

ISHODI UČENJA

sveučilišnog obrazovanja na nivou modula **Biotehnologija 1**

Po uspješnom završetku ovog modula, student(ica) prvostupnik (baccalaureus, prvi sveučilišni ciklus) će moći:

1. Definirati temeljne pojmove iz područja biotehnologije (npr. biotehnologija, bioproces, bioreaktor, biokatalizator, enzim, enzimski bioproces, imobilizacija enzima, pra-bakterije, prave bakterije, starter kultura, hranjiva podloga, hranjive tvari, biogeni elementi, mikroelementi, sirovina, primarni i sekundarni metabolizam, komina, filtracija, taloženje, rotirajući vakuum filter, GRAS status biokatalizatora, biotehnoški proces s kulturom stanica, DNA, gen, restrikcijski enzimi, palindromske sekvencije, vektori - plazmidi, ligaze, transformacija, hibridna DNA, tehnologija rekombinantne DNA, GMO, rekombinantni terapijski protein, bioenergent, bioremedijacija, crvena, zelena, bijela i plava biotehnologija).
2. Izabrati značajnije vrste industrijskih mikroorganizama i prepoznati prednosti njihove primjene u biotehnoškoj proizvodnji određenih proizvoda.
3. Opisati i objasniti: opću shemu bioprocesa, različita mjerila bioprocesa, odabir sirovina i/ili supstrata za određeni bioproces, postupke naciepljivanja hranjive podloge, faze rasta mikroorganizma i uvjete pri kojima se mogu provoditi bioprocasi (npr. aerobno ili anaerobno, submerzno ili emerzno, šaržno i/ili s prihranjivanjem).
4. Izračunati osnovne pokazatelje uspješnosti bioprocesa i objasniti osnovne pojmove kinetike bioprocesa.
5. Opisati bioproces proizvodnje limunske kiseline.
6. Prisjetiti se određenih primjera bioprocesa koji se odvijaju s pomoću *Saccharomyces cerevisiae*, *Streptomyces* sp., *Clostridium* sp. i *Escherichia coli* kao i s pomoću drugih vrsta biokatalizatora.
7. Opisati centralnu dogmu genetičkog inženjerstva i izdvojiti primjere primjene bioprocesa koji se zasnivaju na tehnologiji rekombinantne DNA.
8. Opisati bioproces proizvodnje fruktoznog sirupa i hidrolize škroba do glukoze.

Tablica 1. Modul Biotehnologija 1: ISHODI UČENJA na nivou nastavnih jedinica

(*poveznica: http://www.pbf.unizg.hr/hr/zavodi/zavod_za_biokemijsko_inzenjerstvo/laboratorij_za_bi_im_i_tsp/biotehnologija_i)

R. br.	nastavna jedinica	ishodi učenja - student(ica) će moći:
1.	Uvod - I dio. Biotehnologija, bioproces, bioreaktor, biokatalizator. (* http://www.pbf.unizg.hr/.../BT1_01_02)	Definirati temeljne pojmove: biotehnologija, bioproces, bioreaktor, biokatalizator.
2.	Uvod - II dio. Aerobni mikrobni procesi i anerobni mikrobni procesi. Tri mjerila bioprocasa. Opća shema biotehnološkog procesa (proces prije bioreaktora, bioproces i procesi nakon bioreaktora). (* http://www.pbf.unizg.hr/.../BT1_01_02)	<u>Prepoznati</u> i <u>objasniti</u> različita mjerila bioprocasa; <u>opisati</u> opću shemu bioprocasa; <u>izabrati</u> uvjete pri kojima se mogu provoditi bioprocasi (aerobno ili anaerobno, šaržno i/ili s prihranjivanjem).
3.	Biološki i inženjerski aspekti biotehnologije. Primjer mikrobnog bioprocasa - I dio. Definicije osnovnih pojmova: hranjiva podloga, hranjive tvari, sirovina (melasa, glukozni sirup), biogeni elementi (izvor ugljika kao izvor energije, izvor ugljika za sintezu biomase i sintezu proizvoda, izvor dušika, izvor fosfora i kalija, izvor magnezija, izvor sumpora), mikroelementi. Industrijska proizvodnja limunske kiseline s pomoću plijesni <i>A. niger</i> . (* http://www.pbf.unizg.hr/.../BT1_03_04)	<u>Definirati</u> osnovne pojmove: hranjiva podloga, hranjive tvari, sirovina, biogeni elementi, mikroelementi. <u>Prisjetiti se</u> primjera bioprocasa; <u>izabrati</u> sirovine i/ili supstrate za određeni bioproces. <u>Opisati</u> bioproces proizvodnje limunske kiseline.
4.	Biološki i inženjerski aspekti biotehnologije. Primjer mikrobnog bioprocasa - II dio. Priprema hranjive podloge i priprema cjepiva (upstream). Temeljni princip mikrobnog procesa. Aseptične tehnike rada (šaržna i kontinuirana sterilizacija, pasterizacija, hermetizacija). (* http://www.pbf.hr/.../BT1_03_04)	Navesti i <u>opisati</u> procese i operacije prije bioreaktora (upstream); <u>nabrojati</u> i <u>definirati</u> aseptične tehnike rada; <u>objasniti</u> temeljni princip bioprocasa.
5.	Biološki i inženjerski aspekti biotehnologije. Primjer mikrobnog bioprocasa - III dio. Nacjepeljivanje hranjive podloge, aeriranje, dodatak protupjeniča, submerzni i emerzni postupak, trofofaza i formiranje micelijskih peleta, idiofaza. Kinetika bioprocasa (dijagram bioprocasa). Suha tvar biomase i koeficijent konverzije supstrata u biomasu, prinos limunske kiseline, iskorištenje bioprocasa. (* http://www.pbf.unizg.hr/.../BT1_05)	<u>Opisati</u> postupke nacjepeljivanja hranjive podloge i načine uzgoja mikroorganizma (submerzni i emerzni); <u>sažeti</u> načine aeriranja hranjive podloge (aeracija i barbotiranje); <u>skicirati</u> faze rasta mikroorganizma (trofofaza i idiofaza); <u>izračunati</u> osnovne pokazatelje uspješnosti bioprocasa; <u>objasniti</u> osnovne pojmove kinetike ovog bioprocasa.

6.	<p>Biološki i inženjerski aspekti biotehnologije. Primjer mikrobnog bioprocasa - IV dio. Bioprocasa proizvodnje limunske kiseline: procesi nakon bioreaktora (downstream). Definicija nekih pojmova: filtracija, taloženje, rotirajući vakuum filter, komina. Kapaciteti proizvodnje limunske kiseline u svijetu. (*http://www.pbf.unizg.hr/.../BT1_06)</p>	<p>Bioprocasa proizvodnje limunske kiseline: <u>opisati</u> procese i operacije nakon bioreaktora (eng down-stream); <u>definirati</u> osnovne pojmove: komina, filtracija, taloženje, rotirajući vakuum filter; <u>prepoznati</u> kapacitet proizvodnje ovog proizvoda bioprocacom u svijetu.</p>
7.	<p>Biološki i inženjerski aspekti biotehnologije. „Nova biotehnologija“ - Uvod. Glavne karakteristike različitih industrijskih mikroorganizama (bakterije, kvasci, plijesni i više gljive, alge, praživotinje, virusi) i njihova primjena u proizvodnji: (kvasčeve) biomase, organskih kiselina (limunska i glukonska kiselina), enzima (amilaza i pektinaza) i sirila, antibiotika, etanola (tj. vina, piva, jabučnog vina, sakea, šećernih rakija, voćnih i žitnih rakija), proteina, proizvoda mliječne industrije, itd. Ekstremofili. Pregled mikrobnih bioprocasa: primjena bakterija octene kiseline (proizvodnja octene i glukonske kiseline i vitamina C), <i>Streptomyces</i> sp. (sekundarni metaboliti), <i>Clostridium</i> sp. (aceton, butanol, etanol), <i>Escherichia coli</i>, <i>Saccharomyces cerevisiae</i> i tehnologija rDNA (proizvodnja inzulina, hormona rasta, interferona, leukina, vakcina). (*http://www.pbf.unizg.hr/.../BT1_07)</p>	<p><u>Izabrati</u> značajnije vrste industrijskih mikroorganizama; <u>prepoznati</u> prednosti njihove primjene u biotehnološkoj proizvodnji određenih proizvoda; <u>definirati</u> pojmove: primarni i sekundarni metabolizam, pra-bakterije (metanogene bakterije i ekstremofili) i prave bakterije (bakterije mliječne kiseline, bakterije octene kiseline); <u>izabrati</u> primjer za mikrobnu procese koji se odvijaju s pomoću <i>S. cerevisiae</i>, <i>Streptomyces</i> sp., <i>Clostridium</i> sp. i <i>Escherichia coli</i>; <u>izdvojiti</u> značajnije vrste drugih biokatalizatora; <u>definirati</u> pojam tehnologija rekombinantne DNA.</p>
8.	<p>„Nova biotehnologija“ - I dio. Genetičko inženjerstvo - centralna dogma: transkripcija i translacija kod prokariota i eukariota. Princip genetičkog inženjerstva (DNA, gen, restriksijski enzimi, palindromske sekvencije, vektori - plazmid, ligaze, transformacija, hibridna DNA). Bioprocasi koji se zasnivaju na rDNA tehnologiji. (*http://www.pbf.unizg.hr/.../BT1_08_13)</p>	<p><u>Opisati</u> centralnu dogmu genetičkog inženjerstva; <u>definirati</u> pojmove: DNA, gen, restriksijski enzimi, palindromske sekvencije, vektori - plazmid, ligaze, transformacija, hibridna DNA; <u>izdvojiti</u> primjere primjene bioprocasa koji se zasnivaju na tehnologiji rekombinantne DNA.</p>

9.	<p>„Nova biotehnologija“ - II dio. Genetičko inženjerstvo i genetički modificirani organizmi (GMO). Genetički modificirane biljke (soja, kukuruz, pšenica,...) i postizanje rezistencije na herbicide i štetnike. Genetički modificirane životinje. Pregled proizvoda koji se dobivaju u biotehnoškoj industrijskoj proizvodnji (biomasa, primarni i sekundarni metaboliti, enzimi i drugi proteini). Obrada otpadnih voda i bioremedijacija, bioenergenti. Biotehnoški proces sa kulturom stanica: princip i proizvodnja vrijednih proizvoda (terapeutske proteini, alkaloidi,...). Tehnologija hibridoma: monoklonska protutijela i beskonačno razmnožavanje tumorske stanice. (*http://www.pbf.unizg.hr/.../BT1_08_13)</p>	<p><u>Definirati</u> pojam genetički modificirani organizam (GMO); <u>izabrati</u> primjere GMO (mikroorganizmi, biljke i životinje); <u>prepoznati</u> proizvode koji se dobivaju u biotehnoškoj industrijskoj proizvodnji. <u>Definirati</u> pojmove: GRAS status, biotehnoški proces s kulturom stanica i <u>opisati</u> princip ovog bioprocesa.</p>
10.	<p>„Nova biotehnologija“ – III dio. Enzimski procesi. Primjer enzimskog procesa – industrijska proizvodnja visokofruktoznog sirupa pomoću imobiliziranog biokatalizatora (enzimska izomerizacija glukoze u fruktozu): nomenklatura enzima, shematski prikaz bioprocesa, kolonski bioreaktor s nasutim slojem, parametri bioprocesa, hranjiva podloga. Imobilizacija enzima. Definicija biotehnologije, tradicionalna i „nova“ biotehnologija. Četiri područja primjene biotehnologije: biofarmaceutika (crvena), agrikultura (zelena), industrija (bijela) i okoliš (plava biotehnologija). Pogled u budućnost: tri konvergirajuće revolucije. (*http://www.pbf.unizg.hr/.../BT1_14_15)</p>	<p><u>Opisati</u> bioprocen proizvodnje fruktoznog sirupa; <u>definirati</u> pojmove: enzim, enzimski bioprocen, imobilizacija enzima; <u>identificirati</u> enzime koji sudjeluju u enzimskoj hidrolizi škroba do glukoze; <u>definirati</u> pojmove: starter kultura, rekombinantni terapeutske proteini, bioenergent, bioremedijacija; <u>opisati</u> tri tehnološke revolucije današnjice i bliske budućnosti; <u>prepoznati</u> i <u>definirati</u> pojmove: crvena, zelena, bijela i plava biotehnologija.</p>