

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Проректор з науково-педагогічної роботи

\_\_\_\_\_ А.В. Пантелеймонов

\_\_\_\_\_ 2018 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

**Фотосинтез та продукційний процес**

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти \_\_\_\_\_ **другий (магістерський)** \_\_\_\_\_

галузь знань \_\_\_\_\_ **09 Біологія** \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

спеціальність \_\_\_\_\_ **091 Біологія** \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

освітня програма \_\_\_\_\_ **Біологія** \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

спеціалізація \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

вид дисципліни \_\_\_\_\_ **за вибором** \_\_\_\_\_  
обов'язкова / за вибором

факультет \_\_\_\_\_ **біологічний** \_\_\_\_\_

2018 / 2019 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету

29 серпня 2018 року, протокол № 8

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: Тимошенко В.Ф., кандидат біологічних наук, доцент кафедри фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів

Програму схвалено на засіданні кафедри фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів  
Протокол від 28 серпня 2018 року, № 1

В.о. завідувача кафедри фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів

\_\_\_\_\_ В.Ф. Тимошенко  
(підпис)

Програму погоджено методичною комісією біологічного факультету  
Протокол від 28 серпня 2018 року, № 1

Голова методичної комісії біологічного факультету

\_\_\_\_\_ В.В. Мартиненко  
(підпис)

## Вступ

Програма навчальної дисципліни «Фотосинтез та продукційний процес» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки рівня

\_\_\_\_\_  
другий (магістерський)

(назва рівня вищої освіти)

спеціальності \_\_\_\_\_ 091 Біологія

спеціалізації \_\_\_\_\_

### 1. Опис навчальної дисципліни

1.1 Метою викладення навчальної дисципліни ФОТОСИНТЕЗ є набуття студентами теоретичних знань зі структури, хімічного складу і функціонування фотосинтетичного апарату та надбання навичок практичної орієнтації, необхідних для професійної діяльності в галузі біології.

1.2 Основним завданням навчальної дисципліни ФОТОСИНТЕЗ є сформування цілісного уявлення про пристосування анатомії листка і хлоропласта для виконання фотосинтетичної функції, структури і хімічного складу електрон-транспортного ланцюга, механізм перетворення сонячної енергії в енергію хімічних зв'язків NADP і ATP, вторинні реакції фотосинтезу та транспорт асимілятів.

1.3. Кількість кредитів 4.

1.4. Загальна кількість годин 120.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
За вибором	
Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Рік підготовки	
1-й	1-й
Семестр	
2-й	2-й
Лекції	
16 год.	10 год.
Практичні, семінарські заняття	
16 год.	6 год.
Лабораторні заняття	
год.	год.
Самостійна робота	
78 год.	94 год.
Індивідуальні завдання	
10 год.	

1.6. Заплановані результати навчання:

Студент повинен засвоїти молекулярну організацію фотосинтетичних мембран, механізми первинних фотохімічних реакцій, вторинні реакції фотосинтезу, зв'язки фотосинтетичних реакцій з продуктивним процесом, питання регуляції та еволюції фотосинтезу.

При подальшому навчанні і професійній діяльності бути здатними осмислювати нову інформацію в контексті набутих знань про фотосинтетичну функцію рослин.

## 2. Тематичний план навчальної дисципліни

**Вступ.** Шляхи запасання сонячної енергії. Фотогетеротрофи і фотоавтотрофи. їх характеристика та представники. Фоторедуктори та фотосинтетики.

Історія вивчення фотосинтезу. Наукове передбачення повітряного живлення рослин С. Гейлсом, М.В. Ломоносовим. Відкриття фотосинтезу Дж. Пристлі. Роботи Інгенгауза, Сенебье, Сосюра, Буссенго, Тимірязєва. Розвиток досліджень фотосинтезу в кінці XIX і на початку XX ст.

Значення фотосинтезу та космічна роль зелених рослин. К.А. Тимірязєв про космічну роль зелених рослин. Сонце - джерело енергії для життя на Землі. Первинна продуктивність її її розміри. "Комора" Сонця та її розміри. Біогенне походження кисню на Землі. Зміна кліматичних умов на Землі в наслідок розвитку фотосинтетиків. Роль зелених рослин у колообігу речовин у природі. Значення фотосинтезу для життя на Землі. Досягнення у вивченні фотосинтетичного апарату у другій половині XX століття.

Задачі та перспективи вивчення фотосинтезу. Теоретичне і практичне значення його вивчення. Біофізика, біохімія та фізіологія фотосинтезу.

### ***Розділ 1. Структура і хімічний склад фотосинтетичного апарату.***

**Тема 1. Пристосування структури листка і хлоропласт до фотосинтезу.** Роль цілісності рослини та її органів у процесі фотосинтезу. Листок - орган фотосинтезу. Пристосування анатомічної будови листка до виконання фотосинтетичної функції та взаємозв'язок її з транспірацією. Продиховий апарат, його будова та функції. Фактори, що регулюють відкривання та закривання продихів. Механізм продихових рухів.

Фотосинтетичний апарат прокаріот. Фотосинтетичний апарат водоростей.

Хлоропласти вищих рослин. Форма та розміри, кількість у клітині. Рух хлоропластів. Будова хлоропластів. Оболонка. Матрикс, або строма. Мембранні структури: ламели, тилакоїди, грани, люмен. Різні моделі просторової організації фотосинтетичних мембран. Периферичний ретикулум. Диморфізм хлоропластів. Морфогенез зелених пластид. Симбіотична теорія походження хлоропластів. Розвиток хлоропластів із пропластид. Поділ хлоропластів. Тривалість життя зелених пластид.

**Тема2. Молекулярна організація фотосинтетичних мембран.** Хімічний склад хлоропластів: пігменти, ліпіди, білки строми та ламел. Їх характеристика та функції. Білоксинтезуюча система, характеристика її окремих компонентів і просторова організація. Автономність хлоропластів: її ознаки та обмеженість.

Реакційні центри і антенні форми хлорофілу. Уявлення про дві фотохімічні реакції та дві фотосистеми. Характеристика фотосистем. Світлозбираючий комплекс. Електронтранспортний ланцюг фотосинтезу. Характеристика його окремих компонентів.

### ***Розділ 2. Механізм фотосинтезу.***

**Тема 1. Первинні фотохімічні реакції.** Механізми міграції енергії до реакційного центру. Збудження молекули хлорофілу. Шляхи реалізації збудженого стану. Концепція фотосинтетичної одиниці. Транспорт електронів по електронтранспортному ланцюгу (ЕТЛ) фотосистемам 1 і 2, Z-схема. Кисеньвиділяючий комплекс. Використання енергії світла на процеси, що не пов'язані з відновленням CO<sub>2</sub>. Роль протонної помпи в хлоропластах.

**Тема 2. Вторинні реакції фотосинтезу.** Асиміляція CO<sub>2</sub>. Цикл Кальвіна - C<sub>3</sub>-шлях CO<sub>2</sub> у фотосинтезі. Реакції циклу. C<sub>4</sub>-шлях та його значення. САМ-метаболізм та його значення. Шлях асиміляції CO<sub>2</sub> у зелених бактерій (цикл Арнона). Фотодихання. Його механізм і роль у рослин. Використання енергії світла на процеси, що не пов'язані з відновленням CO<sub>2</sub>.

### ***Розділ 3. Фотосинтез та продукційний процес.***

**Тема 1. Первинні продукти фотосинтезу. Транспорт продуктів фотосинтезу.** Три групи речовин: вуглеводи, амінокислоти, органічні кислоти, їх синтез та перетворення у рослин.

Вихід з хлоропластів у цитоплазму макроергів та відновних еквівалентів. Механізми виходу. Транспорт продуктів асиміляції CO<sub>2</sub> в цитоплазму. Відтік асимілятів з листків у інші органи рослини.

**Тема 2. Корелятивні зв'язки фотосинтетичних реакцій з продуктивним процесом.** Кореляція біомаси та сільськогосподарського врожаю з первинними та вторинними реакціями фотосинтезу.

**Тема 3. Регуляція та еволюція фотосинтезу.** Різні рівні регуляції. Механізми регуляційні рівні фотосинтезу: мембранний тилакоїдів, хлоропластів, клітин, листка та цілої рослини.

Поява фототрофної функції у первинних організмів. Її розвиток від фотогетеротрофів до фотосинтетиків. Еволюція окремих компонентів фотосинтетичного апарату: пігментів, ЕТЛ, асиміляції CO<sub>2</sub>.

### 3. Структура навчальної дисципліни

Назви модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	ср		л	п	л	інд	ср
<b><i>Розділ 1. Структура і хімічний склад фотосинтетичного апарату.</i></b>												
Тема 1. Пристосування структури листка і хлоропласту до фотосинтезу.	10	1	1	0	0	8	10	0	0	0	0	10
Тема 2. Молекулярна організація фотосинтетичних мембран	25	4	2	0	0	19	25	2	0	0	0	23
Разом за розділом 1	35	5	3	0	0	27	35	2	0	0	0	33
<b><i>Розділ 2. Механізм фотосинтезу.</i></b>												
Тема 3. Первинні фотохімічні реакції.	24	3	4	0	0	17	24	2	0	0	0	22
Тема 4. Вторинні реакції фотосинтезу.	26	4	4	0	0	18	26	2	2	0	0	22
Разом за розділом 2	50	7	8	0	0	35	50	4	2	0	0	44
<b><i>Розділ 3. Фотосинтез та продукційний процес.</i></b>												
Тема 5. Транспорт продуктів фотосинтезу.	13	1	1	0	0	11	14	2	1	0	0	11
Тема 6. Зв'язки фотосинтетичних реакцій з продуктивним процесом.	11	2	3	0	0	6	10	0	1	0	0	9
Тема 7. Регуляція та еволюція фотосинтезу.	11	1	1	0	0	9	11	2	2	0	0	7
Разом за розділом 3	35	4	5	0	0	26	35	4	4	0	0	27
<b>Усього годин</b>	<b>120</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>78</b>	<b>120</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>104</b>

### 4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

#### Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Структура і хімічний склад фотосинтетичного апарату.	3	0
2	Первинні реакції фотосинтезу	4	0
3	Вторинні реакції фотосинтезу	4	2
4	Бактеріальний фотосинтез	1	1
5	Транспорт продуктів фотосинтезу	3	1
6	Регуляція фотосинтезу	1	2
	<b>Разом</b>	<b>16</b>	<b>6</b>

## 5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	З'ясувати пристосування структури листка до фотосинтезу. Пристосування анатомічної будови листка до виконання фотосинтетичної функції та взаємозв'язок її з транспірацією. Продиховий апарат, його будова та функції.	8	10
2	Хімічний склад фотосинтетичних мембран. Пігменти, ліпіди, білки стромы та ламел. Їх характеристика та функції. Білоксинтезуюча система, характеристика її окремих компонентів і просторова організація.	19	23
3	Засвоїти типи транспорту електронів в хлоропластах. Механізми міграції енергії до реакційного центру. Збудження молекули хлорофілу. Шляхи реалізації збудженого стану. Концепція фотосинтетичної одиниці. Транспорт електронів по електронтранспортному ланцюгу (ЕТЛ) фотосистемам I і нециклічний, циклічний і псевдоциклічний.	17	22
4	З'ясувати що являє собою процес САМ-фотосинтезу, його механізм і значення для рослин.	18	22
5	Як відбувається транспорт продуктів фотосинтезу? Вихід з хлоропластів у цитоплазму макроергів та відновних еквівалентів, механізми виходу. Транспорт продуктів асиміляції CO <sub>2</sub> з цитоплазми. Відтік асимілятів з листків у інші органи рослини.	11	11
6	Встановити корелятивні зв'язки фотосинтетичних реакцій з продуктивним процесом.	6	9
7	Механізми, регуляційні рівні фотосинтезу мембран тилакоїдів, хлоропластів, клітин, листка та цілої рослини. Поява фототрофної функції у первинних організмів. Її розвиток від фотогетеротрофів до фотосинтетиків. Еволюція окремих компонентів фотосинтетичного апарату: пігментів, ЕТЛ,	9	7
<b>Разом</b>		<b>88</b>	<b>104</b>

## 6. Індивідуальне завдання

№ з/п	Теми рефератів
1	Корелятивні зв'язки первинних реакцій фотосинтезу з біомасою сільськогосподарських культур.
2	Молекулярна організація фотосинтетичних мембран.
3	Регуляція первинних реакцій фотосинтезу.
4	Регуляція вторинних реакцій фотосинтезу.
5	Завантаження, транспорт по флоемі та розвантаження продуктів фотосинтезу.
6	Корелятивні зв'язки фотосинтетичних реакцій з продуктивним процесом.
7	Пристосування структури листка і хлоропласт до фотосинтезу.
8	Фітохромна система в регуляції процесів фотосинтезу.
9	Вплив довжини фотоперіоду на первинні реакції фотосинтезу.
10	Вплив довжини фотоперіоду на вторинні реакції фотосинтезу.

## 7. Методи контролю

### Поточний контроль:

- опитування за темами лекцій та самостійної роботи на семінарських заняттях.
- написання реферату.

### Підсумковий контроль:

- екзаменаційна робота у письмовій формі.

## 8. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання							Індивідуальне завдання	Разом	Екзамен	Сума
Розділ 1		Розділ 2		Розділ 3						
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7				
5	10	10	10	5	5	5	10	60	40	100

T1, T2 ... – теми розділів.

## Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка для чотирирівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно
70-89	добре
50-69	задовільно
1-49	незадовільно

## 9. Рекомендована література

### Базова література

1. Кочубей С.М. Организация фотосинтетического аппарата высших растений. – Киев: Альтерпрес, 2001. – 204 с.
2. Медведев С. Физиология растений. — С-Пб.: Изд-во С-Пб университета. — 2013. — 512 с.
3. Кузнецов Вл.В., Г.А.Дмитриева. Физиология растений. – М.: Высшая школа, 2006. – 744 с.
4. Физиология растений / Н.Д. Алехина, Ю.В. Балнокин, В.Ф. Гавриленко и др.; Под ред. И.П. Ермакова. – М.: Академия, 2005. – 640 с.

### Допоміжна література

1. Давыденко О.Г. Нехромосомная наследственность. Курс лекций. - Минск: БГУ, 2001. - 188 с.
2. Гудвин Т., Мерсер Э. Введение в биохимию растений. М.: Мир, 1986. т. 1. -393с.
3. Кретович В.Л. Биохимия растений. М.: Высшая школа, 1986. - 503с.
4. Оканенко О. Л., Таран Н.Ю. Гліколіпіди рослин. – Київ: Ленвіт, 2005. – 110 с.
5. Фотосинтез. Под ред. Говинджи. М.: Мир, 1987. т. 1. - 727с. т. 2. - 470с.

## 10. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. <http://fizrast.ru/>
2. <http://ellibrary.ru/>
3. <http://molbiol.ru/>
4. Електронний конспект лекцій «Фотосинтез та продукційний процес».
5. Презентації лекцій за курсом «Фотосинтез та продукційний процес».
6. Бібліотечний фонд кафедри.

## **Критерії оцінки успішності студентів при семестровому контролі та виконанні письмових робіт**

**Оцінку „відмінно” (90-100 балів)** отримує студент, якщо він:

- міцно засвоїв зміст навчальної дисципліни, наукових першоджерел і рекомендованої літератури;
- вмів повністю, глибоко і всебічно розкрити зміст матеріалу, поставленого завдання чи проблеми; комплексно вирішувати поставлені завдання чи проблему; правильно застосовує одержані знання з різних дисциплін для вирішення завдань чи проблем; послідовно і логічно викладає матеріал;
- висловлює обґрунтоване власне ставлення до тих чи інших проблем;
- чітко розуміє зміст і вільно володіє спеціальною термінологією; встановлює взаємозв'язок основних понять;
- грамотно ілюструє відповіді прикладами;
- вільно використовує набуті теоретичні знання для аналізу практичного матеріалу; демонструє високий рівень набутих практичних навичок.

Допускається декілька неточностей у викладенні матеріалу, які не приводять до помилкових висновків і рішень. Кількість та суттєвість неточностей враховується при визначенні оцінки за 100-бальною шкалою.

**Оцінку „добре” (70-89 балів)** отримує студент, якщо він:

- добре засвоїв основний зміст навчальної дисципліни, основні ідеї наукових першоджерел і рекомендованої літератури;
- аргументовано, правильно та послідовно розкриває основний зміст матеріалу;
- висловлює власні міркування з приводу тих чи інших проблем;
- точно використовує термінологію;
- має практичні навички з аналізу матеріалу.

Допускається декілька неточностей у використанні спеціальної термінології, похибок у логіці викладу теоретичного змісту або аналізу практичного матеріалу, несуттєвих та не грубих помилок у висновках та узагальненнях, що не впливають на конкретний зміст відповіді. Наявні неточності та помилки враховуються при визначенні оцінки за 100-бальною шкалою.

**Оцінку „задовільно” (50-69 балів)** студент отримує, якщо:

- у відповіді суть запитання в цілому розкрита, але зміст питання викладено частково; студент невпевнено орієнтується у змісті наукових першоджерел та рекомендованої літератури;
- матеріал викладений не завжди послідовно, висновки не ув'язані між собою;
- не вмів обґрунтовано оцінювати факти та явища, пов'язувати їх з майбутньою професійною діяльністю;
- при викладенні матеріалу, поясненні термінології та вирішенні практичних питань зроблені суттєві помилки.

Обсяг викладення змісту питання, кількість та суттєвість помилок впливають на визначення оцінки за 100-бальною шкалою.

**Оцінку „незадовільно” (менше 50 балів)** студент отримує, якщо:

- основний зміст завдання не розкрито; студент майже не орієнтується у наукових першоджерелах та рекомендованій літературі; не знає наукових фактів та визначень;
- допущені суттєві помилки у висновках;
- студент слабо володіє спеціальною термінологією;
- наукове мислення та практичні навички майже не сформовані.

Оцінку „незадовільно” отримує студент, який не може продовжувати навчання або почати професійну діяльність після закінчення університету без додаткових занять з відповідної дисципліни.