

ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНИХ МЕЛІОРАТИВНИХ СУМІШЕЙ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ХМЕЛЮ

Представлено результати енергетичної оцінки вирощування хмелю за умови використання в технології удобрення культури органо-мінеральної меліоративної суміші. Встановлено, що з енергетичного та екологічного погляду оптимальною системою удобрення під хміль є сумісне внесення мінеральних добрив у нормі $N_{160}P_{120}K_{180}$ та суміші 23 т/га гною з 4,6 т/га СаО. Показано, що на виконання даних операцій використовується 105684 МДж/га антропогенної енергії при енергоемності хмелю на рівні 107,2 МДж/кг.

Ключові слова: енергетична ефективність, витрати антропогенної енергії, енергоемність, органо-мінеральна суміш.

Постановка проблеми. Загальновідомо, що енергія є універсальною природно-науковою категорією, завдяки якій можливо пов'язати в єдине ціле прояви хімічного, біологічного та соціального життя, екологічні й економічні поняття [5]. У зв'язку з цим енергетичний аналіз структури витрат на вирощування сільськогосподарських культур є важливою складовою комплексного оцінювання та планування заходів щодо мінімізації негативного впливу агротехнологій на навколишнє середовище.

На сьогодні важливим завданням сільськогосподарського виробництва поряд з екологічним імперативом є забезпечення високої ефективної родючості ґрунту. В зоні Полісся зазначене завдання досягається шляхом застосування ефективних агротехнічних заходів, до яких належать меліорація та система застосування добрив [2]. Таким чином, вважаємо за необхідне встановити енергетичну ефективність вирощування культури хмелю при застосуванні в технології екологічно безпечного органо-мінерального добрива-меліоранта.

Аналіз останніх досліджень та постановка завдання. Питання енергетичної оцінки ефективності вирощування хмелю за різних систем удобрення вивчене недостатньо. Проте відомо, що вирощування хмелю пов'язане зі значними енерговитратами, які зумовлюють низьку енергетичну ефективність виробництва і можуть призвести до надходження в агроєкосистему кількості енергії понад допустимий рівень. Наслідком є порушення основних властивостей агроєкосистем, зни-

ження родючості ґрунту, забруднення водних джерел, повітря і тому енергетичний аналіз та оцінювання технологій вирощування культури й окремих технологічних заходів з метою зниження енергоемності продукції є важливим як в економічному так і екологічному плані [5].

Об'єкти та завдання досліджень. Об'єкт дослідження — зміна витрат антропогенної енергії на вирощування хмелю та їх ефективність залежно від системи удобрення культури. Завдання досліджень полягає у визначенні енергетичної ефективності вирощування культури за умов застосування в системі удобрення органо-мінерального добрива-меліоранта.

Методика досліджень. Польовий дослід проводили на хмеленасадженнях Інституту сільського господарства Полісся НААН упродовж 2002–2004 рр., плантація № 221. Досліджували такі варіанти удобрення:

1. Без добрив (контроль 1).
2. Фон ($N_{160}P_{120}K_{180}$) (контроль 2).
3. Фон + СаО* 3,5 т/га (контроль 3).
4. Фон + гній** 23 т/га (контроль 4).
5. Фон + суміш 1 (гній 23 т/га + СаО 11,5 т/га)***.
6. Фон + суміш 2 (гній 23 т/га + СаО 4,6 т/га)***.
7. Фон + суміш 3 (гній 23 т/га + СаО 2,3 т/га)***.

* За варіанта 3 оксид кальцію вносився в перший рік, в наступні роки досліджувалася його післядія; ** за варіанта 4 гній вносився в перший рік, в наступні роки досліджувалася його післядія; *** у варіантах 5–7 органо-мінеральна суміш вносилася в перший рік, у наступні роки досліджувалася її післядія.

Ґрунт дослідної ділянки — дерново-підзолистий супіщаний, в орному шарі якого міститься: гумусу — 0,94%; азоту, що легко гідролізується — 50,2 мг; рухомого фосфору — 163 мг, обмінного калію — 150 мг на 1 кг повітряно-сухого ґрунту, $pH_{\text{сол}}$ — 4,9.

Технологія вирощування хмелю в досліді загальноприйнята для зони Полісся, в відповідності з методичними рекомендаціями [1], крім фактора, що вивчався.

Загальна площа досліді — 1300 м². Схема посадки рослин — 3,00×0,75 м із заведенням 4 стебел на 2 підтримки, площа живлення рослин — 2,25 м². Площа дослідної ділянки становила 30 м², облікової — 21 м². Повторення триразове. Варіанти досліді розташовані по рядах плантації в систематичному порядку.

Енергетичне оцінювання технології вирощування хмелю проводили за коефіцієнтом енергетичної ефективності ($K_{\text{еє}}$), який визначали за загальноприйнятою методикою ВІМ [3, 4]. Розрахунок витрат антропогенної енергії проводили поопераційно за технологічно картою вирощування хмелю.

Результати досліджень. Оскільки хміль належить до культур, цінність продукції яких визначається не стільки виходом енергії, скільки іншими показниками, зокрема, багатим хімічним складом, то для оцінки енергетичної ефективності вирощування даної культури доцільно застосовувати величину енергоємності продукції.

Нами встановлено, що у варіанті без добрив витрати антропогенної енергії становили 60331 МДж/га (табл. 1), що забезпечило середню енергоємність хмелю на рівні 111,9 МДж/кг. За умов використання варіантів удобрення 2 і 3 витрати антропогенної енергії зросли відповідно на 24044–29534 МДж/га, тобто на 39,9 і 49,0%, однак збільшення врожайності культури за даних варіантів на 56–65% зумовило найнижчий

поміж усіх варіантів удобрення рівень енергоємності (100,1–100,6 МДж/кг). При внесенні по мінеральному фону органічних добрив у нормі 23 т/га (варіант 4) додатково витрачалося близько 14 тис. МДж/га енергії, що призвело до збільшення енергоємності хмелю до 112 МДж/кг, тобто практично до рівня контролю (варіанта 1).

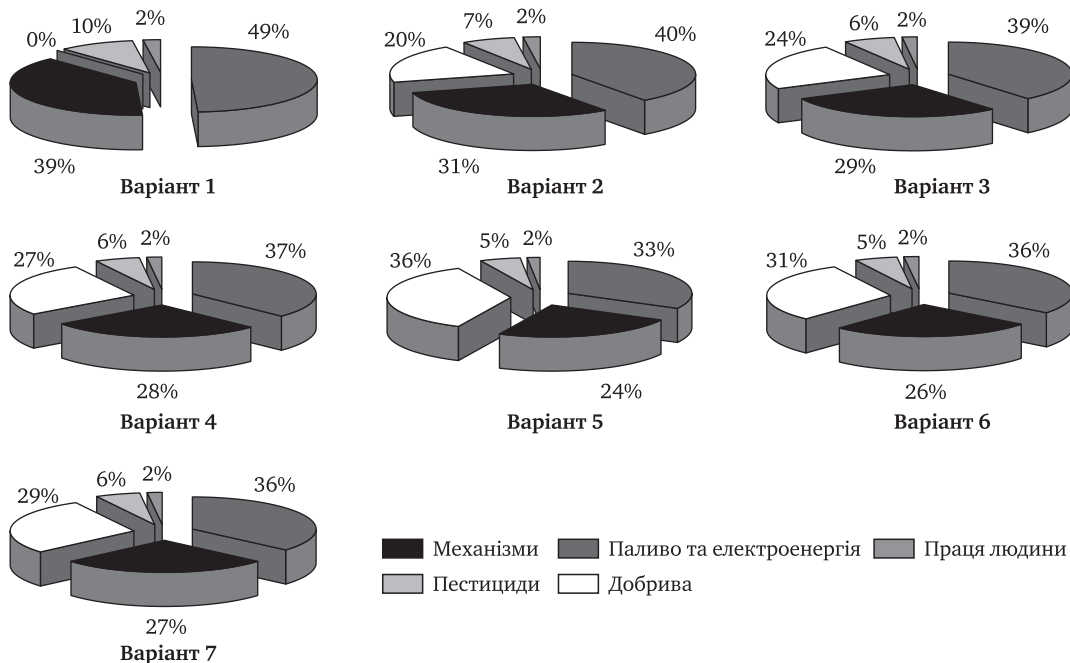
Застосування у технології вирощування хмелю органо-мінеральної суміші на фоні мінеральних добрив (варіанти 5–7) потребувало ще більших витрат антропогенної енергії — залежно від дози вапна вони становили 102275–113809 МДж/га. Величина приросту врожайності при цьому була не настільки високою, що позначилося на рівні енергоємності хмелю — у варіанті 5 вона досягла максимальної в досліді величини — 117,9 МДж/кг. Натомість у варіантах 6 і 7 енергоємність становила 107 МДж/кг, тобто, незважаючи на збільшення витрат енергії була нижчою у порівнянні з варіантами 1 та 4. Це свідчить про підвищену окупність витрат енергії приростом врожаю, який у порівнянні з варіантом 4 становив 9–13%.

Оцінка енергетичної ефективності вирощування хмелю за досліджуваними варіантами показала, що величина $K_{\text{еє}}$ є досить низькою. Вважаємо це зумовлено високою енергоємністю технології вирощування цієї технічної культури, затратність якої пов'язана з біологічними потребами хмелю та порівняно невисокою енергетичною цінністю шишок хмелю (вміст енергії в побічній продукції, як правило, не враховують).

Встановлено, що у варіанті без застосування добрив $K_{\text{еє}}$ становив 0,12. За умов застосування в технології удобрення вапнякових матеріалів (варіант 3) $K_{\text{еє}}$ не змінився, що пояснюється адекватним приростом енергії, акумульованої в урожаї при збільшенні антропогенних витрат на вирощування хмелю. За умови застосування в системі удобрення

1. Енергетична ефективність вирощування хмелю за різних систем удобрення, середнє за 2002–2004 рр.

Варіант удобрення	Урожайність, ц/га	Витрати антропогенної енергії на виробництво хмелю, МДж/га	Енергоємність хмелю, МДж/кг
1	5,39	60330	111,9
2	8,43	84375	100,1
3	8,93	89864	100,6
4	8,75	98000	112,0
5	9,65	113808	117,9
6	9,86	105684	107,2
7	9,53	102265	107,3



Структура енергетичних витрат на вирощування хмелю за різними варіантами удобрення

органо-мінерального добрива (варіанти 5–7) показник енергетичної ефективності істотно не змінився ($K_{ee}=0,13$). Це пояснюється внесенням високих норм добрив та низьким рівнем врожайності, що не дає змогу компенсувати витрати антропогенної енергії на використання добрив. Отже, якщо не враховувати природоохоронного ефекту від застосування органо-мінеральних сумішей, то за ефектом акумуляції енергії лише у врожаї істотної різниці в енергетичній ефективності традиційної системи удобрення (варіанти 3 і 4) та органо-мінерального добрива немає.

Аналіз структури енергетичних витрат за варіантами удобрення хмелю засвідчив (рисунки), що основні відмінності між розподілом затрат за статтями зумовлювалися технологією вирощування. Так, у варіантах без застосування суміші (варіанти 1–4) домінуючою статтею антропогенних витрат було

використання палива та електроенергії — в залежності від системи удобрення цей показник змінювався від 37 до 49%. У варіантах з використанням органо-мінерального добрива (варіанти 5–7) на частку палива та електроенергії припадало 33–36%. Більш мінливою статтею в загальній структурі енерговитрат на даних варіантах було внесення добрив (29–36%).

Отже, результати досліджень свідчать, що серед досліджуваних варіантів удобрення найоптимальнішим як в енергетичному, так і екологічному аспектах є технологія, за якої вирощування хмелю проводять по мінеральному фону ($N_{160}P_{120}K_{180}$) із внесенням суміші 23 т/га гною з 4,6 т/га CaO. Застосування даних операцій передбачає витрату 105684 МДж/га антропогенної енергії та формує енергоємність хмелю на рівні 107,2 МДж/кг.

ВИСНОВКИ

Враховуючи важливість раціонального використання непоновлюваних енергоресурсів для забезпечення стійкості агроєкосистем та підтримання її енергопотенціалу, зокрема при вирощуванні хмелю, сумісне внесення

мінеральних добрив у нормі $N_{160}P_{120}K_{180}$ та органо-мінеральної суміші (гній 23т/га + CaO 4,6 т/га) забезпечує оптимальність як енергетично так і екологічно важливих показників.

ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Перспективність подальших досліджень пов'язана з аналізом витрат антропогенної енергії на вирощування хмелю та визначен-

ням енергетичної ефективності технологій застосування добрив під культуру з урахуванням зміни енергопотенціалу ґрунту.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Годованый А.А. Интенсивная технология возделывания хмеля. Научно-методические рекомендации / А.А. Годованый. — К.: Урожай, 1994. — 40 с.
2. Лико С.М. Енергетична ефективність застосування різних форм фосфорних добрив та структурних меліорацій на осушуваних торфових ґрунтах / С.М. Лико, Т. М. Колесник // Вісник національного університету водного господарства та природокористування. — 2009. — № 1 (45). — С. 40–48.
3. Медведовський О.К. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві / О.К. Медведовський, П.І. Іваненко. — К.: Урожай, 1988. — 208 с.
4. Методические рекомендации по топливно-энергетической оценке сельскохозяйственной техники, технологических процессов и технологий в растениеводстве / ВИМ. — М., 1989. — 9 с.
5. Одум Г. Энергетический базис человека и природы / Г. Одум, Э. Одум; пер. с англ. М. Н. Ароне и др.; под ред. А.П. Огурцова. — М.: Прогресс, 1978. — 379 с.