



Проект ПРООН/ГЕФ
«Розвиток та комерціалізація біоенергетичних
технологій у муніципальному секторі в Україні»



НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК
ПО ПРОВЕДЕННЮ ТРЕНІНГУ-СЕМІНАРУ
з використання біомаси в якості
палива у муніципальному секторі України
(для представників агропромислового комплексу)

Розробник:

Громадська організація «Агентство з відновлюваної енергетики»

Авторський колектив:

Георгій Гелетуха, Семен Драгнєв, Петро Кучерук, Юрій Матвєєв

Публікація «Навчально-методичний посібник для проведення тренінгу-семінару з використання біомаси в якості палива у муніципальному секторі України (для представників агропромислового комплексу)» є частиною навчально-методичних матеріалів проекту Програми розвитку Організації Об'єднаних Націй та Глобального Екологічного Фонду «Розвиток та комерціалізація біоенергетичних технологій у муніципальному секторі в Україні».

У навчально-методичному посібнику надано вказівки щодо проведення тренінгів та практичних занять за напрямком «агропромислові аспекти використання біомаси як палива в муніципальному секторі України».

Публікація призначена для тренерів, лекторів та викладачів, що працюють у сфері енергетичного використання біомаси.

Усі права захищено.

Використання текстів та вказівок публікації може бути відтворене повністю або частково в будь-якій формі для освітніх та некомерційних цілей без спеціального дозволу власника авторських прав за умови посилання на джерело. Не допускається використання цієї публікації для цілей перепродажу чи будь-яких інших комерційних цілей без попередньої письмової згоди від ПРООН.

Авторські права © Програма розвитку Організації Об'єднаних Націй, 2017 р.

www.ua.undp.org, www.bioenergy.in.ua

ЗМІСТ

1. Загальні положення	4
2. Структура та тайм-графік тренінгу	5
Блок 1. Вступ	8
Знайомство	8
Регламент	9
Правила проведення тренінгу	10
Блок 2. Види біомаси. Сучасні тенденції у використанні біомаси для потреб енергетики	11
Актуалізація	11
Міні-лекція «Види біомаси. Сучасні тенденції використання біомаси для потреб енергетики»	11
Практичне заняття	20
Блок 3. Заготівля сільськогосподарської біомаси та її переробка у тверді біопалива	20
Актуалізація	20
Міні-лекція «Заготівля сільськогосподарської біомаси та її переробка в тверді біопалива»	20
Практичне заняття	28
Блок 4. Вирощування енергетичних культур для виробництва твердих біопалив	29
Актуалізація	29
Міні-лекція «Вирощування енергетичних культур для виробництва твердих біопалив»	29
Практичне заняття	41
Підведення підсумків	42
ЛІТЕРАТУРА	43
МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ ДО ТРЕНІНГУ	44
Додаток 1. Анкета-відгук учасника тренінгу	45
Додаток 2. Розрахунковий файл вартості соломи у полі	46

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Тренінг має бути спрямований на обмін досвідом та підвищення професійних якостей учасників у сфері використання біомаси як палива в муніципальному секторі України. Він розрахований на представників агропромислового комплексу, до компетенції яких входить чи має входити робота з проектами енергетичного використання біомаси.

Основною метою тренінгу є формування в учасників позитивного ставлення до енергетичного використання біомаси. Для досягнення поставленої мети впродовж тренінгу необхідно виконати наступні задачі:

1. розкрити поняття біомаси та пояснити її значення як джерела енергії;
2. розширити технічні знання та практичні навички з формування сталої бази запасів біомаси для біоенергетичних проєктів в агропромисловому комплексі;
3. підвищити обізнаність із технологічних та організаційних особливостей вирощування, заготівлі та логістики біомаси.

Виконання поставлених задач має досягатися шляхом проведення навчальних занять, що складаються з міні-брифінгів, міні-лекцій та ділових ігор або практичних занять.

Міні-брифінг – це висловлення позиції учасника або групи учасників на тему майбутньої міні-лекції, яке проводиться тренером для того, щоб підвищити активність аудиторії та зрозуміти професійний рівень учасників і їх знання проблематики, що буде розглядатися. Результати висловлення позиції учасників дадуть змогу тренеру визначити ключові моменти, на які необхідно буде звернути увагу під час міні-лекції, або на яких необхідно детальніше зупинитися для розширення знань чи зміни поглядів учасників.

Міні-лекція – це послідовне викладення матеріалу тренером на основі презентації, що стосується заданої проблематики. В ході викладення матеріалу тренер повинен зосередитися на найвагоміших проблемах та обґрунтувати їх вирішення.

Ділова гра – це групова вправа для учасників, у ході якої відбувається аналіз та вирішення учасниками уявної проблеми чи задачі. Проблема чи задачу потрібно сформулювати таким чином, щоб у ході її аналізу учасники використовували аргументи та обґрунтування, які були надані тренером під час міні-лекції.

Практичне заняття – це вправа для учасників, у ході якої разом з тренером розглядається уявний приклад у сфері професійних інтересів учасників та передаються знання стосовно використання базових підходів чи інструментів, які типово використовуються для його вирішення.

Тренінг має проводитись у приміщенні, де можна легко розмістити всіх учасників. В процесі роботи тренера йому знадобиться комп'ютері з презентаціями, проєктор та екран, а також дошка чи підставка з великими аркушами паперу і маркерами, які мають бути попередньо підготовлені.

2. СТРУКТУРА ТА ТАЙМ-ГРАФІК ТРЕНІНГУ

Програма тренінгу включає вступну та заключну частини, а також три основні навчальні частини. Кожна з основних навчальних частин відповідає загальній меті тренінгу, при цьому зосереджується переважно на конкретній проблематиці або на специфічних задачах.

1. Вступна частина повинна займати не більше, ніж півгодини, протягом яких здійснюється знайомство тренера та учасників з метою створення дружньої та доброзичливої обстановки в аудиторії. Під час вступної частини тренер також повинен розказати план-графік тренінгу та правила роботи, яких слід дотримуватись.
2. Кожна з основних навчальних частин повинна займати не більше однієї години, впродовж якої закріплюються основні знання та навички, що відповідають меті тренінгу.
3. Заключна частина повинна займати принаймні десять хвилин, які необхідні для підведення підсумків тренінгу та заповнення форм зворотного зв'язку (Додаток 1).

План-графік та короткий опис змісту і задач кожної із частин тренінгу наведені далі.

ТРЕНІНГ-СЕМІНАР ВИКОРИСТАННЯ БІОМАСИ В ЯКОСТІ ПАЛИВА В МУНІЦИПАЛЬНОМУ СЕКТОРІ УКРАЇНИ

Програма тренінгу

Мета: Сформувати в учасників тренінгу інтерес до енергетичного використання біомаси. Забезпечити учасників базовими знаннями і технічним інструментарієм для реалізації біоенергетичних проєктів у муніципальному секторі України		
Завдання: 1. Ознайомити учасників тренінгу з основними видами біомаси, що використовується для виробництва енергії 2. Визначити місце і значення енергетичного використання біомаси 3. Навчитися оцінювати перспективи реалізації біоенергетичних проєктів у муніципальному секторі України		
Цільова аудиторія: представники агропромислового комплексу		
Тривалість: 4 год.		
Зміст	Завдання	Таймінг
Блок 1. Вступ		
Знайомство Виконання індивідуального завдання (для виконання завдання учасники розбиваються на пари)	Сформувати доброзичливу, довірчу атмосферу для активної участі в тренінгу Тренер представляється групі, знайомиться з учасниками Після виконання індивідуального завдання систематизує цілі та очікування учасників	9:00 – 9:20 (14:00 – 14:20)
Регламент 1. Програма тренінгу 2. Розклад	Ознайомити учасників із програмою тренінгу та розкладом роботи	9:20-9:25 (14:20-14:25)
Правила Визначення правил проведення тренінгу	Узгодити з учасниками правила роботи і норми поведінки на тренінгу	9:25-9:30 (14:25-14:30)

Блок 2. Види біомаси. Сучасні тенденції використання біомаси для потреб енергетики		
Актуалізація	Міні-брифінг «Що ми вирощуємо зараз і з якою метою?»	9:30-9:40 (14:30-14:40)
Передача знань	Міні-лекція «Види біомаси. Сучасні тенденції використання біомаси для потреб енергетики» Джерела походження та види біомаси Товарні продукти з біомаси Сучасні тенденції використання біомаси для потреб енергетики Потенціал та поточне використання біомаси в Україні	9:40-10:15 (14:40-15:15)
Практичне заняття	Варіант 1 – вправа «Складання списків видів біомаси» Варіант 2 – вправа «Про переваги і недоліки використання біомаси» Варіант 3 – спільне обговорення і відповіді на запитання тренера	10:15-10:30 (15:00-15:30)
	Кава-пауза	10:30-10:50 (15:30-15:50)
Блок 3. Заготівля сільськогосподарської біомаси та її переробка у тверді біопалива		
Актуалізація	Міні-брифінг «Актуалізація наявного в учасників досвіду використання побічних продуктів сільського господарства»	10:50-11:00 (15:50-16:00)
Передача знань	Міні-лекція «Заготівля сільськогосподарської біомаси та її переробка у тверді біопалива» Заготівля сільськогосподарської біомаси та її переробка у тверді біопалива Економічні аспекти заготівлі та переробки сільськогосподарської біомаси Найкращі приклади заготівлі і переробки сільськогосподарської біомаси	11:00-11:35 (16:00-16:35)
Практичне заняття	Варіант 1 – вирішення економічної задачі Варіант 2 – вправа «Шкідливі поради» Варіант 3 – спільне обговорення і відповіді на питання тренера	11:35-11:50 (16:35-16:50)

Блок 4. Вирощування енергетичних культур для виробництва твердих біопалив		
Актуалізація	Міні-брифінг «Актуалізація досвіду вирощування енергетичних культур»	11:50-12:00 (16:50-17:00)
Передача знань	Міні-лекція « Вирощування енергетичних культур для виробництва твердих біопалив » Особливості вирощування енергетичних культур для виробництва твердих біопалив Економічні аспекти вирощування Найкращі приклади вирощування енергетичних рослин	12:00-12:35 (17:00-14:35)
Практичне заняття	Варіант 1 – вирішення економічної задачі Варіант 2 – вправа «Вербо-Оптимісти та Вербо-Скептики» Варіант 3 – спільне обговорення і відповіді на запитання тренера	12:35-12:50 (17:35-17:50)
Підведення підсумків	Вправа «Соковижималка» (і / або) Вправа «Так!» Завершення тренінгу, фотографування, заповнення анкет зворотного зв'язку	12:50-13:00 (17:50-18:00)

БЛОК 1. ВСТУП

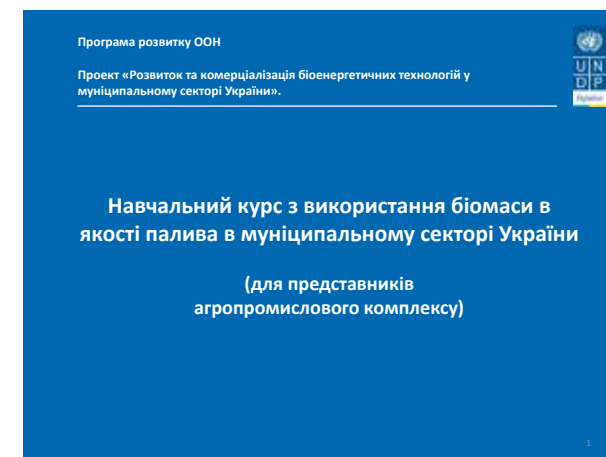
ЗНАЙОМСТВО

Учасники розбиваються на пари і впродовж 5-10 хвилин проводять взаємне інтерв'ю. Після закінчення інтерв'ю кожен з учасників представляє свого партнера. Приклади запитань для інтерв'ю: ім'я, місце роботи учасника, опис особистісно-професійних якостей декількома словами (наполегливий, відповідальний, хороший керівник, цілеспрямований, відкритий новому); очікування від тренінгу, яким тренінг повинен бути, що для нього (учасника) буде найкращим результатом тренінгу?¹

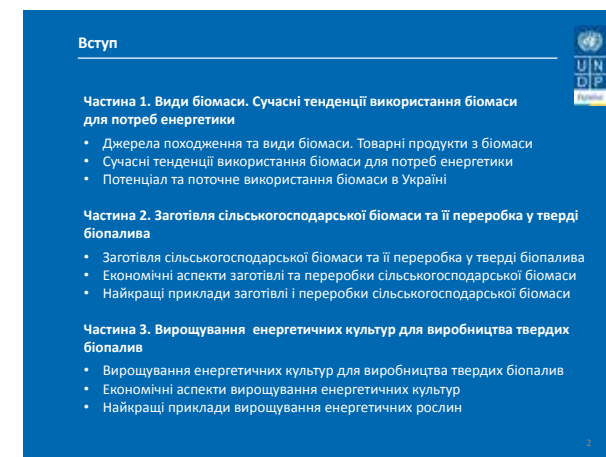
¹ Важливо розрізняти: «очікування від тренінгу» та «найкращий результат». Тренер звертає увагу, що це різні поняття.

РЕГЛАМЕНТ

Тренер озвучує основну тему і цілі тренінгу, говорить про значущість представленої теми та адресну аудиторію (**слайд 1**).



Потім тренер розповідає про розпорядок і регламент роботи, називає основні теми розділів тренінгу (**слайд 2**).



ПРАВИЛА ПРОВЕДЕННЯ ТРЕНІНГУ

Наприклад, можуть бути озвучені наступні правила проведення тренінгу:

«**Правило професійного мовлення**»: беруть участь всі – говорить один.

«**Правило осені**»: робити висновки про результативність та цікавість тренінгу, підводити його підсумки лише наприкінці тренінгу.

«**Тут і зараз**»: залишити всі запитання, що не відносяться до тренінгу, за межами аудиторії; тренінг – це робота у форматі «тут і зараз», тут є можливість задати питання в процесі практичного заняття за кожним блоком.

«**Зняти погони**»: на тренінгу немає посад, а також немає досвіду – всі рівні і кожен має право на увагу тренера та учасників.

Правило «**Вільної ноги**»: кожен може вийти, коли йому «дуже потрібно», не привертаючи уваги інших учасників.

Правило «**Звільни чашку**»².

² Правило засноване на давній притчі. «В одному селищі жив старий мудрець. Одного разу він почув, що недалеко з'явився молодий вчений, який настільки мудрий, що дає поради будь-кому, хто звернувся до нього. Старий відправився до вченого і попросив його поділитися мудрістю. Молодий вчений запропонував старому випити з ним чаю. Він поставив на стіл чашку і почав наливати в неї воду. В результаті вода заповнила чашку і почала вилитися. Коли вода почала литися на підлогу, старий запитав «Що ти робиш?» Тоді вчений відповів: «Подивися, я не можу налити в чашку більше, ніж у ній вже є. Я не можу навчити мудрості тебе – ти і так вже мудрий, чаша твоїх знань переповнена». Згідно з цим правилом, для того щоб дізнатися про щось нове, учасникам на час тренінгу пропонуємо звільнити свою чашу знань для нового досвіду, на час тренінгу побачити все новими очима.

БЛОК 2. ВИДИ БІОМАСИ. СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ У ВИКОРИСТАННІ БІОМАСИ ДЛЯ ПОТРЕБ ЕНЕРГЕТИКИ

АКТУАЛІЗАЦІЯ

Проведення міні-брифінгу «Що ми вирощуємо зараз і з якою метою?»

У процесі проведення брифінгу учасники розповідають аудиторії про використання с/г земель у відповідних господарствах району або області, як використовується сільськогосподарська продукція, яким чином формується дохід від використання с/г земель. Наприкінці брифінгу тренер систематизує озвучену інформацію і переходить до міні-лекції.

МІНІ-ЛЕКЦІЯ «ВИДИ БІОМАСИ. СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ВИКОРИСТАННЯ БІОМАСИ ДЛЯ ПОТРЕБ ЕНЕРГЕТИКИ»

Слайд 3. Тренер представляє короткий зміст і структуру міні-лекції, доповнюючи, що лекція складається з трьох приблизно рівних за обсягом частин (зачитує зі слайду).

Частина 1

Частина 1. Види біомаси. Сучасні тенденції використання біомаси для потреб енергетики

- Джерела походження та види біомаси. Товарні продукти з біомаси
- Сучасні тенденції використання біомаси для потреб енергетики
- Потенціал та поточне використання біомаси в Україні

ВИДИ БІОМАСИ → ВИРОБСТВО ЕНЕРГІЇ → ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ → CO₂ + CH₄

Джерела походження та види біомаси. Товарні продукти з біомаси

Слайд 4. На початку представлення даного слайду тренер повідомляє, що біомаса для виробництва енергії може бути отримана з п'яти різних джерел та наводить їх назви (зачитує зі слайду):



Продовжуючи свою думку, тренер пояснює, що всі п'ять джерел біомаси для виробництва енергії є вагомими з точки зору як потенціалу, так і значимості їх використання, проте найбільш суттєвим джерелом, з огляду на відомий аграрний статус нашої країни, є побічні продукти сільського господарства.

Наприкінці тренер доповнює, що коли пожнивні рештки та вторинні відходи є фактичною частиною потенціалу, то вирощування енергетичних культур на с/г землях може бути суттєвою перспективною частиною потенціалу, що буде показано далі.

Слайд 5. Представляючи даний слайд, тренер акцентує увагу аудиторії на тому, що існує два основних потоки сільськогосподарської біомаси – первинна (та, що утворюється безпосередньо при зборі врожаю – переважно солома колосових, стебла кукурудзи та соняшнику) та вторинна (та, що утворюється у процесі первинної переробки зібраного врожаю, наприклад, лушпиння соняшнику та рису, макуха з ріпаку тощо).

Продовжуючи, тренер підкреслює, що енергетичне

використання кожного з видів с/г біомаси має свої особливості, пов'язані з властивостями матеріалу, технологією, логістикою, ціною тощо.



Слайд 6. До даного слайду тренер, продовжуючи свою попередню думку, говорить, що для безпосереднього енергетичного використання придатні лише перетворені форми с/г рослинної біомаси. Головною метою первинного перетворення такої біомаси в торгові форми є збільшення енергетичної щільності матеріалу, а відтак рентабельності наступних логістичних та технологічних операцій з нею. Продовжуючи, тренер підкреслює, що можна виділити 3 основних ступені ущільнення біомаси, а саме: пресування в тюки різної форми та об'єму, подрібнення

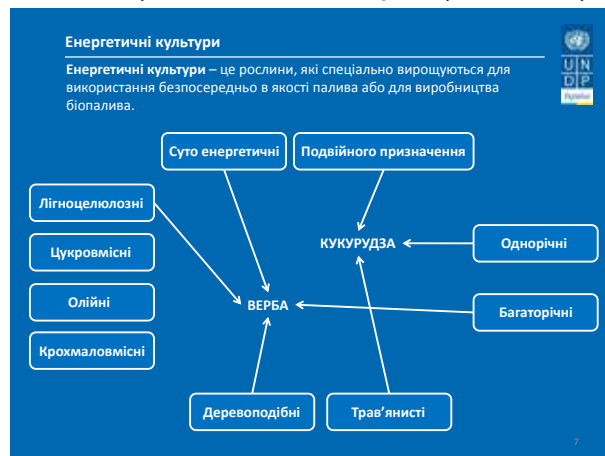


та брикетування/гранулювання. Для кожної з представлених на слайді торгових форм біомаси існують оптимальні схеми логістики та технологічне обладнання для отримання енергії.

На завершення тренер доповнює, що вибір раціональної форми ущільнення біомаси в кожному конкретному випадку буде залежати від цілого ряду факторів і повинен робитись на основі аналізу ринку біопалив та потужностей з їх енергетичного використання в регіоні та прогнозів на перспективу.

Переходячи до наступного слайду, тренер анонсує перехід від фактичної до перспективної частини потенціалу біомаси, а саме енергетичних культур.

Слайд 7. На початку тренер акцентує увагу аудиторії на важливості розуміння змісту терміну «енергетичні культури». І, продовжуючи, зачитує визначення терміну зі слайду.



Потім тренер вказує, що енергетичні культури розрізняють за наступними категоріями:

- циклом вирощування – однорічні (наприклад, ріпак, соняшник) та багаторічні (верба, тополя);
- типом – деревоподібні (верба, тополя) або трав'янисті (міскантус, просо);
- характеристиками та, відповідно, отримуваним кінцевим продуктом (олійні, крохмало- та цукровмісні, лігноцелюозні);
- походженням – класичні культури, призначені виключно

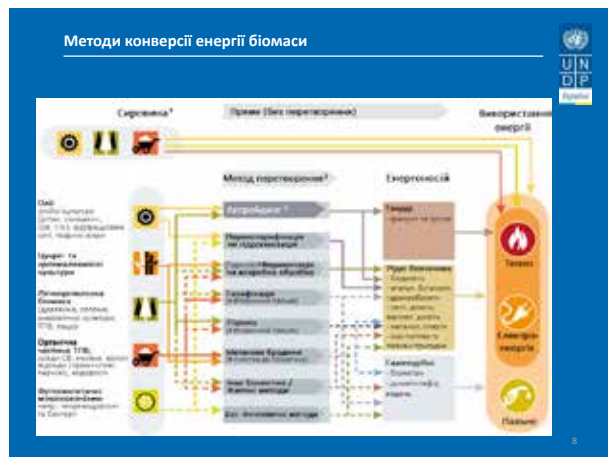
для енергетичних цілей (міскантус, двокісточник тростиноподібний) та звичайні сільськогосподарські культури подвійного призначення.

На завершення тренер наводить приклад визначення категорій для верби та кукурудзи і зачитує категорії для кожної з цих культур, підкреслюючи, що для виробництва твердих видів біопалива найбільш типово використовуються лігноцелюозні культури (всі деревоподібні культури, міскантус і т.п.).

Сучасні тенденції використання біомаси для потреб енергетики

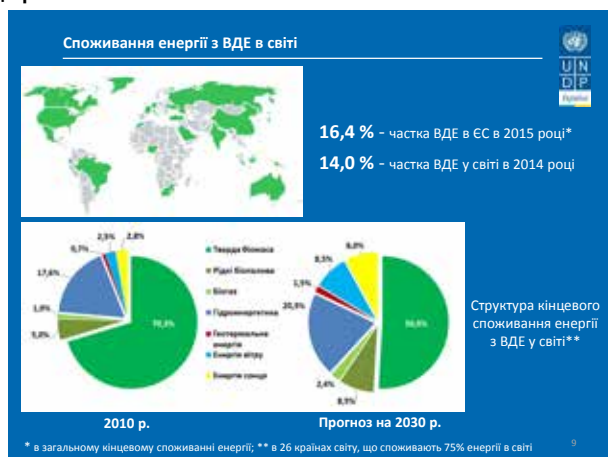
Представляючи **слайд 8**, тренер повідомляє аудиторії, що на даному слайді показано найбільш поширені на сьогоднішній день методи конверсії (перетворення) енергії біомаси. Підкреслюється, що однією з головних переваг енергетичного використання біомаси є її мультिवаріантність, як за технологіями перетворення енергії, так і за способами її кінцевого використання. Біомасу можна використовувати в енергетичних цілях шляхом безпосереднього спалювання (деревина, солома), а також у переробленому вигляді рідких (ефіри ріпакової олії, спирти, рідкі продукти піролізу) або газоподібних біопалив (біогаз із відходів сільського господарства та рослинництва, осадів стічних вод, органічної частини твердих побутових відходів, продуктів газифікації твердих палив). Конверсія біомаси в інші види енергоносіїв або кінцеву теплову чи електричну енергію може відбуватись фізичними, хімічними та біохімічними методами.

Також тренер зазначає, що ряд технологій перетворення енергії біомаси є комерційними та широко апробованими, як, наприклад, переестерифікація олійних сільськогосподарських культур (виробництво біодизелю), ферментація цукро- та крохмаловмісних культур (виробництво біоетанолу), піроліз лігноцелюозної біомаси, метанове бродіння (виробництво біогазу). Ряд інших технологій, як, наприклад, виробництво біоетанолу 2-го покоління з сільськогосподарської лігноцелюозної сировини чи виробництво біодизелю з мікрводоростей, знаходяться на різних етапах розвитку і можуть зайняти свою нішу в майбутньому.



Слайд 9. Представляючи даний слайд, тренер спонукає до обговорення місця відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) і, зокрема, біомаси в структурі енергоспоживання в ЄС та в світі.

На початку тренер наводить дані щодо частки ВДЕ в загальному кінцевому споживанні енергії в країнах ЄС та в світі (зачитує зі слайду), підкреслюючи вагомість таких показників.



Говорячи про стан та розвиток ВДЕ, тренер озвучує наступні тези:

- Частка ВДЕ у світової енергетиці постійно зростає.
- Біомасі належить основна частка у структурі споживання ВДЕ (70,3% у 2010 році, як видно з даного слайду).

- Не дивлячись на те, що у зв'язку з інтенсивним розвитком сонячної та вітрової енергетики останніми роками частка енергії з біомаси, очевидно, буде зменшуватися, внесок біомаси буде домінувати як мінімум до 2030 року (61,8% у 2030 році для твердої біомаси, рідких біопалив та біогазу).
- Головна роль у структурі енергетичного використання біомаси буде належати твердому біопаливу, принаймні для виробництва теплової енергії (50,9% у 2030 році згідно прогнозу IRENA)³.

На завершення представлення даного слайду тренер резюмує, що використання твердих біопалив для виробництва енергії, переважно теплової, є і буде залишатися світовим трендом, відтак актуальність популяризації напряму в рамках даного тренінгу є очевидною.

Потенціал та поточне використання біомаси в Україні

Слайд 10. Говорячи про потенціал використання енергії біомаси в Україні, тренер озвучує значення фактичної частини потенціалу – 11,6 млн т н.е., а також перспективної частини потенціалу – 8,6 млн т н.е., підкреслюючи при цьому, що перспективний потенціал оцінено за умови використання вільних с/г земель загальною площею 2 млн га під вирощування енергетичних культур.



³ http://irena.org/remap/IRENA_REmap_Report_June_2014.pdf

Основними складовими цього потенціалу є побічні продукти рослинництва (загалом 7,6 млн т н.е. або 37,6% від загального потенціалу) та енергетичні культури (загалом 7,9 млн т н.е. або 39,0% від загального потенціалу). Побічні продукти рослинництва включають соломку зернових і ріпаку, стебла кукурудзи, соняшнику і т.п. Енергетичні культури включають у себе вербу, тополю та міскантус для твердого біопалива і кукурудзу для біогазу. Далі тренер робить ремарку, що збільшення поточного потенціалу може бути пов'язане із прогнозованим збільшенням урожайності основних с/г культур, а також можливостями залучення більших площ землі під вирощування енергетичних культур. За оцінками експертів Біоенергетичної асоціації до 2050 року такий потенціал може сумарно складати 43,4 млн т н.е., що майже вдвічі більше поточного потенціалу.

Далі тренер наголошує, що найбільш вагома частина фактичного потенціалу, а саме с/г біомаса (солома колосових, стебла кукурудзи та соняшнику), використовується на сьогоднішній день лише на 6,9%, і з них соломи – лише 17%. Перспективний потенціал досі практично не використовується, а з того, що використовується – 90% припадає на вирощування верби. Таким чином, резюмує тренер, з однієї сторони вже є досвід використання соломи та верби, а з іншої – масштаби їх використання досі обмежені. Тренер, підсумовуючи сказане, повідомляє, що спонукати учасників до більш активного інтересу та впровадження технологій виробництва енергії з таких видів біомаси і є надзадачею даного тренінгу.

Слайд 11. До даного слайду, продовжуючи свою попередню думку, тренер акцентує увагу на тому, що практична реалізація всього енергетичного потенціалу біомаси дозволила б уже на сьогоднішній день покрити близько 1/4 енергетичних потреб в Україні, а в перспективі – до 50%. Наразі ж загальне постачання первинної енергії з біомаси (біомаса, паливо та відходи) складало в 2015 році лише 2,2% в енергобалансі країни. Таким чином, резюмує тренер, існуючий потенціал відкриває широкі можливості для активних та потенційних учасників ринку енергії з біомаси, і закликає аудиторію зробити свій внесок в енергобезпеку України

та отримати при цьому достатньо привабливі бонуси, анонсує при цьому, що мова про бонуси піде в наступних блоках даного тренінгу та 2-х інших тренінгах.



Слайд 12. На завершальному слайді даної міні-лекції представлено основні висновки, з якими тренер пропонує ознайомитись самим учасникам.

Сучасні тенденції використання біомаси для потреб енергетики

ВИСНОВКИ

1. Біомаса – традиційне та перспективне джерело енергії, здатне замінити викопні види палива, основний вид відновлюваної енергії.
2. Джерелом біомаси та її похідних продуктів для енергетичного використання можуть бути як відходи та побічні продукти, так і енергетичні культури, вирощені на с/г землях.
3. Головна роль в структурі енергетичного використання біомаси належить твердому біопаливу для виробництва теплової енергії
4. Потенціал енергетичного використання біомаси значний і буде тільки збільшуватися в майбутньому.
5. Потрібне широке залучення побічних продуктів сільськогосподарства (соломи, стебел кукурудзи/соняшника) та енергетичних культур до паливно-енергетичного балансу країни.

Продовжуючи, тренер на фоні демонстрації даного слайду пропонує аудиторії перейти до вирішення практичного завдання для розуміння, наскільки добре учасники тренінгу ознайомилися з сучасними тенденціями використання біомаси для потреб енергетики. Далі тренер озвучує один із варіантів практичних занять, представлених нижче.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ

Варіант 1. Ділимося на дві групи. Обидві групи складають списки (види біомаси та способи її використання). Потім тренер пропонує по черзі називати спочатку види – перемагає та група, у якої в списку опиниться більше видів. А потім так само для способів використання.

Варіант 2. Вправа «Про переваги і недоліки використання біомаси». Також поділитися на дві групи. Одна група працює над темою переваг, інша – недоліків. Починаємо з переваг. Одні називають, а інші продовжують, починаючи зі слів: «Це, звичайно, добре, але ...». Перемагають ті, у кого більше аргументів.

Варіант 3. Відповіді на питання тренера. Можливі питання (список неповний):

1. Які існують види біомаси?
2. Як біомаса використовується в світі?
3. У чому полягають переваги та недоліки біомаси для виробництва енергії?

БЛОК 3. ЗАГОТІВЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ БІОМАСИ ТА ЇЇ ПЕРЕРОБКА У ТВЕРДІ БІОПАЛИВА

АКТУАЛІЗАЦІЯ

Тренер проводить міні-брифінг з актуалізації досвіду енергетичного використання побічних продуктів сільського господарства та обговорює з учасниками їх досвід, плюси і мінуси цих видів біомаси, виявлені проблеми.

МІНІ-ЛЕКЦІЯ «ЗАГОТІВЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ БІОМАСИ ТА ЇЇ ПЕРЕРОБКА В ТВЕРДІ БІОПАЛИВА»

Слайд 13. Тренер стисло представляє короткий зміст і структуру міні-лекції (зачитує зі слайду).

Увага учасників тренінгу звертається на те, що сільськогосподарська біомаса переважно є побічною продукцією

розосередженого сільськогосподарського виробництва (наприклад, солома у полі), яка характеризується невеликою врожайністю з одиниці площі (в українських реаліях зазвичай від 2 до 5 т/га), сезонністю утворення, малою тривалістю збирання.



Слайд 14. До даного слайду тренер дає пояснення, що обсяги побічної продукції суттєво залежать від сортових особливостей сільськогосподарських культур та агротехнології. У загальному випадку їх можна охарактеризувати за допомогою коефіцієнта виходу сільськогосподарської біомаси, що обчислюється як співвідношення вирощеної біомаси побічної та основної продукції. Значення цього коефіцієнта для деяких сільськогосподарських культур наведено у таблиці.

Заготівля с/г біомаси та її переробка у тверді біопалива

Значення коефіцієнтів виходу сільськогосподарської біомаси

Сільськогосподарська культура	Коефіцієнт виходу соломи по відношенню до зерна
Пшениця	1,0
Жито	1,3
Ячмінь	0,8
Овес	1,0
Просо	0,8
Кукурудза	1,3
Соя	0,9
Соняшник	1,9
Ріпак	2,0
Рис	0,9
Продукція	Коефіцієнт виходу лущиння по відношенню до насіння
Соняшникове насіння	0,15

Слайд 15. Тренер називає технологічні операції виробничого процесу заготівлі тюкованої соломи (зачитує зі слайду). Він відзначає досвід аграріїв для забезпечення заготівлі заданих обсягів та необхідної якості сільськогосподарської біомаси, який свідчить, що потрібно використовувати спеціальні заготівельні механізовані ланки, укомплектовані технікою та кваліфікованим персоналом.



Слайд 16. Тренер відмічає, що для формування тюків із соломи та їх обв'язування використовують прес-підбирачі, що дозволяє отримати щільні та заданої форми й потрібних розмірів прямокутні тюки або циліндричні рулони. Розрізняють наступні види прес-підбирачів: поршневі – для формування малих, середніх і великих прямокутних тюків та рулонні – з постійною і змінною камерою пресування.



Слайд 17. Солома та інша сільськогосподарська біомаса, призначена для спалювання, повинна зберігатися в умовах, що забезпечують її захист від замокання, гниття та займання. Найкраще зберігати тюковану солому в закритих приміщеннях або під навісами. Солому також можна зберігати на відкритому повітрі. Зберігання на відкритому повітрі є значно дешевшим, але у більшості випадків цей спосіб підходить лише для короткочасного зберігання. Також солому можна зберігати під плівковим покриттям, але це не рекомендується за умов вітряного клімату. Як альтернатива, солому можна загорнути у плівку, що розтягується і є вітростійкою.



Слайд 18. Тренер наголошує, що для збільшення ефективності логістичних операцій та розширення можливості енергетичного використання сільськогосподарську біомасу гранулюють для отримання пелет. Зв'язуючою речовиною при цьому переважно виступає лігнін, що міститься у вхідній сировині. Тренер описує апаратно-технологічну схему виробництва пелет із тюкованої соломи (зачитує зі слайду).

На завершення представлення даного слайду тренер розповідає про інший вид ущільненого біопалива – паливні брикети, які виробляються у менших обсягах, ніж пелети. За формою виділяють три типи паливних брикетів: NESTRO, RUF та Pini&Kaу, які зображені на слайді.



Економічні аспекти заготівлі та переробки сільськогосподарської біомаси

Слайд 19. Тренер озвучує зі слайду базовий перелік техніки, необхідної для заготівлі побічних продуктів рослинництва, тюкування, збору і складання тюків на краю поля, яка підібрана для досягнення продуктивності 20-35 т/год. Наступні технічні операції із завантаження тюків, їх перевезення та укладання на тривале зберігання мають таку ж продуктивність, якщо відстань транспортування складає менше 30 км. Тренер наголошує, що базовий перелік техніки для заготівлі побічної продукції рослинництва загалом коштує 901 тис. євро.

Економічні аспекти заготівлі та переробки с/г біомаси				
Базовий перелік техніки для заготівлі в тюках побічної продукції виробництва пшениці та кукурудзи на зерно				
Процес	Найменування обладнання	Вартість одиниці, тис. євро	Кількість	Вартість, тис. євро
Заготівля	1. Тюкування*:	308	1	308
	трактор 250 к.с.	135	1	135
	прес-підбирач великих прямокутних тюків	173	1	173
Збір і транспортування	2. Збір і складання тюків на краю поля:	131	1	131
	трактор 110 к.с.	35	1	35
	причіп самозавантажувальний	96	1	96
	3. Вантажні операції: телескопічний навантажувач	71	2	142
	4. Транспортування**:	80	4	320
	автомобіль-тягач із напівприцепом			
ВСЬОГО				901
				581***

* Для формування валків побічної продукції кукурудзи на зерно використовуються жатки *Mois Star Collect* вартістю 54 тис. євро/од.
 ** Відстань перевезення з поля на центральний склад до 30 км.
 *** Капітальні витрати у техніку для заготівлі побічної продукції рослинництва у тюках за наявності вантажних автомобілів для транспортування біомаси.

Слайд 20. Увага учасників тренінгу звертається на те, що з огляду на різні часові проміжки збирання пшениці та кукурудзи на зерно, комплект техніки можна використовувати для заготівлі 6 тис. т соломи пшениці та 6 тис. т побічної продукції кукурудзи на зерно за рік. У розрахунках ціна побічної продукції рослинництва визначається за вартістю еквівалентних доз мінеральних добрив для заміни поживних елементів у біомасі: 6,5 євро/т соломи пшениці та 8,8 євро/т кукурудзиння. Результати оцінки техніко-економічних показників проекту із заготівлі 12 тис. т/рік побічної продукції рослинництва наведено на слайді. Простий термін окупності проекту становить 4,1 років при собівартості тюків 18 євро/т.

Економічні аспекти заготівлі та переробки с/г біомаси		
Техніко-економічні показники проекту заготівлі тюків побічної продукції рослинництва		
Показники	Величина	
	солома пшениці	кукурудзиння
Продуктивність по тюках біомаси	6000 т/рік	6000 т/рік
Вартість сировини	6,5 євро/т	8,8 євро/т
Капітальні витрати	581 тис. євро	
Експлуатаційні витрати	173 тис. євро/рік	
Кредитні кошти (частка капітальних витрат)	60%	
Ставка по кредиту	7%	
Собівартість тюків	18 євро/т	
Очікувана продажна ціна тюків біомаси	25 євро/т без ПДВ	
Простий термін окупності	4,1 років	
Дисконтований термін окупності (ставка дисконту 7%)	4,4 років	
Внутрішня норма дохідності (IRR)	24,1%	

Слайд 21. Тренер демонструє техніко-економічні показники проектів із виробництва пелет продуктивністю 5 т/год із сільськогосподарської біомаси. Із трьох розглянутих варіантів найменший простий термін окупності складає 2,8 років для виробництва гранул із лушпиння соняшнику, тоді як простий термін окупності проектів виробництва гранул із соломи та стебел кукурудзи становить 4,1 років.

Економічні аспекти заготівлі та переробки с/г біомаси

Техніко-економічні показники виробництва та реалізації гранул з аграрної сировини на внутрішньому ринку

Показник	Виробництво гранул із соломи зернових	Виробництво гранул зі стебел кукурудзи	Виробництво гранул із лушпиння соняшнику
Вартість сировини, євро/т без ПДВ	18	18	5
Продуктивність лінії гранулювання, т/год	5,0	5,0	5,0
Виробники обладнання	Основне обладнання від провідних світових виробників, допоміжне – українське		Все обладнання західноєвропейське
Тривалість роботи підприємства:	3 міс./рік, 24 год/добу		10 міс./рік, 24 год/добу
Загальні інвестиції, млн євро	2,6	2,6	2,6
Собівартість гранул, євро/т	44,3	44,3	22,0
Ринкова ціна гранул, євро/т без ПДВ	61,3	61,3	48
Економічні показники:			
<i>При будівництві за власні кошти:</i>			
IRR, %	23	23	36
Простий строк окупності, років	4,1	4,1	2,8
<i>При будівництві за власні та кредитні кошти (кредит 60% кап. витрат, під 8% річних, на 8 років, з відстроченою виплатою тіла кредиту на 1 рік)</i>			
IRR, %	20	20	33
Простий строк окупності, років	4,8	4,8	3,1

Слайд 22. Тренер представляє техніко-економічні показники проекту з виробництва паливних брикетів із соломи продуктивністю 320 кг/год на базі наявних в агровиробника приміщень. Паливні брикети із соломи можуть бути реалізовані населенню для використання у твердопаливних котлах як заміник вугілля.

Економічні аспекти заготівлі та переробки с/г біомаси

Техніко-економічні показники виробництва та реалізації брикетів із соломи

Показники	Величина
Продуктивність	640 т/рік
Вартість сировини	18 євро/т без ПДВ
Капітальні витрати	40 тис. євро
Експлуатаційні витрати	23 тис. євро/рік
Кредитні кошти (частка капітальних витрат)	60%
Ставка по кредиту	7%
Продажна ціна брикетів	66 євро/т без ПДВ
Простий термін окупності	2,3 років
Дисконтований термін окупності (ставка дисконту 7%)	2,5 років
Внутрішня норма дохідності (IRR)	44%

Найкращі приклади заготівлі та переробки сільськогосподарської біомаси

Слайд 23. Учасникам тренінгу розповідають, що в Україні ряд підприємств уже налагодили заготівлю значних обсягів

соломи (від 10 тис. т/рік) для переробки у паливні гранули. Для ефективної заготівлі соломи використовується сучасна техніка: швидкі трактори, високопродуктивні прес-підбирачі, самозавантажувальні причепа для оперативного підбирання, ущільнення біомаси в тюки та вивезення її з поля. Завдяки цілеспрямованій роботі з удосконалення заготівлі підприємству вдалося досягти собівартості 1 тони заготовленої соломи на рівні 162 грн/т (2013 рік), що на 30-50% нижче за собівартість, отриману в той же час іншими виробниками гранул із соломи, які здійснюють заготівлю в порівнюваних обсягах.

Тренер відзначає, що для сталого зберігання і постачання сировини на виробництво застосовується декілька типів складів:

- оперативний – для зберігання запасу соломи на декілька годин роботи обладнання безпосередньо перед подачею на виробництво;
- проміжний – для зберігання запасу соломи на декілька тижнів роботи обладнання на території виробництва;
- центральний – для зберігання річного запасу соломи на віддалі від виробничого майданчика.



Слайд 24. Тренер просить учасників тренінгу сформулювати основні висновки. До обговорення він узагальнює інформацію, співставляючи озвучені висновки із представленими на слайді.

Наприкінці дякує за увагу та висловлює сподівання, що даний матеріал буде корисним для слухачів у залі. Далі аудиторія переходить до відпрацювання викладеного матеріалу. Для цього тренер представляє аудиторії економічну задачу розрахунку вартості соломи в полі за еквівалентною вартістю мінеральних добрив.

Заготівля с/г біомаси та її переробка у тверді біопалива

ВИСНОВКИ

1. Обсяги с/г біомаси, яка є побічною продукцією рослинництва, суттєво залежать від сортових особливостей с/г культур та агротехнології. У загальному випадку їх можна охарактеризувати співвідношенням виробленої побічної та основної продукції
2. Тюкована біомаса є зручною продукцією, яка через ущільнення сировини у 4-5 разів сприяє більш ефективній логістиці та зберіганню
3. Для забезпечення заготівлі заданих обсягів та необхідної якості с/г біомаси потрібно використовувати спеціальні заготівельні механізовані ланки, укомплектовані спеціалізованою технікою та кваліфікованим персоналом
4. С/г біомаса, призначена для переробки у тверді біопалива, повинна зберігатися в умовах, що забезпечують її захист від замокання, гниття, займання.
5. Кінцеве виробництво паливних гранул і брикетів із с/г біомаси може стати додатковим бізнесом для агровиробників.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ

Варіант 1. Вирішення економічної задачі

Розрахунок вартості соломи. Відповідь на питання: як формується і від чого залежить вартість соломи? Аналіз та обговорення факторів, що впливають на ціну.

Варіант 2. Вправа «Шкідливі поради»

Питання до аудиторії: що можна зробити з соломою, аби вона стала абсолютно непридатною для отримання енергії?

Варіант 3. Спільне обговорення і відповіді на запитання тренера.

1. Які види біомаси придатні для виготовлення з неї твердого палива?
2. Як заготовити і зберегти солому, придатну для отримання енергії?
3. Назвіть головну причину доцільності переходу до використання соломи?

БЛОК 4. ВИРОЩУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ТВЕРДИХ БІОПАЛИВ

АКТУАЛІЗАЦІЯ

Міні-брифінг «Актуалізація досвіду вирощування енергетичних культур для виробництва твердих біопалив. Обговорення з учасниками: хто має відповідний досвід або інформацію, які плюси і мінуси, з якими проблемами стикається.

МІНІ-ЛЕКЦІЯ «ВИРОЩУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ТВЕРДИХ БІОПАЛИВ»

Особливості вирощування енергетичних культур для виробництва твердих біопалив


Слайд 25. Тренер коротко представляє структуру даної міні-лекції (зачитує зі слайду).

На початку акцентується увага на тому, що мова піде виключно про вирощування енергетичних культур для виробництва твердих біопалив. Серед видів енергетичних культур в Україні найбільш перспективним на сьогоднішній день вважається верба прутівидна (*Salix viminalis*), а оскільки стосовно її вирощування накопичено значний досвід, у лекції мова піде виключно про неї.

Частина 3

Вирощування енергетичних культур для виробництва твердих біопалив

- Особливості вирощування енергетичних культур для виробництва твердих біопалив
- Економічні аспекти вирощування
- Найкращі приклади вирощування енергетичних рослин



Слайд 26. До даного слайду тренер дає пояснення, що, окрім традиційних с/г культур, в Україні на сільськогосподарських землях можуть вирощуватись також енергетичні культури рослин, однак лише ті, які внесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні. Далі тренер перераховує види енергетичних культур, що на сьогодні внесено до Державного реєстру (3 різновиди верби, 3 різновиди міскантусу, просо, павловнія, редька олійна). Зазначається, що власне верби прутovidної (*Salix viminalis*) зареєстровано 4 різновиди (перераховує їх назви), що мають рекомендовані зони для вирощування.

Верба прутovidна *Salix viminalis* L.

Назва сорту	Рік реєстрації	Рекомендована зона вирощування
LINNEA / LINNEA	2014	Полісся, лісостеп, степ
Wilhelm / Wilhelm	2014	Степ
Панфильська 2 / Panfyl's'ka 2	2014	Полісся, лісостеп
Марциана / Martsyiana	2013	Полісся

Перелік сортів рослин для біоенергетичного напрямку використання із Державного реєстру сортів рослин

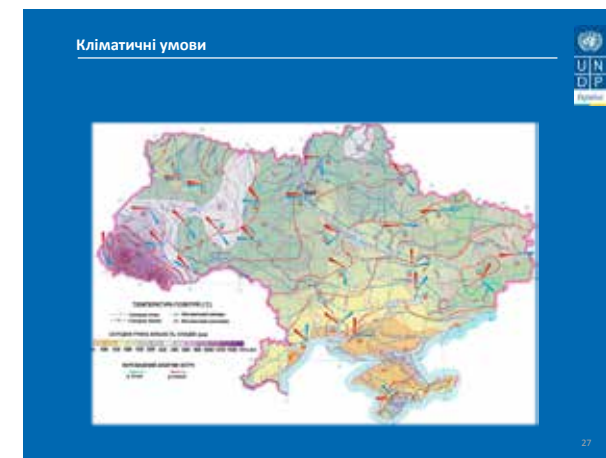
Назва рослини	Рік реєстрації
Верба прутovidна <i>Salix viminalis</i> L.	2013-2014
Верба трилисточкова <i>Salix triandra</i> L.	2014
Верба біла <i>Salix alba</i> L.	2016
Міскантус гігантський <i>Miscanthus x giganteus</i> J.M. Greef & Deuter ex Hodkin	2014-2017
Міскантус цукровитковий <i>Miscanthus sacchariflorus</i> (Maxim) Benth.	2015
Міскантус швейцарський <i>Miscanthus sinensis</i> Anders.	2015
Просо прутovidне <i>Panicum virgatum</i> L.	2015
Павловнія <i>Paulownia</i> Sieb. et Zucc.	2017
Редька олійна <i>Raphanus sativus</i> L. var. <i>oleiformis</i> Pers.	2017

Слайд 27. До даного слайду тренер пояснює, що, оскільки верба є вологолюбною рослиною, головним критерієм раціонального вибору земельної ділянки для її вирощування є високий рівень вологи в ґрунті (оптимальна вологість 70%). Така ділянка має бути розташована в кліматичній зоні, де середньорічна кількість опадів складає не менше 600-700 мм, а середньорічна температура складає 6°C і вище. В Україні такі зони локалізовано (згідно карти) в Закарпатській, Львівській, Івано-Франківській, Чернівецькій, Волинській, Рівненській, Тернопільській, Хмельницькій, Житомирській, Київській, Чернігівській та Сумській областях, а також частково в Луганській, Донецькій областях та південній частині Криму.

Робиться висновок, що вирощування енергетичної верби – це

перспективний бізнес переважно півночі та заходу України (зони Полісся), що підтверджується поточною практикою локалізації таких проектів (2 найбільших проекти розташовано в поліському регіоні).

На завершення представлення даного слайду тренер озвучує тезу, що кліматичні умови в зоні вирощування є головним, проте не єдиним критерієм вибору ділянки, і переходить до наступного слайду.



Слайд 28. До даного слайду тренер акцентує увагу на тому, що, з точки зору зручності та економічності майбутніх маніпуляцій за допомогою техніки, ділянки для вирощування енергетичної верби слід вибирати на рівнинах із незначними похилами, а з точки зору забезпечення високої врожайності ґрунтові умови на ділянках повинні відповідати ряду критеріїв (коротко перерахувати деякі зі слайду, без деталізації).

Потім тренер наголошує на тому, що наступним базовим кроком, від якого буде залежати урожайність плантації, є передпосівний обробіток ґрунту, що включає практично такі ж етапи, як і для вирощування традиційних овочевих культур (зачитує всі етапи зі слайду). В даному контексті важливим фактором успішності проекту протягом його життєвого циклу є ефективна боротьба з бур'янами в передпосадковий період та період 1-го року росту. Наприкінці ще раз акцентується увага слухачів на тому, що від ретельності та якості проведення даного етапу залежить обсяг

та прогнозованість урожаю верби в перші роки після висадки саджанців.

Далі тренер пропонує перейти до технологічних аспектів вирощування та збору врожаю верби.

ґрунтові умови

- низовини, плоскі та рівні ділянки
- рівень ґрунтових вод - 0,5...2,0 м
- добре дреновані (транспіраційний коефіцієнт – 397, коефіцієнт водоспоживання – 80-110 мм/га)
- супіщані та суглинисті ґрунти
- рН - 4,6...7,5
- потужність ґрунтового покриву - не менше 40 см
- вміст гумусу у верхньому шарі ґрунту (до 0,2 м) - не менше 1%

Підготовка ґрунту

- дискування для подрібнення решток кореневищ та провокування росту бур'янів
- боротьбу з бур'янами хімічним способом (гліфосад)
- глибоку осінню оранку на глибину 20-25 см
- внесення комплексного мінерального добрива
- передпосадкове вирівнювання
- прикочування

Слайд 29. Виділяються 2 основних етапи вирощування верби – власне закладання саджанців та догляд в 1-й рік росту. Тренер зауважує, що період і спосіб закладання саджанців може залежати від ряду факторів (форми посадкового матеріалу, загальної площі насаджень, наявної техніки, вартості робочої сили, планів збору врожаю тощо), тому в кожному конкретному проекті може бути різним. Так, наприклад, у випадку невеликих площ насаджень та наявності відносно дешевої робочої сили, доцільним може виявитись ручний спосіб посадки, а при великих площах плантацій використання механізованого способу є фактично безальтернативним.

Відмічається, що посадковий матеріал верби буває двох типів – у формі довгих або коротких прутків. Акцентується увага на тому, що посадковий матеріал збирається в зимовий період та зберігається при температурі мінус 4°C. Перед безпосереднім висаджуванням прутки рекомендується 1-2 доби витримати в умовах нормальної температури.

Закладання саджанців (посадка), як правило, здійснюється навесні, у квітні-травні, коли погодні умови дозволяють проводити підготовку ґрунту. За сприятливих умов (відсутності опадів та

морозів) посадку здійснюють також і пізньої осені (в листопаді). Ключовими факторами успіху посадки є достатня вологість і температура ґрунту, за яких саджанці зможуть досить швидко пускати коріння. Безпосередньо перед посадкою проводять передпосівний обробіток ґрунту дисковим культиватором, а потім культиватором.

Закладання саджанців

Час посадки → квітень-травень (переважно)
→ листопад (за сприятливих умов)

Основні умови → достатня вологість та температура ґрунту
→ прохідність техніки

↓
Дискування



Довгі саджанці (прутки) 1,5...3,0 м
механізована посадка

↓
Прикочування культиватором







Короткі саджанці 20...25 см
– посадка вручну або механізовано

Слайд 30. Доданого слайду тренер надає пояснення, що бувають різні схеми висадки саджанців, однак найбільш поширеними є однорядна та дворядна схеми. Відстань між рядами повинна враховувати технічні характеристики машин для збору врожаю, а довжина рядів – мінімізацію кількості розворотів техніки (в ідеалі довжина рядка повинна бути достатньою для заповнення одного причепа деревною тріскою, перш ніж комбайн піде на розворот).

Важливо визначити достатню ширину незасаджених ділянок по периметру, зокрема передбачених для розвороту техніки, на яких доцільно культивувати місцеві трав'янисті культури, що збільшить біорізноманіття в зоні насаджень та рекреаційну цінність плантацій.

Потім тренер акцентує увагу на тому, що своєчасний та ретельний догляд за висадженими плантаціями у перший рік їх росту є найважливішим етапом вирощування, від чого може залежати загальний успіх проекту. Контроль бур'янів та боротьба з комахами-шкідниками є ключовими факторами, що сприяють ефективному вкоріненню та початку інтенсивного росту пагонів.

Добрива в перший рік росту за необхідності вносять лише азотні і лише після проведених заходів боротьби з бур'янами, щоб не провокувати їх інтенсивний ріст. Важливим для збільшення врожайності верби є зріз пагонів наприкінці першого року, що підвищить куціння та загальну кількість пагонів.

Схеми садіння верби

А – ширина ділянки розвороту техніки (8 м);
 В – ширина борту межевої ділянки (2 м);
 С – відстань між деревами в ряду (0,45–2 м);
 D – відстань між рядами (2 м);
 E – відстань між рядами в спарених рядах (0,75 м)

1-рядна схема 2-рядна схема

Догляд за плантаціями енергетичної верби

- Контроль бур'янів в 1-й рік після посадки
- Контроль розмноження комах-шкідників
- Перший зріз після 1-го року росту
- Удобрення

Слайд 31. До даного слайду тренер наголошує, що збір урожаю є критично важливою ланкою протягом життєвого циклу проекту вирощування верби, оскільки витрати на збір складають 50-80% загальних виробничих витрат.

Збір урожаю проводиться в зимовий період після опадання листя та до початку брунькування, в ідеалі – по мерзлому ґрунту без значного снігового покриву.

Далі тренер перераховує основні характеристики урожайності (зі слайду), акцентуючи окремо увагу на таких аспектах (в контексті інформації зі слайду):

- періодичність збору врожаю насамперед визначається типом товарного продукту, який має бути отримано. Для деревної тріски/гранул періодичність збору типово складає 3-4 роки;

- доцільним вважається вирощування деревних плантацій із середньорічним виходом готового продукту (деревної тріски) 5-18 т/га (абсолютно сухої маси), а орієнтиром досить успішного проекту є показник 10 т/га (сухої маси).

Наприкінці представлення даного слайду тренер пропонує аудиторії зробити розрахунок виходу тріски верби при 4-річному циклі вирощування (підходить до фліпчарту). На фліпчарті тренер запише вихідні дані:

- періодичність збору – 4 роки;

- щорічний приріст біомаси верби – 10 т/га/рік (сухої маси);

- вологість деревини при зборі врожаю – 50%.

Потім запише формулу розрахунку і рішення:

$4 \text{ роки} \times 10 \text{ т/га/рік} : 0,5 = 80 \text{ т/га тріски вологістю } 50\%$.

Характеристики вирощування енергетичної верби

Характеристика вирощування	Розмірність	Значення
Густина посадки	Саджанців на 1 га	12,500 – 15,000
Періодичність збору урожаю	років	1 - 4
Середній діаметр стовбу (в зоні пни) при зрізі	мм	15 - 40
Середня висота рослини при зрізі	м	3,5 - 5,0
Вихід сухої біомаси рослин при зрізі	т сухої маси на 1 га	30 - 60
Вологість деревини	%	45 - 62

Слайд 32. На початку представлення даного слайду тренер ставить риторичне запитання: що необхідно для збору врожаю? І продовжує: необхідні знання та навички щодо методів збору, а також відповідна техніка. Далі перераховує типи техніки, що може використовуватись (зачитує зі слайду). Вибір техніки буде залежати від виду кінцевого продукту, який необхідно отримати в полі (тріска чи стебла).

В загальному випадку вибір техніки є предметом техніко-економічного обґрунтування, в якому розглядаються варіанти оренди чи закупівлі власної техніки, про що буде сказано далі.

Наприкінці представлення даного слайду тренер зазначає, що збір урожаю в полі є лише першою ланкою на шляху до формування кінцевого товарного продукту. І переходить до наступного слайду.

Техніка для збору урожаю верби

- спеціальна лісозаготівельна машина (харвестер): переважно потребує додаткової техніки/обладнання для подрібнення стебел
- причіпне обладнання до трактора 3-ох типів: з комбінованим зрізанням та подрібненням, лише зрізанням або лише подрібненням
- спеціалізований самохідний комбайн або модифікований кормозбиральний/бурякозбиральний комбайн: дозволяє одночасно зрізати та подрібнювати стебла
- ручне та механізоване ручне обладнання (садові ножі, бензопили, тримери)



Слайд 33. На даному слайді представлено 2 ланцюги від збору врожаю верби до отримання товарного продукту – тріски. Тренер акцентує увагу, що обидві технології мають свої переваги і недоліки.

При цьому технологія збору за допомогою харвестера дозволяє розділити процеси зрізання стебел верби, подрібнення та сушки тріски з можливістю проміжного підсушування стебел на повітрі (у випадку складування на полі). Це дозволяє знизити витрати на сушку. Проте це потребує інвестування в спеціалізовані харвестери для збору врожаю верби.

Від збору урожаю до кінцевого продукту

СПОСІБ 1

```

    graph LR
      A[Харвестер] --> B[Стебла]
      B --> C[Сушка в полі]
      C --> D[Стебла]
      D --> E[Подрібнювач]
      E --> F[Тріска]
      F --> G[Сушка]
      G --> H[Склад товарного продукту]
    
```

СПОСІБ 2

```

    graph LR
      I[Комбайн / Трактор з причіпним обладнанням] --> J[Тріска]
      J --> K[Сушка]
      K --> L[Склад товарного продукту]
      K -.-> M[Не рекомендується]
    
```

Тип деревини	Вміст вологи, %
Абсолютно суха	0
Повітряно суха	15...20
Придатна до зберігання	< 30...35
Свіжа	> 50

За іншою технологією, з використанням самохідних комбайнів чи тракторів із причіпним обладнанням, тріска може заготовлюватись безпосередньо в полі і відразу транспортуватись на склад чи до споживача. При цьому така техніка в Україні є доступнішою. Однак для того, щоб тріска мала хороші споживчі якості, її необхідно відразу направляти на сушку, а споживання енергії при цьому буде порівняно вищим.

Окремо тренер акцентує увагу на типах деревини за вмістом у ній вологи і говорить, що чим нижча вологість, тим краще зберігається тріска і тим вища теплотворна здатність на одиницю маси.

Наприкінці представлення даного слайду тренер анонсує перехід від технічних особливостей технології вирощування верби до економічних аспектів.

Слайд 34. На початку тренер повідомляє, що далі буде представлено ТЕО проекту з вирощування верби на ділянці відносно великої площі та сприятливими агрокліматичними умовами (умовно зона Полісся). Зачитує вихідні параметри, на яких ґрунтувались розрахунки (зачитує зі слайду).

Інвестиційна діяльність по проекту (тис. грн, з ПДВ)

- Загальна площа плантацій 2400 га – 3 групи полів по 800 га.
- Приріст біомаси верби 20 т/га/рік.
- Цикл збору урожаю – 1 раз в 3 роки.
- Урожайність 60 т/га (в 1-й збір урожаю – 60%).
- Життєвий цикл проекту – 27 років з моменту посадки саджанців,
- Число циклів збору урожаю з кожної групи полів – 8.
- Технологія збору – з допомогою самохідного комбайну

Показник	0 рік	1-й рік	2-й рік	3-й рік	4-26 роки	Всього
ВСЬОГО,	17 814	36 036	30 345	29 304	-	113 500
в т.ч.:						
- саджанці	0	14 400	14 400	14 400	-	43 200
- техніка	5 837	6 046	-	11 546	-	23 429*
- засоби захисту рослин	436	1 978	1 978	1 542	-	5 933
- добрива	10 714	10 714	10 714	0	-	32 141
- ПММ	773	1 584	1 584	756	-	4 697
- ТО і ремонти	0	1 149	1 504	894	-	3 547
- оплата праці з нарах.	55	166	166	166	-	553

* - за умови, що інвестор уже має частину необхідної техніки (до 60% розміру інвестицій в техніку)

Далі тренер перелічує статті інвестиційних витрат у проект (зачитує зі слайду). При цьому вказує на те, що особливістю інвестиційної діяльності в проектах такого типу є рознесення в часі – від періоду підготовчих робіт до збору першого врожаю. Ця особливість позначається на загальному терміні окупності таких

проектів, до якого входить увесь період інвестиційної діяльності. Тренер відмічає, що основні витрати проекту пов'язані із закупівлею техніки, саджанців та добрив – сумарно 90%. В продовження, тренер акцентує увагу на тому, що найбільш привабливим може бути випадок, коли інвестор уже володіє частиною необхідної техніки, що використовується ним для ведення поточної діяльності з вирощування с/г культур. В результаті розмір інвестицій у техніку можна скоротити на 60%, а загалом у проект – на 25%. І відмічає, що власне такий варіант розглянуто в даній лекції.

Слайд 35. Представляючи цей слайд, тренер вказує, що на терміні окупності даного проекту сильно позначається ціна реалізації тріски, що може наразі складати від 850 до 1300 грн/т без ПДВ. Далі тренер говорить, що на даному слайді показано результати ТЕО для випадків продажу тріски за двома різними цінами. При ціні 850 грн/т простий термін окупності проекту складе 8,4 років, а при ціні 1300 грн/т – 6,8 років. При цьому тренер зауважує, що без врахування періоду інвестиційної діяльності за проектом (з моменту збору першого врожаю) термін окупності проекту складатиме 4,4 та 2,8 років відповідно, що є досить привабливим, враховуючи також досить високі норми дохідності проекту – від 19% до 28%.

ТЕО вирощування енергетичної верби	
Показники	Величина
Загальна площа насаджень, га	2400 (3 ділянки по 800 га)
Приріст маси верби, т/га/рік	20 (12 – перший збір)
Врожайність плантації (при 3-річному циклі збору врожаю), т/га	60 (36 – перший збір)
Щорічний валовий збір урожаю, тис. т/рік	48 (28,8 – перший збір)
Інвестиційні витрати (за 4 роки), тис. грн, в т.ч.:	113 500
Експлуатаційні витрати, млн грн на рік	7,5
Кредитні кошти (частка капітальних витрат)	60%
Ставка по кредиту	7%
Очікувана ціна продажу тріски, грн/т, без ПДВ	850 1300
Дохід від продажу тріски верби, млн грн на рік, з ПДВ	49,0 (29,4 – перший збір) 74,9 (44,9 – перший збір)
Простий термін окупності, років	8,4 6,8
Дисконтований термін окупності (ставка дисконту 5%), років	9,4 7,2
Внутрішня норма дохідності (IRR)	19% 28%

На завершення представлення даного слайду тренер звертає увагу на те, що досягнута врожайність плантації верби є критичним фактором успішності проекту, оскільки навіть за

даних сприятливих вхідних умов проект знаходиться на межі інвестиційної привабливості. А тому критично важливо ретельно і якісно проходити всі етапи вирощування верби.

Тренер нагадує, що більш деталізована інформація щодо даного прикладу ТЕО наведена в Посібнику.

Для переходу до наступного слайду тренер вказує на те, що окрім економічних, є ще ряд інших факторів, які повинні спонукати до прийняття рішення щодо вирощування енергетичної верби.

Слайд 36. Представляючи даний слайд, тренер фактично продовжує попередню фразу і перераховує переваги вирощування енергетичної верби (зачитує зі слайду).

Переваги вирощування енергетичної верби

- Ефективно використовуються малопродуктивні землі.
- Розвивається малий та середній бізнес.
- Підвищується інвестиційна привабливість регіонів, де вирощуються культури.
- Створюються додаткові робочі місця.
- Підвищується прогнозованість витрат на виробництво теплової енергії та знижується їх залежність від цін на традиційні енергоносії (природний газ, вугілля тощо).
- Внесок у скорочення викидів парникових газів – у середньому 50 т CO_{2eq} на 1 га плантації енергетичної верби.

Далі тренер зазначає, що інтерес до даної технології в Україні вже є і вже є приклади успішної реалізації таких проектів (переходить до наступного слайду).

Слайд 37. До даного слайду тренер перелічує приклади успішних проектів з вирощування верби:

- Проект ПРООН/ГЕФ у трьох пілотних областях (Закарпатській, Івано-Франківській та Полтавській) на загальній площі 15 га. В подальшому планується висадження материнської плантації верби в одному з пілотних регіонів загальною площею 500 га.

- Проекти компанії «Салікс Енерджі» на території Волинської та Львівської областей, загальною площею 1700 га. Компанія володіє зареєстрованим сортом верби і пропонує на продаж посадковий

матеріал з неї.

- Проект компанії «Укртепло» в Київській області, загальною площею 600 га.

Компанії йдуть шляхом інвестування в маточну плантацію з поступовим нарощуванням площі насаджень за рахунок використання саджанців із маточника.

Таким чином видно, що географія реалізованих проектів з вирощування верби уже охоплює 6 областей України, а загальна площа насаджень перевищує 2300 га.

Найкращі приклади вирощування енергетичних культур

Серед усіх енергетичних рослин у світі саме вербу використовують як основну енергетичну культуру для виробництва твердого палива. Такий досвід мають Норвегія, Данія, Німеччина, Австрія, Польща, Англія та Ірландія. Найбільші успіхи в цій сфері демонструє Швеція. Тут плантації верби займають понад 20 тис. га, і з неї отримують сировину навіть для теплоцентралей.

На сьогодні в Україні є декілька компаній, що займаються вирощуванням енергетичних культур на комерційному рівні. Ще ряд компаній планують найближчим часом вийти на цей ринок.



Ріст енергетичної верби через три місяці після посадки

На завершення тренер підкреслює, що серед усіх енергетичних рослин у світі саме вербу використовують як основну енергетичну культуру для виробництва твердого палива. Такий досвід мають Норвегія, Данія, Німеччина, Австрія, Польща, Англія та Ірландія. Найбільші успіхи в цій сфері демонструє Швеція. Тут плантації верби займають понад 20 тис. га, і з неї отримують сировину навіть для теплоцентралей.

Слайд 38. До даного слайду тренер наводить висновки (зачитує їх зі слайду).

Наприкінці дякує за увагу та висловлює сподівання, що даний матеріал буде корисним для слухачів. Далі пропонує аудиторії перейти до практичного заняття. Для цього тренер представляє аудиторії одну із задач, представлених нижче.

Вирощування енергокультур для виробництва твердих біопалив

ВИСНОВКИ

1. Вирощування енергетичної верби для виробництва твердого біопалива – широко апробована та домінуюча технологія.
2. Загальний успіх проектів з вирощування верби починається з правильного вибору ділянки (опади - не менше 600 мм/рік) та закінчується мінімізацією витрат на кожному етапі.
3. Вирощування верби – найбільш прийнятне рішення для західних та північних областей України.
4. Досягнута урожайність верби та ціна тріски є ключовими факторами інвестиційної привабливості проектів
5. Рекомендований приріст біомаси верби для умов України складає не менше 10 т/га/рік абсолютно сухої маси.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ

Варіант 1. Вирішення економічної задачі

Для початку тренер ставить запитання до аудиторії: як ви вважаєте, який термін окупності проекту є прийнятним для інвестора в Україні? Почувши ряд відповідей, тренер підтверджує одну з найбільш наближених відповідей (наприклад, 5 років) і звертається до залу з пропозицією змоделювати параметри проекту у відкритому файлі Excel так, щоб досягти озвученого прийняттого терміну окупності. В даному завданні пропонується зміна таких параметрів:

- загальна площа насаджень;
- область розташування проекту та відповідно урожайність верби;
- купівля власної техніки чи оренда;
- ціна продажу тріски;
-

Варіант 2. Вправа «Вербо-Оптимісти та Вербо-Скептики»

Розділити учасників на дві групи – «Вербо-Оптимістів» та «Вербо-Скептиків». На обговорення в групах дається 3-5 хвилин.

Аргументацію розпочинають «Оптимісти»: вони наводять 1 постулат, чому добре вирощувати вербу. Далі «скептики» наводять свій аргумент. Крок за кроком відбувається аналіз аргументів та пошук спільного знаменника.

Варіант 3. Спільне обговорення і відповіді на питання тренера

1. З якою метою можна садити вербу?
2. На якому ґрунті вона найкраще росте?
3. Назвіть головну причину, з якої варто переходити до вирощування верби?

ПІДВЕДЕННЯ ПІДСУМКІВ

Вправа «Соковижималка» (і /або) Вправа «Так!»

Завершення тренінгу, фотографування, заповнення анкет зворотного зв'язку.

ЛІТЕРАТУРА

1. Практичний посібник з використання біомаси в якості палива в муніципальному секторі України (для представників агропромислового комплексу).
2. Практичний посібник з використання біомаси в якості палива в муніципальному секторі України (для представників державних установ та громадських організацій, що працюють у сфері екології).
3. Практичний посібник з використання біомаси в якості палива в муніципальному секторі України (для представників державних та комунальних установ).
4. Комплексний аналіз українського ринку пелет з біомаси / Г.Гелетуша, В.Крамар, О.Епік, Т.Антошук, В.Тітков. – К. : ПРООН/ГЕФ «Розвиток та комерціалізація біоенергетичних технологій у муніципальному секторі в Україні», 2016. – 334 с.
5. Аналітична записка БАУ №17 (2016). «Аналіз критеріїв сталого розвитку біоенергетики».
6. Аналітична записка БАУ №12 (2015). «Перспективи розвитку біоенергетики як інструменту заміщення природного газу в Україні».
7. Аналітична записка БАУ №10 (2014). «Перспективи вирощування та використання енергетичних культур в Україні».
8. Аналітична записка БАУ №9 (2014). «Сучасний стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні».
9. Аналітична записка БАУ №8 (2014). «Енергетичний та екологічний аналіз технологій виробництва енергії з біомаси».
10. Аналітична записка БАУ №7 (2014). «Перспективи використання відходів сільського господарства для виробництва енергії в Україні».
11. Аналітична записка БАУ №6 (2013). «Перспективи виробництва теплової енергії з біомаси в Україні».
12. Аналітична записка БАУ №1 (2012). «Місце біоенергетики в проекті оновленої Енергетичної стратегії України до 2030 року».

МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ ДО ТРЕНІНГУ

Тести, вправи, приклади, таблиці розрахунків.

Вправа «Соковижималка»

Для зворотного зв'язку з учасниками.

На трьох великих плакатах намалювати або написати словами:

1. кошик / купку апельсинів
2. стакан помаранчевого соку
3. купку апельсинових вичавок

Кожному з учасників роздати по 2-4 самоклеючі аркуші паперу. На них він може написати те, що залишилося в пам'яті до завершення тренінгу. Невеликий текст із назвою/описом тренінгових процесів, ігор, завдань, вражень від спілкування з колегами і з тренером, ідей, організаційних моментів і т.д. Час – 3 хвилини.

Потім за сигналом тренера ці аркуші можна буде наклеїти на відповідні плакати:

- на плакат з апельсинами – те, що ще не має закінченого вигляду, що потрібно додумати, до чого необхідно буде повернутися ...
- на плакат зі склянкою чудового освіжаючого соку можна наклеювати те, що сподобалося;
- на плакат із вичавками будуть наклеєні аркуші, яких краще позбутися, які не сподобалися, були зайві, не актуальні, дратували ...

Вправа «Так!»

Учасникам пропонується зігнути руки в ліктях, направивши долоні вперед і вгору. Потім тренер промовляє інструкцію: «Подумки візьміть у ліву руку все те, що ви сьогодні отримали від заняття, а в праву – те, що було вашим власним внеском в роботу. І коли я скажу: «Готово!», Ви всі одночасно плеснете долонями і голосно скажете: «Так!»

(Треба зробити невелику паузу, перш ніж скомандувати: «Готово!», щоб в учасників був час згадати події дня і справді сформулювати для себе те, що вони «візьмуть в руки», інакше у них залишиться некомфортне відчуття незавершеності роботи).

ДОДАТОК 1. АНКЕТА-ВІДГУК УЧАСНИКА ТРЕНІНГУ

Назва тренінгу. Використання біомаси як палива в муніципальному секторі України (для представників агропромислового комплексу)

Місце і дата проведення _____

Ваше П.І.Б _____

Ваша стать Жіноча Чоловіча

Ваш вік менше 30 років 30-45 років понад 45 років

Місце роботи _____

Посада _____

Контактні дані Тел.: _____ e-mail: _____

1. Будь ласка, надайте Вашу оцінку Практичному посібнику за шкалою від 1 до 5 балів, де 5 – найвищий бал.

	1	2	3	4	5
Зовнішній вигляд та якість друку					
Змістовність та наповненість					
Практичність					

2. Будь ласка, оцініть якість основних частин тренінгу за шкалою від 1 до 5 балів, де 5 – це найвищий бал.

	1	2	3	4	5
Частина 1. Види біомаси. Сучасні тенденції використання біомаси для потреб енергетики					
Практичне заняття до частини 1					
Частина 2. Заготівля сільськогосподарської біомаси та її переробка у тверді біопалива					
Практичне заняття до частини 2					
Частина 3. Вирощування енергетичних культур для виробництва твердих біопалив					
Практичне заняття до частини 3					

3. Будь ласка, надайте Вашу оцінку загальної якості тренінгу за шкалою від 1 до 5 балів, де 5 – найвищий бал.

	1	2	3	4	5
Структура та організація тренінгу					
Змістовність навчальних частин тренінгу					
Тривалість тренінгу					
Рівень теоретичної інформації					
Рівень практичних завдань					
Персональні здібності тренера					
Загальна оцінка тренінгу					

4. Чи задовольнив тренінг ваші очікування? Так Ні

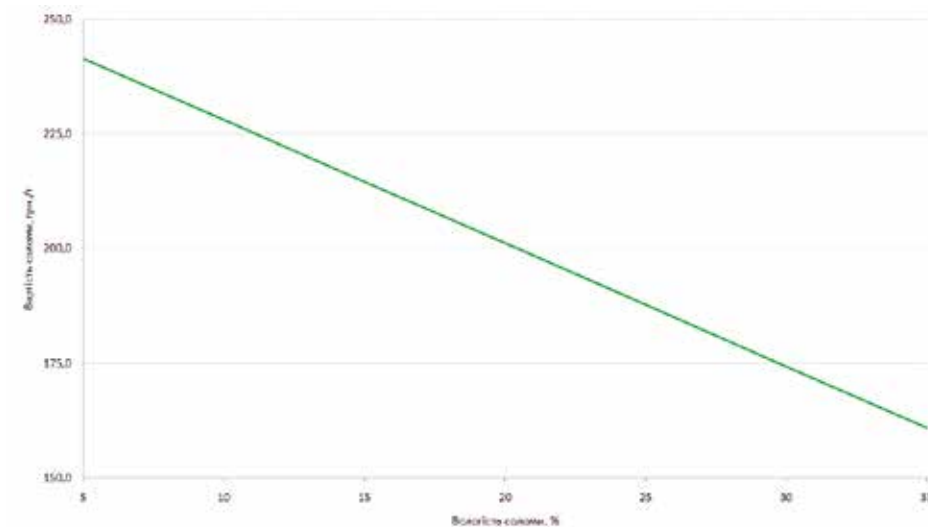
5. Ваші зауваження/побажання стосовно покращення тренінгу) _____

ДОДАТОК 2. РОЗРАХУНКОВИЙ ФАЙЛ ВАРТОСТІ СОЛОМИ У ПОЛІ

Показник	Значення	Примітка
Вхідні дані (характеристика соломи та мінеральних добрив):		
Вміст поживних елементів		
1. Масовий вміст азоту (N), %	0,45	Пшенична солома (таблиця 2 посібника)
2. Масовий вміст фосфору (P), %	0,07	Пшенична солома (таблиця 2 посібника)
3. Масовий вміст калію (K), %	0,64	Пшенична солома (таблиця 2 посібника)
Вологість соломи (W), %	11,2	
Зольність (A), %	5,0	
Мінеральне добриво	нітроамофоска	NPK 16:16:16
масовий вміст азоту (N), %	16	
масовий вміст фосфору (P ₂ O ₅), %	16	
масовий вміст калію (K ₂ O), %	16	
Ціна мінерального добрива, грн./т	9300	
Вміст поживних елементів у золі		
масовий вміст фосфору (P) у золі, %	1	
масовий вміст калію (K) у золі, %	11	
Розрахункові дані:		
Ціна N у мінодобриві, грн./кг	19,4	
Ціна P ₂ O ₅ у мінодобриві, грн./кг	19,4	
Ціна K ₂ O у мінодобриві, грн./кг	19,4	
Перерахунок вмісту фосфору (P ₂ O ₅) у соломі, %	0,2	P ₂ O ₅ =P*2,29
Перерахунок вмісту калію (K ₂ O) у соломі, %	0,8	K ₂ O=K*1,21
Вартість азоту (N) у сухій речовині (с.р.) соломі, грн./т	87,2	
Вартість фосфору (P ₂ O ₅) у с.р. соломі, грн./т	31,06	
Вартість калію (K ₂ O) у с.р. соломі, грн./т	150,04	
Вартість с.р. соломи, грн./т	268,3	
Вартість соломи заданої вологості, грн./т	238,2	
Перерахунок вмісту фосфору (P ₂ O ₅) у золі, %	2,3	P ₂ O ₅ =P*2,29
Перерахунок вмісту калію (K ₂ O) у золі, %	13,3	K ₂ O=K*1,21
Вартість фосфору (P ₂ O ₅) у золі с.р. соломи, грн./т	22,2	
Вартість калію (K ₂ O) у золі с.р. соломи, грн./т	128,9	
Вартість золи у с.р. соломи, грн./т	151,1	
Вартість золи у соломі заданої вологості, грн./т	134,2	
Вартість соломи при поверненні золи у поле, грн./т	104,0	

ДАНІ ДЛЯ ГРАФІЧНОЇ ЗАЛЕЖНОСТІ ВАРТОСТІ СОЛОМИ ВІД ВОЛОГОСТІ

Вологість, %	Вартість соломи, грн/т
5	254,9
10	241,5
15	228,0
20	214,6
25	201,2
30	187,8
35	174,4
40	161,0





Програма розвитку ООН
Кловський узвіз, 1
Київ, 01021, Україна
Tel.: +38 044 253-9363
Fax.: +38 044 253-2607
www.ua.undp.org
www.bioenergy.in.ua