

Р. М. Василенко, кандидат сільськогосподарських наук
Інститут зрошуваного землеробства НААН

БІОЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ БАГАТОРІЧНИХ АГРОФІТОЦЕНОЗІВ НА ПІВДНІ УКРАЇНИ

У результаті проведених досліджень розглянуті питання біоенергетичної ефективності вирощування багаторічних агрофітоценозів бобових і злакових трав залежно від норм мінеральних добрив в умовах природного зволоження та зрошення. Встановлено основні елементи технологій вирощування, які сприяють зменшенню сукупних витрат енергії на формування врожаю.

Ключові слова: агрофітоценоз, багаторічні трави, біоенергетична ефективність, мінеральні добрива, зрошення.

Інтенсифікація кормовиробництва обов'язково супроводжується послідовним ростом витрат невідновленої енергії. Поряд з традиційним методом економічної оцінки, об'єктивну оцінку дає також універсальний енергетичний метод оцінки потоків антропогенної енергії в агроєкосистемі. Це дає змогу всю різноманітність живої і матеріалізованої праці, відтворювані і не відтворювані ресурси виразити у єдиних порівняльних показниках (у калоріях або джоулях). Розроблені теперішні методики дають можливість визначати як витрачену на вирощування врожаю техногенну енергію, так і зв'язану в ньому біологічну і тим самим знаходити кращі співвідношення цих потоків. Біоенергетична оцінка технологічних процесів доповнює вартісну оцінку і дає змогу більш обґрунтовано визначити технології, що характеризуються меншими витратами енергії і більш високим виходом рослинної продукції [1, 2, 3].

Методика виконання досліджень. Завдання досліджень полягало в проведенні енергетичної оцінки технологічних прийомів вирощування багаторічних кормових агрофітоценозів, як за неполивних умов, так і на зрошенні.

Дослідження щодо відтворення лучної рослинності проводили на землях, виведених з категорії орних в Інституті зрошуваного землеробства НААН. Експериментальну частину – на підприємстві «Пектораль» Нікопольського району Дніпропетровської області в 2004–2008 роках. У розрахунках ефективності технологій використовували наступні види енергетичних ресурсів: упредметнені витрати енергії на машини, устаткування, мінеральні добрива, пестициди і т.д., а також внутрішньогосподарські ресурси – насіння; прямі витрати на ресурси –

енергоносії (нафтопродукти) і електроенергію; енерговитрати на трудові ресурси. Упередметнені витрати енергії при установленому фізичному їх об'ємі переводили в енергетичні показники на основі відповідних еквівалентів.

Для обліку витрат енергії була складена технологічна карта в яку включили всі операції по технології створення, догляду і використання сіяних травостоїв. У поточні витрати включали засоби на проведення догляду за травостоями: регулярне поверхневе внесення мінеральних добрив навесні і після кожного укусу трав, проведення поливів на зрошуваних ділянках, збирання врожаю.

Результати досліджень. Встановлено, що в умовах природної вологозабезпеченості залежно від типу травостою і поживності ґрунту сукупні витрати енергії на створення 1 га сіяних сінокосів коливалися від 4,4 до 6,1 ГДж. При застосуванні високоінтенсивних прийомів агротехніки (внесення мінеральних добрив, проведення поливів) витрати невідновленої енергії на вирощування сіяних травостоїв різко зростають. Найбільші витрати сукупної енергії в степовій зоні припадають на зрошення (16,8–30,6 ГДж/га) та менші займали мінеральні добрива: азотні – 10,4–15,6 ГДж, фосфорні – 2,6–5,2 ГДж/га. Сукупні витрати енергії збільшувались до 29,8–35,1 ГДж/га при поєднанні обох факторів, що досліджували, при вирощуванні багаторічних трав.

Позитивною особливістю використання багаторічних бобових трав є їх екологічність, що визначається азотфіксуючою здатністю та збагаченням ґрунту органічною речовиною, яка утворюється з корневих та стеблових решток. Бобові багаторічні трави в симбіозі з бульбочковими бактеріями фіксують і накопичують у ґрунті близько 100–300 кг/га азоту з повітря, що дає змогу суттєво зменшити внесення дорогих азотних мінеральних добрив. У результаті чого за вирощування бобових трав сукупні витрати зменшуються у 1,7–1,9 та 1,1–1,2 рази – бобово-злакових травосумішей, а значить знижується антропогенне навантаження на агроєкосистему, порівняно із злаковими травостоями, де застосовують мінеральні азотні добрива.

Дослідження показали, що у структурі сукупних витрат за вирощування багаторічних агрофітоценозів найвища частка припадає на зрошення 63–65 % без внесення добрив і 35–41 % за використання мінеральних добрив. При цьому важливо відзначити, що основна частина сукупних витрат припадає в рік сівби та менша їх кількість спостерігається у наступні роки життя використання травосумішей. Завдяки створенню потужного травостою при дотриманні технологічних заходів вирощування рослини упродовж вегетації ефективно використовують поживні речовини з ґрунту на фоні зрошення та забезпечують сталі врожаї при тривалому використанні травостою.

За умов недостатньої вологозабезпеченості у степовій зоні, важливе значення має проведення зрошення, як найбільш ефективного заходу

підвищення валового виходу поживних речовин бобових трав та бобово-злакових травосумішей упродовж років життя. За рахунок використання зрошення у період вегетації вихід сухої речовини зріс на 60,5–76,9 ГДж/га обмінної енергії, а на низьковитратних технологіях він становив 22,9–38,5 ГДж/га (ОЕ). При цьому, прибавка ОЕ складала: люцернового травостою – 76,9 ГДж/га, в т. ч. від зрошення – 38,4, люцерно-злакового – 49,5 і 21,4, злакового – 40,9 і 17,1 ГДж/га. Хоча використання зрошення обумовлюється високими сукупними витратами (12,3–13,1 ГДж/га), але завдяки його проведенню прибавка обмінної енергії становила 41,8–49,9 %.

Одним із ефективних заходів вирощування агрофітоценозів багаторічних трав є внесення мінеральних добрив, механізм дії яких, суттєво підвищується при проведенні зрошення. Так, на люцерновому травостої прибавка обмінної енергії становила 4,6 ГДж/га, люцерно-злаковому – 26,7–34,8 та 26,6–36,0 ГДж/га злаковому травостої. Сумісне використання зрошення та мінеральних добрив забезпечує приріст 75,7 і 78,0 % від використаної сукупної енергії.

Отже, в міру підвищення доз азотних добрив (з N_{120} до N_{180} на злакових і бобово-злакових травостоях) через їх високу енергоємність спостерігається часткове зниження ефективності використання техногенної енергії на виробництво кормів в умовах зрошення. За комплексом цих факторів визначали енергетичну ефективність витраченої енергії за виходом біологічної енергії врожаю. На бобових травостоях (люцерна посівна) вихід валової енергії складав 178,8 ГДж/га, обмінної – 93,0 ГДж/га. Люцерно-злакова травосуміш забезпечила найвищий вихід енергії: валової – 178,3–199,8 і 92,7–103,8 ГДж/га обмінної енергії. Їй трохи поступилася злакова травосуміш, де одержали – 161,5–185,1 ГДж/га валової та 83,2–95,0 ГДж/га обмінної енергії (табл.).

За природного зволоження рослин витрати сукупної енергії забезпечили невисокі показники біологічної енергії. Наприклад, на люцерновому травостої прибавка обмінної енергії на варіанті без зрошення складала 38,5 ГДж/га, люцерно-злаковому – 28,1, злаковому – 23,8 ГДж/га. Коефіцієнт енергетичної ефективності (КЕЕ) відповідно становив 9,3, 5,1 і 4,8.

Показники валової енергії перевищують витрати сукупної енергії у 11,7–17,8 рази на бобових та у 9,4–9,9 рази на злакових і бобово-злакових травостоях та обмінної енергії відповідно у 6,1–9,3 і 4,8–5,1 рази. Витрати сукупної енергії на створення 1 га сіяних сінокосів або пасовищ при екстенсивній технології складають від 4,4 до 6,1 ГДж. При застосуванні високовитратних елементів технології (зрошення, удобрення) витрати не відновлюваної енергії на організацію трав'яних фітоценозів різко підвищились і сягли 20,4 ГДж/га на бобових та до 36,8–37,6 ГДж/га на злакових і бобово-злакових травостоях.

Показники енергетичної оцінки вирощування багаторічних агрофітоценозів залежно від умов вологозабезпеченості та рівня удобрення (у середньому за п'ять років досліджень)

Багаторічні трави і травосуміші	Умови зволоження	Дози добрив	Затрати сукупної енергії, ГДж/га	Вихід сухої речовини, т/га	Вихід енергії з 1 га, ГДж		Приріст енергії з 1 га, ГДж		ЕК	КЕЕ
					валової	обмінної	валової	обмінної		
Люцерна посівна	Природні	0	4,4	3,77	78,5	40,8	74,1	38,5	17,8	9,3
	Зрошення	0	19,3	8,32	169,1	87,9	149,8	76,9	8,8	4,6
		P ₆₀	20,4	8,80	178,8	93,0	158,4	81,5	8,8	4,6
Еспарцет піщаний	Природні	0	4,8	2,77	56,2	29,2	51,4	26,7	11,7	6,1
	Зрошення	0	13,5	5,70	115,7	60,2	102,2	53,1	8,6	4,5
		P ₆₀	14,4	5,96	121,0	62,9	106,6	55,4	8,4	4,4
Козлятник східний	Природні	0	4,5	2,45	48,6	25,3	44,1	22,9	10,8	5,6
	Зрошення	0	19,5	7,07	140,2	72,9	120,7	60,6	7,2	3,7
		P ₆₀	20,3	7,11	141,1	73,6	120,8	60,7	7,0	3,6
Злаки: стоколос безостий + грястиця збірна	Природні	0	5,5	2,60	51,7	26,6	46,2	23,8	9,4	4,8
		N ₃₀	8,7	3,60	71,6	37,2	62,9	32,7	9,4	4,3
		N ₆₀	11,7	4,19	83,3	43,3	71,6	37,4	7,1	3,7
	Зрошення	0	19,7	5,01	99,2	51,6	79,5	40,9	5,0	2,6
		N ₁₂₀	30,9	8,32	161,5	83,2	130,6	67,3	5,2	2,7
		N ₁₈₀	36,8	9,34	185,1	95,3	148,3	76,4	5,0	2,6
Люцерна + злаки	Природні	0	6,1	3,04	60,2	31,3	54,1	28,1	9,9	5,1
		N ₃₀	9,2	3,86	76,4	39,7	67,2	35,2	8,3	4,3
		N ₆₀	12,1	4,44	87,9	45,7	75,8	39,3	7,3	3,8
	Зрошення	0	20,9	5,86	116,0	60,3	95,1	49,5	5,6	2,9
		N ₁₂₀	31,7	8,96	178,3	92,7	146,6	76,2	5,6	2,9
		N ₁₈₀	37,6	10,05	199,8	103,8	162,2	84,3	5,3	2,8
Козлятник + злаки	Природні	0	5,8	2,30	43,5	22,6	37,7	19,6	7,5	3,9
		N ₃₀	9,0	3,32	60,9	31,7	51,8	27,0	6,8	3,5
		N ₆₀	11,8	3,63	68,6	35,7	56,8	29,5	5,8	3,0
	Зрошення	0	19,1	4,70	88,8	46,2	69,7	36,2	4,6	2,4
		N ₁₂₀	30,9	7,63	144,6	75,2	113,7	59,1	4,7	2,4
		N ₁₈₀	36,9	8,67	163,9	85,2	127,0	66,0	4,4	2,3

На основі аналізу отриманих даних можна зробити висновок, що технології вирощування багаторічних трав з високими витратами сукупної енергії, мають тенденцію до зниження енергетичної ефективності. Так, на бобових травостоях енергетичний коефіцієнт (K_e) зменшився з 11,7–17,8 до 8,4–8,8 ГДж/га, а коефіцієнт енергетичної ефективності (K_{ee}) з 6,1–9,3 до 4,4–4,6 ГДж/га. На злакових і бобово-злакових травосумішах при застосуванні таких технологічних заходів, як зрошення і удобрення травостоїв показники відповідно зменшилися з 9,4–9,9 до 5,2–5,6 ГДж/га та з 4,8–5,1 до 2,7–2,9 ГДж/га. За енергетичною ефективністю злакові травостої помітно поступалися бобовим і бобово-злаковим травостоям при застосуванні зрошення і удобрення.

Висновки. Встановлено, що в степовій зоні організація бобових і бобово-злакових травостоїв забезпечує створення ресурсозберігаючих технологій виробництва дешевих і високопоживних кормів на землях виведених з інтенсивного обробітку та зменшення витрат сукупної енергії в 1,2–2,8 рази, порівняно з злаковими травостоями завдяки економії високовитратних азотних добрив.

Бібліографічний список

1. *Зотов А. А.* Агроенергетическая оценка создания сеяных травостоев / А. А. Зотов, Д. М. Тебердиев, З. Ш. Шамсутдиев // Кормопроизводство. – М. – 2002. – № 2. – С. 13–15.
2. *Квітко Г. П.* Адаптивні енергоощадні технології вирощування багаторічних бобових трав на корм в умовах Лісостепу Правобережного / Г. П. Квітко, І. М. Брунь // Корми і кормовиробництво. – Міжв. тем. наук. зб. – Вінниця, 2010. – Вип. 66. – С. 78–82.
3. *Тарарико Ю. О.* Енергетична оцінка систем землеробства і технологій вирощування сільськогосподарських культур / Ю. О. Тарарико, О. Е. Несмашна, Л. Д. Глущенко. – Методичні рекомендації. – М., 2005. – № 4. – С. 16–17.

Надійшла до редколегії 18. 04. 2017 р.

Рецензент Н. Я. Гетман, доктор сільськогосподарських наук