

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА
Кафедра лісового і аграрного менеджменту

НОВІТНІ БІОЕНЕРГЕТИЧНІ РОСЛИННІ РЕСУРСИ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для самостійного вивчення дисципліни
для денної та заочної форм навчання
здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня
вищої освіти навчання
зі спеціальності Н1 "Агрономія", ОНП "Агрономія"

Методичні рекомендації підготували: доктор с.-г. наук, проф. Карбівська У.М., викладач Сітник А.А.

Затверджено на засіданні кафедри лісового і аграрного менеджменту Факультету природничих наук Карпатський національний університет ім. Василя Стефаника. Протокол № 2 від “25” вересня 2025 року.

Рекомендовано до друку вченою радою Факультету природничих наук Карпатський національний університет ім. Василя Стефаника. Протокол № 2 від “ 22 ” жовтня 2025 року.

Рецензенти:

М.Д. Волощук – доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри лісового і аграрного менеджменту Факультету природничих наук;

Гусак В.В. – кандидат біологічних наук, доцент кафедри біохімії та біотехнології Факультету природничих наук.

Методичні вказівки для самостійного вивчення дисципліни «Новітні біоенергетичні рослинні ресурси» містять опис, програму та структуру викладання навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти спеціальності Н1 «Агрономія». Наведена деталізована тематика теоретичного та практичного курсів дисципліни. Методичні вказівки містять запитання для проведення підсумкового контролю знань, наведені методи оцінювання, список рекомендованої літератури.

Методичні вказівки до самостійного вивчення / У.М. Карбівська, А.А. Сітник. Івано-Франківськ, 2025. 29 с.

ЗМІСТ

	ВСТУП	3
1	ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «НОВІТНІ БІОЕНЕРГЕТИЧНІ РОСЛИННІ РЕСУРСИ»	6
2	МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «НОВІТНІ БІОЕНЕРГЕТИЧНІ РОСЛИННІ РЕСУРСИ»	7
3	ПРОГРАМА ТА СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «НОВІТНІ БІОЕНЕРГЕТИЧНІ РОСЛИННІ РЕСУРСИ»	10
4	ТЕМАТИКА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «НОВІТНІ БІОЕНЕРГЕТИЧНІ РОСЛИННІ РЕСУРСИ»	17
5	ТЕМИ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ	18
6	РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА І ЕЛЕКТРОННИЙ РЕСУРС	19
7	ПИТАННЯ ДО ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ З ДИСЦИПЛІНИ «НОВІТНІ БІОЕНЕРГЕТИЧНІ РОСЛИННІ РЕСУРСИ»	25

ВСТУП

Зростання світового енергоспоживання та виснаження традиційних джерел енергії зумовлюють необхідність пошуку альтернативних та відновлюваних ресурсів. У сучасних умовах особливого значення набуває розвиток біоенергетики, яка ґрунтується на використанні біомаси рослинного походження як стратегічного джерела відновлюваної енергії. Біоенергетичні культури розглядаються не лише як інструмент зменшення залежності від викопних палив, але й як важливий чинник формування екологічно збалансованого агровиробництва.

Україна володіє значними земельними ресурсами, серед яких суттєву площу займають малопродуктивні та деградовані ґрунти, що потребують рекультивації й можуть бути залучені до вирощування енергетичних культур. Зростання потреби в місцевих джерелах теплової та електричної енергії, отриманих із відновлюваної сировини, обумовлене економічними чинниками розвитку країни. Водночас однією з ключових проблем ринку біопалива в Україні є періодичний дефіцит якісної сировини для переробних підприємств. Для забезпечення безперервної роботи біоенергетичних заводів і твердопаливних котелень у сільських громадах необхідні стабільні обсяги біомаси. У цьому контексті вирощування високопродуктивних біоенергетичних культур та використання біопалива сприятиме наповненню енергетичного балансу місцевих господарств і регіонів, що істотно зменшить залежність від імпортованих джерел викопного палива.

Новітні біоенергетичні рослинні ресурси, до яких відносять швидкорослі багаторічні злаки (міскантус, свічграс, просо прутоподібне), олійні та технічні культури (рапс, рицина, сафлор), а також сидеральні та медоносні рослини (фацелія, гірчиця, суріпиця), характеризуються високою енергоємністю, адаптивністю до різних ґрунтово-кліматичних умов і здатністю забезпечувати стабільний вихід біомаси. Їх вирощування сприяє підвищенню енергетичної

незалежності держави, зменшенню антропогенного навантаження на довкілля та розвитку «зеленої» економіки.

Попит на відновлювану рослинну біосировину актуалізує проблему розширення площ посівів біоенергетичних культур та одночасно вимагає розробки інноваційних методів їх вирощування і переробки на енергетичні ресурси. Науковий інтерес до цієї проблематики обумовлений необхідністю комплексної оцінки потенціалу новітніх біоенергетичних культур, визначення їх продуктивності, енергетичної ефективності та екологічної доцільності використання в агроландшафтах України, зокрема в умовах зміни клімату.

Навчальна програма дисципліни «Новітні біоенергетичні рослинні ресурси» розроблена на основі освітньо-наукової програми «Агрономія» для підготовки здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня у закладах вищої освіти III–IV рівнів акредитації за спеціальністю Н1 «Агрономія». Засвоєння матеріалу курсу передбачає тісний взаємозв'язок із низкою суміжних дисциплін, що ґрунтується на принципі кумулятивності знань: без попереднього опанування фундаментальних положень споріднених наук неможливе досягнення нових теоретичних і практичних результатів.

Курс «Новітні біоенергетичні рослинні ресурси» інтегрує здобутки широкого кола наук, зокрема фізіології рослин, землеробства, рослинництва, ґрунтознавства, агрохімії, агрометеорології, а також кібернетики та економіки. Він розглядає теоретичні засади та практичні аспекти вирощування біоенергетичних культур на основі інтенсивних і водночас енергозберігаючих технологій.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«НОВІТНІ БІОЕНЕРГЕТИЧНІ РОСЛИННІ РЕСУРСИ»

Навчальним планом підготовки аспірантів за освітньо-науковою програмою на дисципліну «Новітні біоенергетичні рослинні ресурси» відведено 90 годин (3 кредита ECTS).

Вид контролю – диференційований залік.

Організація навчальної дисципліни			
Обсяг навчальної дисципліни			
Вид заняття	Загальна кількість		
Лекції	20		
Семінарські заняття	10		
Самостійна робота	60		
Ознаки навчальної дисципліни			
Семестр	Спеціальність	Курс/рік навчання	Нормативна/ вибіркова
3	201 Агрономія	2	Вибіркова

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і аудиторної роботи становить

для денної форми навчання–33:67 %

для заочної форми навчання –16:87 %.

2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «НОВІТНІ БІОЕНЕРГЕТИЧНІ РОСЛИННІ РЕСУРСИ»

Дисципліна „Новітні біоенергетичні рослинні ресурси” спрямована на висококваліфіковану підготовку здобувачів вищої освіти докторів філософії зі спеціальності Н1 «Агрономія». Вона сприяє більш глибокому засвоєнню профільюючих дисциплін, які формують спеціальні знання фахівців і надає можливість формувати у аспірантів сучасні уявлення про системи знань і навичок з організації науково-обґрунтованих інноваційних технологій виробництва та споживання біопалив із сільськогосподарських культур та відходів переробки сільськогосподарської продукції задля забезпечення агропромислового комплексу України недорогими та високоякісними енергоносіями. А також технологічні ланцюжки вирощування сільськогосподарської продукції із заданими властивостями до завершальної стадії переробки біосировини на різні види біопалива.

Мета вивчення навчальної дисципліни – опанування характеристик та територіальний розподіл наявних енергетичних біоресурсів, сортименту, ботаніко-біологічних особливостей та технології вирощування енергетичних культур, а також переробки біомаси на біопаливо для послідууючої енергоконверсії.

Завдання дисципліни полягає у формуванні у студентів необхідного об’єму знань сучасних технологій вирощування біоенергетичних культур, виробництва та споживання біопалив, що є основою для забезпечення агропромислового комплексу України недорогими та високоякісними енергоносіями і можливе лише через підвищення реалізації урожайного потенціалу сортів, гібридів, культур на основі сучасних технологій їх вирощування.

Основні завдання навчальної дисципліни – засвоєння здобувачами вищої освіти теоретичних та практичних аспектів з ботаніки, біології рослин, технології вирощування біоенергетичних культур та переробки їх на біопаливо.

Компетентності

ІК. Здатність продукувати нові ідеї, розв’язувати комплексні проблеми професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності у сфері агрономії, застосовувати методологію наукової та педагогічної діяльності, а також проводити власне наукове дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення.

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Здатність працювати в міжнародному контексті.

ЗК3. Здатність розробляти проєкти та управляти ними.

ЗК4. Здатність розв’язувати комплексні проблеми агрономії на основі системного наукового та загального культурного світогляду із дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності.

СК1. Здатність продукувати і обґрунтовувати нові перспективні ідеї, гіпотези, стратегії виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання в агрономії та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з сільськогосподарських наук і суміжних галузей.

СК2. Здатність застосовувати сучасні методи та інструменти експериментальних і теоретичних досліджень у сфері агрономії, інформаційні технології, методи комп’ютерного моделювання, бази даних та інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та освітній діяльності.

СК4. Здатність аналізувати, оцінювати і прогнозувати сучасний стан і тенденції розвитку агротехнологій вирощування сільськогосподарських культур.

СК5.Здатність ініціювати та реалізовувати інноваційні комплексні проекти в агрономії та дотичні до неї міждисциплінарні проекти, лідерство під час їх реалізації.

СК6.Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького та/або інноваційного характеру у сфері агрономії, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

Програмні результати навчання

ПРН1. Застосовувати передові концептуальні та методологічні знання з філософії науки, агрономії та суміжних галузей, а також дослідницькі вміння для планування й проведення актуальних прикладних наукових досліджень.

ПРН2. Висувати і перевіряти гіпотези; обґрунтовувати та інтерпретувати результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного або комп'ютерного моделювання.

ПРН3. Планувати і виконувати теоретичні й експериментальні дослідження з агрономії та дотичних наукових напрямів з використанням сучасних методів, технологій та інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

ПРН5. Вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми агрономії державною та іноземною мовами, кваліфіковано відображати результати досліджень у наукових публікаціях у провідних міжнародних наукових виданнях.

ПРН6. Розробляти та реалізовувати наукові й інноваційні проекти, які дають можливість вирішити наукові, технологічні, економічні й організаційні проблеми агрономії з дотриманням норм академічної етики і врахуванням технічних, соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.

ПРН8. Розробляти і викладати в закладах вищої освіти фахові дисципліни агрономічного спрямування з використанням сучасних технологій навчання.

3. ПРОГРАМА ТА СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «НОВІТНІ БІОЕНЕРГЕТИЧНІ РОСЛИННІ РЕСУРСИ»

Тема 1. Енергетичні ресурси та основи біоенергетики. Оцінка потенціалу біосировини. Основи біоенергетики. Агрокліматична оцінка можливостей вирощування енергетичних культур на території України. Екологічні чинники за використання рослинної агробіомаси та фітомаси енергетичних культур.

Тема присвячена розгляду сучасних енергетичних ресурсів та основ біоенергетики як ключового напрямку розвитку відновлюваної енергетики. Особлива увага приділяється оцінці потенціалу біосировини та можливостей її ефективного використання. Розкриваються агрокліматичні передумови вирощування енергетичних культур в Україні та визначаються екологічні чинники, пов'язані з використанням рослинної агробіомаси та фітомаси. Матеріал спрямований на формування цілісного уявлення про енергетичну цінність біоресурсів і їх роль у забезпеченні сталого розвитку аграрного та енергетичного секторів.

Біопаливо класифікують на тверде, рідке та газоподібне. До твердих видів належать дрова (переважно відходи деревообробної промисловості), паливні гранули та брикети з подрібнених залишків деревини, а також інша рослинна біомаса. Рідке біопаливо представлено спиртами (метанол, етанол, бутанол) та ефірами. Зростання інтересу до альтернативних джерел енергії зумовлене глобальними кліматичними змінами та їх негативним впливом на довкілля, у зв'язку з чим більшість розвинених країн надають перевагу розвитку

відновлюваної енергетики, значне місце в якій посідає біопаливо, вироблене з біомаси різних енергетичних культур.

Україна володіє значним земельним потенціалом, у структурі якого вагомому частку становлять малопродуктивні та деградовані ґрунти, придатні до рекультивації й використання під енергетичні плантації. Створення насаджень високопродуктивних культур із високим виходом біомаси розглядається як ефективний шлях вирішення проблеми забезпечення сировиною біоенергетики. Серед широкого спектра культур, придатних для виробництва біопалива, особливе значення мають спеціальні енергетичні рослини, нові для українського аграрного виробництва, зокрема енергетична верба, тополя, павловнія, міскантус, просо прутоподібне та сорго цукрове. Їх біомаса є однією з найперспективніших для отримання твердих видів біопалива.

Тема 2. Класифікація енергетичних культур. Ботанічна класифікація енергетичних культур. Малопоширені енергетичні культури. Інші рослинні енергетичні ресурси.

Тема присвячена систематизації та класифікації енергетичних культур, що є основою для ефективного використання рослинної біомаси у виробництві біопалива. Розглядається ботанічна класифікація енергетичних рослин, включно з традиційно вирощуваними видами, такими як тополя, верба, міскантус та сорго цукрове, а також малопоширеними культурами, які мають високий потенціал біомаси, але поки що обмежено застосовуються в аграрному виробництві. Окремо аналізуються інші рослинні енергетичні ресурси, зокрема відходи сільського господарства, побічна біомаса та спеціальні енергетичні культури, які можуть слугувати джерелом твердого, рідкого або газоподібного біопалива. Тема спрямована на формування у здобувачів системного уявлення про різноманіття енергетичних рослинних ресурсів, їхню біоенергетичну цінність та перспективи інтеграції у відновлювану енергетику.

Тема 3. Ботаніко-біологічні особливості, сортимент та технологія вирощування трав'янистих енергетичних культур. Основи технології вирощування енергетичних культур. Морфо-біологічні особливості й технологія

вирощування трав'янистих енергетичних культур. Просо прутоподібне. Міскантус. Сорго багаторічне. Сорго цукрове. Рицина. Щавнат. Топінамбур.

Тема присвячена вивченню ботаніко-біологічних особливостей, сортименту та технології вирощування трав'янистих енергетичних культур, які мають високий потенціал для виробництва біомаси та біопалива. Розглядаються морфо-біологічні характеристики, агротехнічні вимоги та інтенсивні методи культивування основних трав'янистих енергетичних культур, що дозволяє забезпечити максимальний вихід біомаси.

Особлива увага приділяється окремим видам, серед яких просо прутоподібне, міскантус, сорго багаторічне та сорго цукрове, рицина, щавнат і топінамбур. Для кожного виду аналізуються його морфологічні та фізіологічні особливості, агротехнічні вимоги, строки посіву та оптимальні умови вирощування, а також методи підвищення продуктивності і якості біомаси. Тема спрямована на формування у здобувачів системного розуміння технологічних аспектів культивування трав'янистих енергетичних культур і практичних навичок організації енергетичних плантацій з високою продуктивністю.

Тема 4. Ботаніко-біологічні особливості, сортимент та технологія вирощування дерево-кущових енергетичних культур. Морфо-біологічні особливості й технологія вирощування сіди, верби енергетичної, тополі, паловнії.

Тема присвячена вивченню ботаніко-біологічних особливостей, сортименту та технології вирощування дерево-кущових енергетичних культур, які використовуються для отримання високопродуктивної біомаси для біопалива. Розглядаються морфо-біологічні характеристики, агротехнічні вимоги та оптимальні методи культивування основних дерево-кущових енергетичних культур, що дозволяє досягти максимального виходу біомаси при мінімальних витратах ресурсів.

Особлива увага приділяється таким видам, як сіда, енергетична верба, тополя та павловнія, для яких аналізуються морфологічні та фізіологічні особливості росту, строки посадки, способи розмноження, догляд за

насадженнями та інтенсивні технології вирощування. Тема спрямована на формування у здобувачів системного розуміння технологій вирощування дерево-кущових енергетичних культур та практичних навичок організації енергетичних плантацій високої продуктивності.

Тема 5. Ботаніко-біологічні особливості, сортимент та технологія вирощування малопоширених енергетичних культур. Морфо-біологічні особливості й технологія вирощування Арундо тростинного, Козлятника східного, Гірчака Вейріха, Індіанграса, Біг блуестема, або Бородача Жерара.

Тема присвячена вивченню ботаніко-біологічних особливостей, сортименту та технології вирощування малопоширених енергетичних культур, які мають високий потенціал для виробництва біомаси та біопалива, але поки що обмежено використовуються в аграрному виробництві. Дослідження таких культур дозволяє розширити асортимент енергетичних рослин, підвищити ефективність використання земельних ресурсів та забезпечити сталий потік сировини для біоенергетики.

У межах теми розглядаються морфо-біологічні особливості, агротехнічні вимоги, строки посіву, способи розмноження та догляду за насадженнями малопоширених енергетичних культур. Особлива увага приділяється таким видам, як Арундо тростинне (*Arundo donax*), Козлятник східний (*Galega orientalis*), Гірчак Вейріха (*Sorghum halepense* 'Weirich'), Індіанграс (*Sorghastrum nutans*), Біг блуестем (*Andropogon gerardii*) та Бородач Жерара (*Cenchrus longispinus*). Для кожного виду аналізуються морфологічні та фізіологічні особливості росту, вимоги до ґрунту та клімату, технології підвищення продуктивності біомаси, а також перспективи використання їх у виробництві твердого, рідкого та газоподібного біопалива.

Тема спрямована на формування у здобувачів системного уявлення про малопоширені енергетичні культури, їх біоенергетичну цінність та практичні навички організації високопродуктивних насаджень для сталого забезпечення аграрного та енергетичного секторів сировиною.

Тема 6. Класифікація біопалива із рослинної сировини. Класифікація та характеристика біопалив. Види та нормативи до твердих біопалив. Енергоконверсія біопалив. Технологія для виробництва біопалива та отримання енергії. Досвід вирощування та використання енергетичних культур.

Тема присвячена класифікації та характеристиці біопалива, отриманого з рослинної сировини, та дослідженню його енергетичного потенціалу. Розглядаються основні види біопалива – тверде, рідке та газоподібне, їхні фізико-хімічні властивості, нормативні вимоги до якості твердих біопалив, а також принципи енергоконверсії біомаси у теплову, електричну та механічну енергію.

Особлива увага приділяється технологіям виробництва біопалива та організації ефективного використання енергетичних культур у біоенергетиці. Аналізуються методи підвищення продуктивності сировини, оптимальні режими переробки та перетворення біомаси на енергію. Досвід вирощування та використання енергетичних культур в Україні та за кордоном дозволяє сформулювати у студентів системне уявлення про перспективи інтеграції біопалива у відновлювану енергетику та аграрне виробництво.

Транспортне паливо, отримане з олійних культур, таких як соняшник, ріпак, соя, або з тваринних жирів, відоме як біодизель. Цікаво, що рослинні олії використовувалися у дизельних двигунах ще з моменту їхнього винайдення. Найбільш поширеним джерелом біодизелю є ріпакова олія (близько 84%), проте залежно від географічного розташування та природно-кліматичних умов виробників застосовуються також соняшникова олія (13%), конопляна олія та олія з ятрофи (пляшкове дерево).

Комплекс агротехнічних заходів для вирощування соняшнику та сої має бути спрямований на підвищення врожайності та якості продукції, з урахуванням біологічних особливостей культур, ґрунтово-кліматичних умов, сортового різноманіття та цільового призначення посівів. Важливими складовими отримання високих і стабільних урожаїв є правильний вибір поля, застосування

раціональної системи обробітку ґрунту та удобрення, оптимальні строки сівби, а також ефективні методи догляду за рослинами та збирання врожаю.

Біоетанол – це етанол, який виробляють із рослинної сировини для використання як біопаливо або як паливну добавку. Світове виробництво біоетанолу як альтернативного пального для транспорту зросло з 17 млрд літрів у 2000 році до 52 млрд літрів у 2020 році. На відміну від нафтопродуктів, біоетанол є формою відновлюваної енергії, яку можна отримати з сільськогосподарської сировини, зокрема цукрової тростини, картоплі, маніоку та кукурудзи.

Питання доцільності заміни бензину біоетанолом залишається дискусійним через значну потребу у сільськогосподарських угіддях, витрати енергії та можливе забруднення навколишнього середовища. В Україні сировиною для виробництва біоетанолу першого покоління можуть слугувати цукровий буряк, цукрове сорго, а також зернові культури, зокрема кукурудза, великі обсяги якої щороку експортуються для переробки на біоетанол.

Комплекс агротехнічних заходів для вирощування цих культур має бути спрямований на підвищення врожайності та якості продукції з урахуванням біологічних особливостей рослин, ґрунтово-кліматичних умов, сортового різноманіття та цільового призначення посівів. Для досягнення високих і стабільних урожаїв важливими є вибір оптимального поля, застосування раціональної системи обробітку ґрунту та удобрення, дотримання строків сівби, ефективні прийоми догляду за рослинами та своєчасне збирання врожаю.

В Україні основною сировинною базою для виробництва твердого біопалива наразі є відходи деревообробної промисловості (тирса, тріска), солома зернових та зернобобових культур, соняшникова лузга та інші подібні матеріали. Проте надходження цієї сировини є сезонним та нестабільним, що негативно впливає на ефективність роботи біопаливних установок. Крім того, біопаливо, виготовлене з залишків, містить значну частку золи (до 10%), що знижує його теплотворну здатність та експлуатаційні характеристики котлів.

В ІБКіЦБ НААН проводяться дослідження, спрямовані на формування сталого постачання сировини для виробництва біопалива шляхом вирощування нових видів багаторічних злакових рослин, таких як міскантус, просо прутоподібне та інші. Біомаса цих культур на момент збирання містить до 2 % зольних елементів, що робить її більш придатною для екологічно сталого використання. Тривале вирощування багаторічних біоенергетичних культур на малопродуктивних землях сприяє відновленню їх родючості та зменшує ризик ерозійних процесів. Крім того, розвиток біоенергетичних насаджень, виробництво та використання біопалива створює нові робочі місця та забезпечує додатковий дохід, зокрема в сільській місцевості.

Тема 7. Інтродукція, селекція і біотехнологія енергетичних рослин. Біотехнологія створення енергетичних культур. Сорти та гібриди енергетичних культур.

Тема присвячена питанням інтродукції, селекції та біотехнології енергетичних рослин, що є ключовими напрямками підвищення продуктивності та адаптивності біоенергетичних культур. Розглядаються методи введення нових видів рослин у агроєкосистеми, створення сортів і гібридів з високою біомасою та стійкістю до несприятливих умов середовища.

Особлива увага приділяється сучасним біотехнологічним підходам у створенні енергетичних культур, включаючи використання генетичних ресурсів, клітинні та тканинні культури, а також молекулярно-генетичні методи селекції. Тема охоплює аналіз доступного сортименту та гібридів енергетичних культур, їхні морфо-біологічні особливості, продуктивність і придатність для вирощування в різних ґрунтово-кліматичних умовах.

Вивчення даної теми формує у здобувачів системне розуміння сучасних методів підвищення ефективності біоенергетичних культур і практичних навичок відбору, селекції та впровадження нових сортів і гібридів у виробництво.

**4. ТЕМАТИКА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«НОВІТНІ БІОЕНЕРГЕТИЧНІ РОСЛИННІ РЕСУРСИ»**

Тематика навчальної дисципліни			
Тема	Кількість годин		
	лекції	заняття	сам.роб
Тема 1. Енергетичні ресурси та основи біоенергетики. Оцінка потенціалу біосировини. Основи біоенергетики. Агрокліматична оцінка можливостей вирощування енергетичних культур на території України. Екологічні чинники за використання рослинної агробіомаси та фітомаси енергетичних культур	2		8
Тема 2. Класифікація енергетичних культур. Ботанічна класифікація енергетичних культур. Малопоширені енергетичні культури. Інші рослинні енергетичні ресурси.	4		8
Тема 3. Ботаніко-біологічні особливості, сортимент та технологія вирощування трав'янистих енергетичних культур. Основи технології вирощування енергетичних культур. Морфо-біологічні особливості й технологія вирощування трав'янистих енергетичних культур. Просо прутоподібне. Міскантус. Сорго багаторічне. Сорго цукрове. Рицина. Щавнат. Топінамбур.	2	2	10
Тема 4. Ботаніко-біологічні особливості, сортимент та технологія вирощування дерево-кущових енергетичних культур. Морфо-біологічні особливості й технологія вирощування сіди, верби енергетичної, тополі, паловнії.	2	2	10
Тема 5. Ботаніко-біологічні особливості, сортимент та технологія вирощування малопоширених енергетичних культур. Морфо-біологічні особливості й технологія вирощування Арундо тростинного, Козлятника східного, Гірчака Вейріха, Індіанграса, Біг	2	2	8

блуестема, або Бородача Жерара.			
Тема 6. Класифікація біопалива із рослинної сировини. Класифікація та характеристика біопалив. Види та нормативи до твердих біопалив. Енергоконверсія біопалив. Технологія для виробництва біопалива та отримання енергії. Досвід вирощування та використання енергетичних культур.	2	2	8
Тема 7. Інтродукція, селекція і біотехнологія енергетичних рослин. Біотехнологія створення енергетичних культур. Сорти та гібриди енергетичних культур.	2	2	8

5. ТЕМИ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

За матеріалом кожного змістовного модуля для кожної теми здобувачі оформляють опорний конспект, користуючись інформаційними джерелами для самостійної роботи, базою і допоміжною рекомендованою літературою, а також інтернет ресурсами.

Перелік тем для самостійного вивчення

1.Світчграс. Ботанічна, морфологічна та екологічна характеристика. Значення культури, поширення, технологія вирощування.

2.Цукрова тростина. Ботанічна, морфологічна та екологічна характеристика. Значення культури, поширення, технологія вирощування.

3.Павловнія. Ботанічна, морфологічна та екологічна характеристика. Значення культури, поширення, технологія вирощування.

4. Використання рослинної біомаси для виробництва біогазу.

5. Вирощування олійних культур на біопаливо.

- 6.Технологія вирощування деревних рослин для отримання паливних палет.
- 7.Акліматизація та адаптація енергетичних культур.
- 8.Технологія вирощування міскантусу гігантського.
- 9.Технологія вирощування проса прутоподібного.
- 10.Технологія вирощування трав'янистих рослин для отримання паливних палет.
- 11.Щавнат. Ботанічна, морфологічна та екологічна характеристика. Значення культури, поширення, технологія вирощування.
- 12.Мальва пенсільванська. Ботанічна, морфологічна та екологічна характеристика. Значення культури, поширення, технологія вирощування.
- 13.Господарське значення, морфологічні особливості, технологія вирощування і способи переробки ріпаку на біопаливо.
14. Вирощування та використання сої для виробництва біодизелю.
15. Вирощування та використання суріпиці для виробництва біодизелю.
16. Вирощування та використання гірчиці для виробництва біодизелю.
- 17.Вирощування та використання тифону Енергетичні рослинні ресурси для виробництва біодизелю.
- 18.Вирощування та використання льону олійного для виробництва біодизелю.
19. Вирощування та використання чуфи для виробництва біодизелю.
20. Вирощування та використання рицини для виробництва біодизелю.
21. Вирощування та використання сафлору для виробництва біодизелю.
22. Вирощування та використання катрану для виробництва біодизелю.
23. Вирощування та використання рижію для виробництва біодизелю.
24. Вирощування та використання амаранту для виробництва твердого біопалива.

6. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА І ЕЛЕКТРОННИЙ РЕСУРС

1. Karbivska U.M., Hryhoriv Ya. Ya., Sitnyk A.A. Impact of fertilization on the productivity of sugar sorghum in the conditions of the Carpathian. The 4th International scientific and practical conference “Topical aspects of modern scientific research” (December 21-23, 2023) CPN Publishing Group, Tokyo, Japan. 2023. P. 15-19.

2. Katelevskij V., Gumentyk M., Kharytonov M. Plant growth stimulants influence on *Miscanthus x giganteus* biomass indexes in forest – steppe zone of Ukraine. Scientific Papers Series A. Agronomy. 2020. Volume LXIII, No. 1. p.341-345.

3. Атлас енергетичного потенціалу нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії. К., 2016. 54 с.

4. Балан В.М., Присяжнюк О.І., Балагура О.В., Карпук Л.М. Рослинництво основних культур. Вінниця : ТОВ «Твори», 2018. 384 с.
5. Біоенергетичні проекти: від ідеї до втілення : прак. посіб. / за ред. Р. Ю. Тормосова. Київ : ТОВ «Поліграф плюс», 2015. 208 с.
6. Бондар В.С., Фурса А.В., Гументик М.Я. Стратегія та пріоритети розвитку біоенергетики в Україні. Економіка агропромислового виробництва. 2018. Вип. 8. С. 17–23.
7. Вирощування біоенергетичних культур: Монографія / за редакцією к. с.-г. наук, с.н.с. М.Я. Гументика. К.: Компринт, 2018. 178 с.
8. Гелетуха Г. Г. та ін. Комплексний аналіз українського ринку пелет з біомаси. Київ: Програма розвитку Організації Об'єднаних Націй, 2016. 334 с.
9. Гелетуха Г. Г., Железна Т. А., Трибой О. В. Перспективи вирощування та використання енергетичних культур в Україні. Київ, 2014. 33 с.
10. Гелетуха Г.Г., Железна Т.А., Баштовий А.І. Проблеми та перспективи розвитку когенерації в Україні. Теплофізика та теплоенергетика. 2019. Том 41, № 1. С. 59–66. <https://doi.org/10.31472/ttpe.1.2019.8>.
11. Гументик М. Я. Особливості технології змішаного вирощування біоенергетичних злакових культур для виробництва біопалива. Біоенергетика. 2019. № 1 (13). С.16-19.
12. Гументик М.Я. Ефективна конвертація біомаси. Пропозиція. № 12. 2016. С.178–180.
13. Гументик М.Я. Технологічні основи створення промислових плантацій високопродуктивних біоенергетичних культур. Біоенергетика. 2020. № 1 (15). С. 14–17.
14. Гументик М.Я., Бондар В.С. Економічна і енергетична ефективність вирощування біоенергетичних культур на біопаливо. Біоенергетика. 2018. № 1 (11). С. 16–19.
15. Гументик М.Я., Радейко Б.М., Фучило Я.Д., Ганженко О.М., Квак В.М., Харитонов М.М., Каталевський В.М. Вирощування біоенергетичних культур:

монографія / За редакцією М.Я. Гументик. К.: ТОВ «ЦП «Компринт», 2018. 180 с.

16. Гументик М.Я., Ягольник О.О. Павловнія високопродуктивна культура для виробництва біопалива та деревини. Біоенергетика. 2020. № 2 (16). С. 6–8.

17. Дубровін В. Гументик М.Я. Оцінка ефективності переробляння біомаси енергетичних культур на біопаливо. Біоенергетика. 2016. № 2 (8). С. 10-12.

18. Енергетична верба: технологія вирощування та використання / [М. В. Роїк, В. М. Сінченко, Я. Д. Фучило, та ін.]. Вінниця: ТОВ «Нілан ЛТД», 2015. 340 с.

19. Ігнатенко О.П. Використання біомаси у муніципальному секторі: практ. посіб. Проект ПРООН/ГЕФ «Розвиток та комерціалізація біоенергетичних технологій у муніципальному секторі України». Київ: 2016. 168 с.

20. Калетник Г.М., Пришляк В.М. Біопалива: ефективність їх виробництва та споживання в АПК України. Навч. Посібник. К: Аграрна наука, 2010. 327 с.

21. Карбівська У.М., Сітник А.А. Продуктивність міскантусу залежно від елементів агротехнології на дерново-підзолистому ґрунті в умовах Прикарпаття. *Таврійський науковий вісник*. 2024. №137. С. 111–116.
<https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.14>

22. Катеринчук І. «Павловнія – зелена перспектива біоенергетики» Пропозиція. 2019. № 10 С. 34–39.

23. Кулик М.І. Ботаніко-біологічна характеристика, особливості вирощування та використання енергетичних культур: Частина перша: світчграс (просо лозоподібне): довідник. Полтава, 2014. 130 с.

24. Кулик М. І., Писаренко П. В., Wolter E. та ін. Методичні рекомендації по технології вирощування енергетичних культур в умовах України відповідно до стандарту NTA8080. Полтава, 2013. 40 с.

25. Кулик М. І., Рожко І. І. Завдання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Енергетичні культури» для здобувачів вищої освіти спеціальності 201 – „Агрономія”. Полтава, 2020. 70 с.

26. Кулик М. І., Рожко І. І., Погребняк В. Р. Динаміка росту і розвитку рослин та особливості формування урожайності енергетичних культур. Збірник статей тринадцятої всеукраїнської практично-пізнавальної конференції: Наукова думка сучасності і майбутнього. Дніпро, 2017. С. 62–66.

27. Кулик М. І., Рожко І. І., Тупиця А. М. Агроекологічні особливості використання рослинної сировини для виробництва біопалива. Збірник наукових праць I Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції: Хімія, екологія та освіта. Полтава, 2017. С. 200–201.

28. Кулик М., Сиплива Н., Рожко І. Основні завдання селекції енергетичних культур в умовах змін клімату. Стан і перспективи розвитку селекції в умовах змін клімату : збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції, 23 лютого 2018 р. Херсон: ІЗЗ НААН, 2018. С. 104–107.

29. Кулик М.І. Енергетичні культури: навчальний посібник. Полтава: Астроя, 2016. 154 с.

30. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Іващук П. В. Зерно-виробництво. Львів: НВФ “Українські технології”, 2008. 624 с.

31. Мацкевич О.В., Філіпова Л.М., Мацкевич В.В., Андрієвський В.В. Павловнія: Науково-практичний посібник. Біла Церква: БНАУ, 2019. 80 с.

32. Методичні рекомендації з технології вирощування і перероблення міскантусу гігантського / В.Л. Курило, О.М. Ганженко, М.Я. Гументик та ін. Київ, 2015. ІБКіЦБ. 50 с.

33. Міскантус в Україні: Монографія / [М.В. Роїк, В.М. Сінченко, В.І. Пиркін, В.М.Квак та ін]. К.: ФОП Ямчинський О.В., 2018. 256 с.

34. Посібник. Технології та обладнання для використання поновлюваних джерел енергії в сільськогосподарському виробництві / за ред. В. І. Кравчука, В. О. Дубровіна. Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л. По горілого. 2010. 184 с.

35. Рахметов Д. Б. Теоретичні та прикладні аспекти інтродукції рослин в Україні: монографія. К.: «Аграр Медіа Груп», 2011. 398 с.

36. Рекомендації по веденню різноротаційних сівозмін для господарств усіх форм власності для ґрунтово-кліматичних зон Лісостепу / Я.П. Цвей, В.М. Сінченко, В.В. Іваніна та ін. ; за ред. Я. П. Цвея. Київ : ЦП «Компринт», 2018. 59 с.

37. Рожко І.І., Кондратюк Р.О., Кулик М. І. Особливості формування продуктивності енергетичних культур місцевого та інтродукованого матеріалу. Селекційно-генетична наука і освіта : матер. VII міжнародної наукової конференції, Парієві читання, 19–21 березня 2018 р. / редкол.: О. О. Непочатенко та ін. Умань: Видавець «Сочінський М. М.», 2018. С. 215–218.

38. Рожко І.І., Кулик М.І. Вивчення сортозразків проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) за господарсько цінними ознаками. Матеріали Міжнародної наукової конференції «Селекція зернових та зернобобових культур в умовах змін клімату: напрями і пріоритети" 5 травня 2021 р., м. Одеса. С. 159-162

39. Роїк М.В., Сінченко В.М., Бондар С.В., Фурса А.В., Гументик М.Я. Концепція розвитку біоенергетики в Україні до 2035 року. Біоенергетика. 2019. № 2 (14). С.4–10.

40. Роїк М.В., Сінченко В.М., Ганженко О.М., Квак В.М., Гументик М.Я., Фучило Я.Д., Бондар С.В., Фурса А.В., Каталевський В.М. Міскантус в Україні : монографія / За редакцією В.М. Сінченко. К.: ТОВ «ЦП «Компринт», 2019. 256 с.

41. Роїк М.В., Шафаренко Ю.А., Сінченко В.М., Гументик М.Я., Фучило Я.Д., Ганженко О.М. Рекомендації з технології вирощування та використання павловнії в умовах Лісостепу України. Київ: ЦП «Компринт», 2020. 75 с.

42. Сінченко В.М., Пиркін В.І., Широкоступ О.В., Москаленко В.П., Гізбулліна Л. Н. Правильна агротехніка на цукрових буряках і ґрунт береже, і врожаю додає. Агробізнес сьогодні. 2017. № 3. С. 70–75.

43. Сінченко В.М., Фучило Я.Д., Ганженко О.М., Гументик М.Я., Гнап І.В., Іванюк І.Д. Інтродукція високопродуктивних сортів енергетичної верби та технологічні аспекти її вирощування. К.: Компринт, 2022. – 206 с.

44. Сітник А.А. Особливості формування продуктивності сорго цукрового в умовах Західного регіону України. *Український журнал природничих наук*. 2025. №12. С. 232–239. С. <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.12.2025.23>

45. Фучило Я.Д. Сбитна М.В. Вербни України: біологія, екологія, використання: монографія. Видання друге, виправлене і доповнене. К.: ЦП «Компринт», 2017. 259 с.

46. Фучило Я.Д., Сбитна М.В. Вербни України: біологія, екологія, використання: монографія. Видання друге, виправлене і доповнене. К.: ЦП «Компринт», 2017. 259 с.

47. Фучило Я.Д., Сінченко В.М., Ганженко О.М., Гументик М.Я. та ін. Методологія дослідження енергетичних плантацій верб і тополь: монографія / за ред. члена-кореспондента НААН В.М. Сінченка. К.: ТОВ «ЦП «Компринт», 2018. 137 с.

Інформаційні ресурси

1. Електронний курс на платформі Moodle.
2. Agro Mage. URL: <https://agromage.com>.
3. Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського. URL: <http://www.nbuv.gov.ua>.
4. Національна наукова сільськогосподарська бібліотека НААН. 17 Академія (ресурс для пошуку наукових статей). URL: <http://dns.gb.com.ua>.
5. Google URL: <https://scholar.google.com>.
6. National Center for Biotechnology Information (ресурс для пошуку наукових статей). URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov>.

ПИТАННЯ ДО ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ З ДИСЦИПЛІНИ «НОВІТНІ БІОЕНЕРГЕТИЧНІ РОСЛИННІ РЕСУРСИ»

1. Стан і перспективи розвитку альтернативної енергетики в Україні.

2. Підбір ділянки та технології з підготовки ґрунту для висаджування рослин верби.
3. Продуктивність, стійкість до посухи та захворювань і вилягання.
4. Підготовка ґрунту до висадження верби.
5. Догляд за насадженнями верби: міжрядний обробіток, підживлення добривами, захист від бур'янів, хвороб і шкідників.
6. Підбір ділянки та технології з підготовки ґрунту для висаджування рослин тополі.
7. Продуктивність, стійкість до посухи тополі.
8. Підготовка ґрунту до висадження тополі.
9. Догляд за насадженнями тополі: міжрядний обробіток, підживлення добривами, захист від бур'янів, хвороб і шкідників.
10. Стан та перспективи розвитку промислових коротко ротаційних плантацій для біоенергетики.
11. Господарське значення павловнії.
12. Види біопалива та їх характеристика (паливні гранули, брикети та тріска, етанол, дизельне паливо, VtL-паливо (БтЛ) і біонафта).
13. Особливості розмноження посадкового матеріалу рослин павловнії.
14. Екологічні та агротехнічні особливості павловнії.
15. Фенологія рослин павловнії в умовах України.
16. Продуктивний та біоенергетичний потенціал біомаси павловнії в Україні.
17. Підбір ділянки та технології з підготовки ґрунту для сівби сорго зернового і цукрового.
18. Скоростиглість, продуктивність, стійкість до посухи та захворювань і вилягання сорго зернового.
19. Основний та весняний обробіток ґрунту для сорго зернового і цукрового.

20. Післяпосівне прикочування, досходове боронування, міжрядні культивуації, підживлення добривами, захист посівів сорго зернового і цукрового від бур'янів, хвороб і шкідників.

21. Догляд за посівами сорго зернового і цукрового.

22. Способи збирання зерна сорго зернового і цукрового.

23. Біогаз, біометан та генераторний газ. Виробництво біогазу з біоенергетичних рослин в Україні.

24. Стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні.

25. Господарське значення міскантусу.

26. Особливості розмноження міскантусу.

27. Екологічні та агротехнічні особливості міскантусу.

28. Біоморфологічні особливості перспективних для умов України видів і сортів міскантусу.

29. Фенологія рослин міскантусу в умовах України.

30. Продуктивний та біоенергетичний потенціал культури міскантусу в Україні. Виробництво твердого біопалива.

31. Вибір поля під цукрові буряки як сировини для виробництва біопалива.

32. Основний обробіток ґрунту під посів цукрових буряків.

33. Весняний обробіток ґрунту. Сівба цукрових буряків.

34. Виробництво і використання твердих видів біопалива в Україні.

35. Захист посівів від бур'янів та шкідників цукрових буряків.

36. Механічний догляд за посівами. Збирання урожаю цукрових буряків, як сировини для виробництва біопалива.

37. Що таке біоенергетичні рослинні ресурси та яке їхнє значення для відновлюваної енергетики?

38. Назвіть основні види біопалива, що виробляються з рослинної сировини.

39. Як класифікують енергетичні культури за морфологічними ознаками?

40. Назвіть приклади широко поширених і малопоширених енергетичних культур.

41. Морфо-біологічні особливості та технологія вирощування
42. Які морфо-біологічні особливості характеризують трав'янисті енергетичні культури?
43. Назвіть основні дерево-кущові енергетичні культури, що використовуються для виробництва біомаси.
44. Вкажіть агротехнічні заходи для підвищення продуктивності енергетичних культур.
45. Сучасні технології виробництва та перероблення біомаси для отримання біопалива.
46. Які чинники впливають на врожайність і якість біомаси?
47. Біоенергетичні ресурси та біопаливо.
48. Яка сировина використовується для виробництва твердого, рідкого та газоподібного біопалива?
49. Що таке біодизель і з яких культур його отримують?
50. Що таке біоетанол і які культури можуть служити його джерелом?
51. Які переваги і обмеження використання біопалива в порівнянні з викопними енергоносіями?
52. Селекція, інтродукція та біотехнологія.
53. Що таке інтродукція енергетичних культур і які її основні цілі?
54. Які методи біотехнології застосовуються для створення нових сортів і гібридів енергетичних культур?
55. Як селекція впливає на продуктивність і якість біомаси?
56. Економічні та екологічні передумови виробництва і використання біогазу.
57. Екологічні та економічні аспекти.
58. Концепція виробництва і використання твердих видів біопалива в Україні.
59. Формування сировинної бази для виробництва твердого біопалива.
60. Екологічні аспекти вирощування багаторічних енергетичних культур.

61. Які екологічні переваги вирощування багаторічних біоенергетичних культур на малопродуктивних землях?

62. Як виробництво та використання біопалива впливає на зайнятість та економіку сільських територій?

63. Які фактори визначають ефективність використання біоенергетичних культур у відновлюваній енергетиці?