzīvē, taču izpratne par vīrusiem un vīrusu izplatīšanās ceļiem, kam vajadzētu būt šo zināšanu pamatā, netiek prasīta ne sociālo zinātņu, ne bioloģijas priekšmeta standartā. Termins „vīruss” programmu standartos parādās tikai datorzinību kontekstā.

### ***Mikrobioloģijas un biotehnoloģijas elementu mācīšana vidusskolā***

Vidusskolā mikrobioloģijas un biotehnoloģijas elementi iekļauti bioloģijas, dabaszinātņu un veselības zinātņu priekšmetu standartos.

Bioloģijas priekšmetam paredzētās pamatprasības, beidzot 12. klasi ietver  
prokariotu un eikariotu raksturošanu un salīdzināšanu;  
samērā detalizētus priekšstatus par vīrusu un baktēriju pētīšanas vēsturi, daudzveidību, nozīmi, izmantošanu;  
praktiskas zināšanas par aizsardzību pret slimībām, konkrētiem izmantošanas aspektiem, konservēšanu;

zināšanas par sēņu uzbūvi, vairošanos, daudzveidību un nozīmi, kas saturiski vairāk attiecināma uz mikroskopiskajām sēnēm, nekā uz makromicētēm – cepurīšu sēnēm: augsnes auglība, rūgšana, antibiotikas.

Standartā zināmu neizpratni var radīt prasības pēc:

zināšanām par antibiotiku iedarbību uz vīrusiem, kas atšķirībā no baktērijām nekādā gadījumā nebūtu uzskatāmi par antibiotiku galveno iedarbības mērķi, kamēr tieši par antibiotiku iedarbību uz baktērijām standarts neko neprasa;

prasmes novērot vienšūņus mikroskopā, ko vajadzēja jau apgūt atbilstoši pamatskolas standartam;

prasmes strādāt ar gaismas mikrofonu (?!), kas laikam tomēr būs domāts mikroskops, bet arī tādā gadījumā tā jau ir pamatskolās iegūtās prasmes nostiprināšana.

Vidusskolas dabaszinību priekšmeta standartā prasības mikrobioloģijas un biotehnoloģijas elementu apguvei noteiktas vispārīgāka, ne pārāk detalizētā veidā, kas atbilst dabaszinību priekšmeta satura koncepcijai. No 12. klases absolventa tiek sagaidītas zināšanas par to, kas ir baktērijas un vīrusi; izpratne par bakteriālām un virusālām (labskanīgāk, manuprāt, būtu „baktēriju un vīrusu izraisītām”) slimībām; vienkāršas iemaņas darbā ar mikroskopu, kuras, kā jau norādīts iepriekš, atbilstoši pamatskolas standartam var sagaidīt arī no sestklasnieka.

Dabaszinību standarts paredz skolēnu izpratnes izveidi par imūndeficīta sindromu, tai pat laikā imūnās aizsardzības sistēmas uzbūve un darbība netiek analizēta, kas padara konkrētā uzdevuma sekmīgu izpildi apšaubāmu.

Veselības mācības standartā visai pragmatiski definētie uzdevumi par infekcijas slimību izplatību un ierobežošanas iespējām tiek orientēti uz dažām Latvijā sastopamajām slimībām (piemēram, ērcu encefalītu, tuberkulozi, difteriju, HIV/AIDS arī citas STS). Standarts tiešām neizslēdz iespēju paplašināt aplūkojamo slimību skaitu, taču, ņemot vērā pēdējo gadu attīstības tendences, piemēram, to pašu ērcu encefalītu varētu aizstāt ar Laima slimību, sarakstu papildināt ar hepatītiem A, B un C. Bažas rada arī tas, ka bez pamatzināšanām imunoloģijā, saprast, kas ir AIDS (pareizāk gan būtu teikt – HIV) tests, nav iespējams.

Mikrobioloģijas un biotehnoloģijas elementu mācīšanas iespējas vidusskolas programmās lielā mērā būs atkarīgas no katras skolas tehniskajām iespējām, bioloģijas vai dabaszinātņu kabinetu aprīkojuma. Tomēr neatkarīgi no skolas tehniskā nodrošinājuma līmeņa minēto elementu mācīšanas un popularizēšanas iespējas var būtiski papildināt ar mācību ekskursiju un ielūgtu pasniedzēju palīdzību, ja iespējams saistot apmeklējumu un vieslekciju tēmas ar vidusskolēnu auditorijai aktuāliem jautājumiem. Kā piemērs iespējamai vieslekcijai vidusskolēniem molekulārās biotehnoloģijas jomā par ģenētiski modificēto organismu iegūšanas un izmantošanas perspektīvu, pievienoju šim materiālam prezentāciju „Sekss mēģenē”. Diemžēl molekulārās biotehnoloģijas jautājumi, kas pēdējos gados ir ne tikai zinātnieku, bet arī plašas sabiedrības saasinātas uzmanības lokā, īpaši saistībā ar ģenētiski modificēto pārtiku, vidusskolas mācību priekšmetu standartos vispār nav pieminēti.

Gan pamatskolā, gan vidusskolā ieteicams ar skolēniem stundā apspriest arī kādu populārzinātnisku rakstu par mikrobioloģijas un biotehnoloģijas tēmām, piemēram, „Dabas neredzamā daļa” (Pielikumā, I. Muižnieks, pirmpublicācija žurnālā „Latvijas Daba”); materiālus no žurnāliem „Terra”, „Ilustrētā Zinātne”.

### ***Mikrobioloģijas un biotehnoloģijas elementu mācīšana ESF projektu ietvarā izstrādātajos vidusskolas mācību priekšmetu programmu paraugos***

Eiropas Savienības struktūrfondu ietvarā tiek gatavoti dabaszinātņu, matemātikas un informātikas programmu paraugi, kuros vajadzētu atspoguļot jaunākos zinātnes sasniegumus, izmantot modernākās mācību, laboratorijas darbu, patstāvīgā darba metodes.

Programmu projekti ir pieejami internetā (<http://www.dzm.lv/>). Priekšmeti, kuros būtu iespējama mikrobioloģijas un biotehnoloģijas elementu mācīšana arī šajos programmu projektos ir bioloģija un dabaszinātnes. Salīdzinot esošās, nesēn LR MK apstiprinātās, programmas un sagatavotos projektus vispirms jau var konstatēt, ka mikrobioloģijas un biotehnoloģijas elementu apjoms jaunajā versijā ir pieaudzis.

Bioloģijā programma 10. – 12. klasei paredz relatīvi jaunāko bioloģijas apakšnozaru plašāku aplūkošanai (molekulārā bioloģija, ekoloģija, ģenētika, biotehnoloģija), pievērš uzmanību baktēriju nozīmei dabā, tautsaimniecībā un slimību izraisīšanā. Diemžēl, jēdzieni „imunitāte” un „vakcīnas” netiek minētas vispār. Pirmo reizi parādās tādi jēdzieni kā hemosintēze, fermentācija, mutagēni. Visos dabaszinātņuursos paredzēta nodaļa par tehnoloģiju attīstību atbilstošajā nozarē (šeit bioloģijā) un to ietekmi uz sabiedrību, kas, iespējams, ļaus labāk parādīt zinātnes un ikdienas dzīves problēmu risinājuma saistību.

Dabaszinību programma 10. – 12. klasei, atšķirībā no pašlaik ar MK noteikumiem apstiprinātā standarta, salīdzinājumā ar bioloģijas programmas projektu daudzos mikrobioloģijas un biotehnoloģijas elementos paredz krietni vien lielāku detalizācijas pakāpi. Tā piemēram, tiek prasītas zināšanas par mikroorganismu klasifikāciju, par apvalka un bezapvalka vīrusiem, DNS un RNS vīrusiem, bakteriofāgiem, par baktēriju un vīrusu infekciju rašanās mehānismu. Lai gan imunitātes un vakcīnas jēdzieni tiek pieminēti, tomēr nav skaidrs, vai programma dod kaut vai ļoti īsu ieskatu par imūnās atbildes tipiem un to veidošanos. Biotehnoloģija tiek interpretēta pārtikas produktu, medikamentu un rūpniecībā izmantojamo vielu iegūšanas kontekstā.

Saturiski, manuprāt, bioloģijas sadaļa dabaszinātņu programmas projektā iedziļinās pārāk daudz un sīkās detaļās, kuras vairāk iederētos specializētajā bioloģijas priekšmeta programmā. Tai pat laikā abās programmās trūkst skolēnu zināšanu ievirzes ikdienas dzīvē vairākos nozīmīgos, sabiedrībā diskutētos modernās mikrobioloģijas un biotehnoloģijas jautājumos, piem., imunitātes un vakcinēšanas bioloģiskie pamati, gēnu inženierija un ģenētiskā modifikācija, mikrobioloģijas un biotehnoloģijas perspektīvas Latvijā.

#### ***Secinājumi***

Mikrobioloģijas un biotehnoloģijas elementi skolas priekšmetu programmās tiek atspoguļoti, tomēr to mācīšanā trūkst vienotas, saturiski un metodiski konsekventas pieejas, zināšanu un prasmju pakāpeniskas un pēctecīgas uzkrāšanas shēmas. Līdz ar to katra skolotāja ziņā un atbildībā ir šādas pēctecības un vienotības izveide savu stundu plānojumā.

Jau pamatskolā ir iespējams ar vienkāršiem praktiskajiem darbiem, lētiem materiāliem un pieejamiem instrumentiem demonstrēt skolēniem mikroorganismu izplatību dabā un to lomu ikdienā nozīmīgos pārtikas pārstrādes procesos.

Lai sekmētu noturīgas skolēnu intereses veidošanos par mikrobioloģijas un biotehnoloģijas tēmām, ieteicams vairāk nekā tas paredzēts programmu vadlīnijās izmantot mācību ekskursijas uz atbilstošiem zinātniskajiem institūtiem un ražošanas uzņēmumiem, pieaicināt speciālistus tematisku lekciju nolasīšanai skolās.