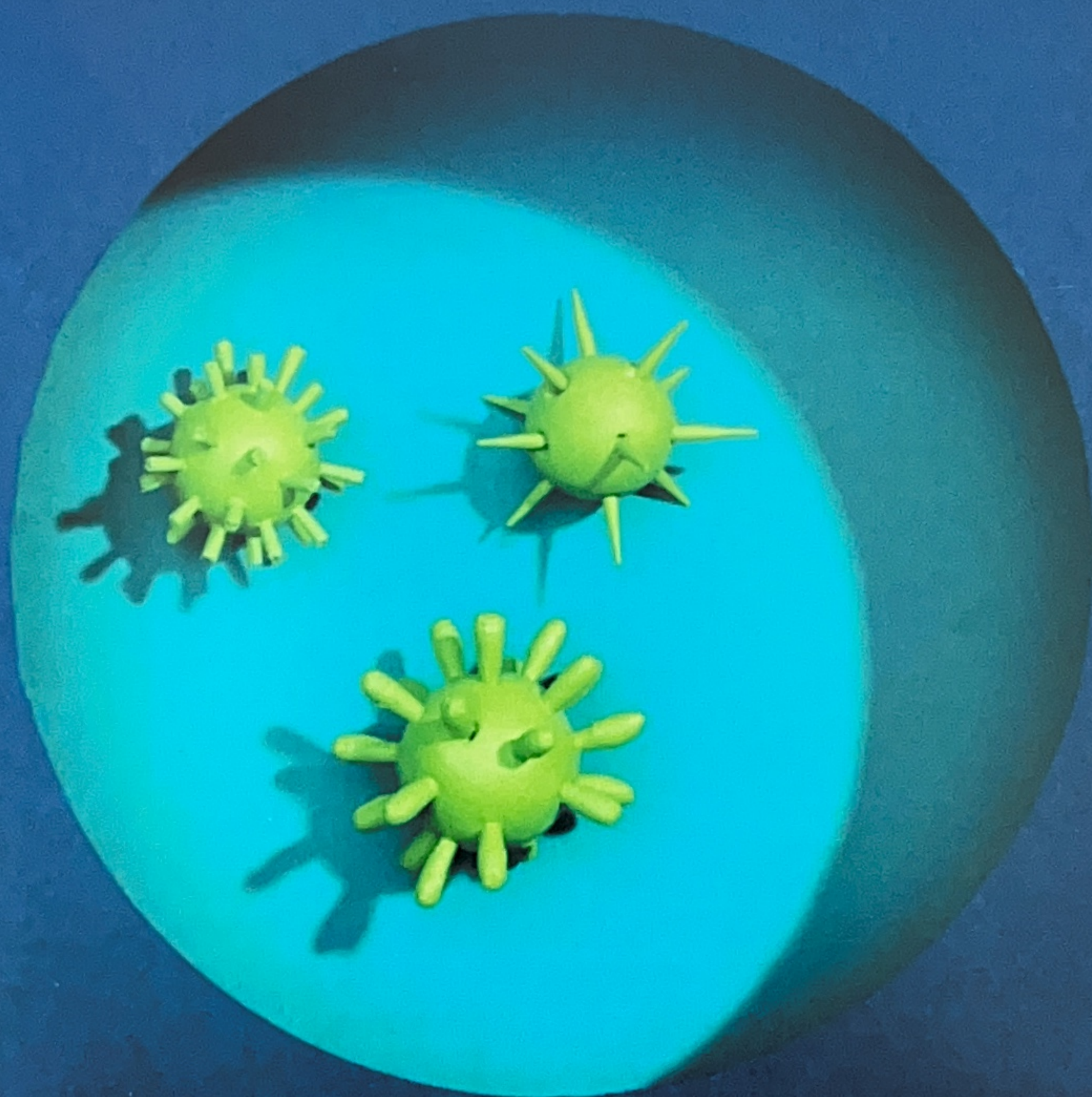


**Б.Қ. Заядан, Ф.К. Сарсекеева
К. Болатхан**

**ФОТОТРОФТЫ
МИКРООРГАНИЗМДЕР
БИОЭНЕРГЕТИКАСЫ**



Б.Қ. Заядан
Ф.К. Сарсекеева
К. Болатхан

ФОТОТРОФТЫ
МИКРООРГАНИЗМДЕР
БИОЭНЕРГЕТИКАСЫ

Оқу құралы

Алматы
«Қазак университеті»
2024

ӘОЖ 573.4
КБЖ 28.0
3 32

*Баспаға әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті жанындағы Республикалық оқу-әдістемелік кеңесінің Оқу-әдістемелік бірлестігінің және «Биология және аралас ғылымдары» секция мәжілісінің шешімімен Қазақстан Республикасының жоғары және жоғары оқу орнынан кейінгі білім беру ұйымдарына пайдалануға ұсынылған
(№ 5 хаттама 3 тамыз 2023 жыл)*

Пікір жазғандар:

биология ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі
К.Ж. Жамбакин

биология ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі
А.К. Бисенбаев

биология ғылымдарының докторы, ҚазҰЖҒА академигі
Г.Т. Ситпаева

Заядан Б.Қ.

3 32 Фототрофты микроорганизмдер биоэнергетикасы: оқу құралы /
Б.Қ. Заядан, Ф.К. Сарсекеева, К. Болатхан. – Алматы: Қазақ уни-
верситеті, 2023. – 266 б.
ISBN 978-601-04-6662-3

Оқу құралы «8D05105-Биотехнология» мамандығын дайындау бағыты бойынша бекітілген типтік оқу бағдарламасы негізінде құрастырылды. Оқу құралында биоэнергетикада пайдаланылатын фототрофты микроорганизмдердің негізгі өкілдері; фотосинтездеуші микроорганизмдерді дақылдаудың және оларды жалпылай өсіру биореакторлар мен құрылғылар туралы, фототрофты микроорганизмдердің негізіндегі альтернативті энергия алу (биодизель, биоэтанол, биобутанол, биосутегі және биогаз), фототрофты микроорганизмдер негізіндегі қалдықсыз технология, фототрофты микроорганизмдер өнімділігіне генетикалық инженерияны пайдалану бағыттары қарастырылады.

Еңбек жоғары оқу орындарының биология, биотехнология, экологиялық биоинженерия мамандықтары бойынша оқитын студенттерге, магистранттар мен PhD докторанттарына және эколог, жасыл энергетика мамандарына ұсынылады.

ӘОЖ 573.4
КБЖ 28.0

ISBN 978-601-04-6662-3

© Заядан Б.Қ., Сарсекеева Ф.К.,
Болатхан К., 2024

© Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, 2024

МАЗМҰНЫ

АЛҒЫ СӨЗ	6
КІРІСПЕ.....	9
I бөлім. ЭНЕРГЕТИКА МЕН ЭКОЛОГИЯНЫҢ ЗАМАНАУИ МӘСЕЛЕЛЕРІ.....	14
1.1. Баламалы энергия және оны алу тәсілдері.....	18
1.2. Биоотын.....	23
II бөлім ФОТОТРОФТЫ МИКРООРГАНИЗМДЕР.....	31
2.1. Фототрофты прокариоттар	31
2.1.1. Цианобактериялар (<i>Cyanophyta</i>).....	34
2.1.2. Цианобактериялар морфологиясы және көбеюі	35
2.1.3. Цианобактериялар цитологиясы.....	39
2.1.4. Цианобактериялар физиологиясы	42
2.1.5. Цианобактериялардың қоректенуі.....	44
2.1.6. Цианобактериялар метаболизмі.....	46
2.1.7. Цианобактериялардың генетикасы.....	54
2.2. Фототрофты эукариотты микроорганизмдер.....	57
2.2.1. Микробалдырлар және әртүрлі балдырлар қатарының микроформалары.....	57
2.2.2. Қызыл балдырлар (<i>Rhodophyta</i>).....	63
2.2.3. Диатомды балдырлар (<i>Bacillariophyta</i> , <i>Kieselalgaе</i> , <i>Diatomee</i>).....	65
2.2.4. Эвгленалы балдырлар (<i>Euglenophyta</i>)	68
2.2.5. Микроскопиялық жасыл балдырлар (<i>Chlorophyta</i>).....	70
III бөлім БИОТЕХНОЛОГИЯ ЖӘНЕ БИОЭНЕРГЕТИКАДА ПАЙДАЛАНАТЫН МАҢЫЗДЫ ФОТОТРОФТЫ МИКРООРГАНИЗМДЕР	80
3.1. Фототрофты микроорганизмдер биотехнологияда маңызды объект.....	80
3.2. Фототрофты микроорганизмдер – биоэнергетикада маңызды объект.....	95

IV бөлім ФОТОТРОФТЫ МИКРООРГАНИЗМДЕРДІ ЖАЛПЫЛАЙ ДАҚЫЛДАУ.....	103
4.1. Фототрофты микроорганизмдерді дақылдау параметрлері.....	103
4.2. Фототрофты микроорганизмдерді жаппай өсіру.....	108
4.2.1. Табиғи жағдайда фототрофты микроорганизмдерді үздіксіз өсіру	112
4.2.2. Микробалдырлар мен цианобактерияларды өсіруге арналған фотобиореакторлар.....	115
4.3. Фототрофты микроорганизмдердің өнеркәсіптік өсіруде өнімді форманы таңдау үшін автоселекция әдісін қолдану	130
4.4. Микробалдырлар мен цианобактерияларды дақылдау үшін ағын суларды пайдалану мүмкіншіліктері.....	133
V бөлім ФОТОТРОФТЫ МИКРООРГАНИЗМДЕРДЕН БИООТЫН АЛУ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ.....	138
5.1. Фототрофты микроорганизмдерден биоотын алу	138
5.1.1. Биоотын өндірісіндегі микробалдырлар	141
5.1.2. Цианобактериялар биоотын продуценттері ретінде	144
5.2. Микробалдырлардың жоғары сатыдағы өсімдіктерден артықшылығы.....	147
5.3. Биоотын өндірісіндегі микробалдырлар мен цианобактериялардың SWOT талдауы.....	150
VI бөлім БИООТЫН АЛУ ҮШІН ФОТОТРОФТЫ МИКРООРГАНИЗМДЕР НЕГІЗІНДЕ ҚАЛДЫҚСЫЗ ТЕХНОЛОГИЯ	155
6.1. Биодизельді отын өндіру	155
6.1.1. Биодизель өндіру технологиясы.....	159
6.1.2. Микробалдырлар мен цианобактериялар биодизель өндіру үшін шикізат ретінде	164
6.1.3. Биодизель отынын алуда цианобактериялардың өнімділігін арттыру.....	169
6.1.4. Биодизель алудағы микробалдырлардың перспективті өкілдері	174
6.1.5. Микробалдырлар биодизель отынын алу үшін липид өндірушілері ретінде.....	177
6.2. Биосутегі алу.....	184
6.2.1. Сутегі түзілу механизмі. Фотосинтез және фотожүйе	189
6.2.2. Микробалдырлардың көмегімен судан сутек алу	193

6.2.3. Цианобактериялар биосутегі өндіруші ретінде.....	197
6.2.4. Биосутек алу үшін перспективалы цианобактериялар дақылдары және сутек түзу механизмі	202
6.2.5. Күкіртті емес қошқыл бактериялар биосутегі өндіруші ретінде.....	207
6.3. Биоэтанол алу	210
6.3.1. Биоэтанол алу технологиясы	213
6.3.2. Микробалдырлар мен цианобактерияларды биоэтанол алуда қолдану	215
6.4. Биобутанол алу технологиясы.....	217
6.5. Биогаз өндіру технологиясы.....	221
VII бөлім БИОЭНЕРГЕТИКАДАҒЫ ГЕНДІК ИНЖЕНЕРИЯ	233
7.1. Биоотын алуда микробалдырлардың гендік және метаболиттік инженериясы	234
7.2. Гендік инженерияның әлеуетті мүмкіншіліктері	236
7.3. Май қышқылдарын алуда цианобактерия дақылдарын гендік инженериялық оңтайландыру.....	239
7.4. Фототрофты микроорганизмдерден биоотын өндірудегі қиындықтар мен кедергілер	241
7.4.1. Дақылдау мен ауқымды өндіріс мәселелері	242
7.4.2. Модифицирленген штамдарды алудағы гендік инженерия қиындықтары	243
7.4.3. Экономикалық мәселелер.....	245
ҚОРЫТЫНДЫ.....	249
ТЕРМИНДЕР СӨЗДІГІ	252