

УДК: 631.81.620.952

ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ АГРОТЕХНОЛОГІЙ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ ЗЕРНОБУРЯКОВОЇ СІВОЗМІНИ

ІВАНІНА В.В.,

кандидат сільськогосподарських наук, завідуючий відділом агротехніки Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН

Вступ. В умовах сучасного землеробства досить актуальними стають питання, пов’язані з мінімалізацією енергетичних витрат при вирощуванні сільськогосподарської продукції. Як вважає ряд дослідників, сучасні агротехнології мають забезпечити енергетичну стабільність ґрунтів, тим самим зберігаючи їх енергетичний потенціал для майбутніх поколінь, і досягти за цих умов мінімальних енергетичних витрат на отримання одиниці продукції [1, 5].

Найбільш вагомим елементом агротехнологій, який впливає на перебіг енергетичних потоків в агроекосистемах, регулює інтенсивність процесів фотосинтезу, визначає їх енергетичну та економічну ефективність є система удобрення. Вибір системи удобрення дозволяє нормативи обсяги надходження енергії в ґрунт, впливає на її перерозподіл та зберігання. Формування сталих зasad агрономічного виробництва сьогодні неможливе без запровадження енергоощадних і екологічно-спрямованих систем удобрення, які забезпечують енергетичну стабільність агроекосистем [3, 4, 6].

Метою наших досліджень було вивчення енергетичної ефективності агротехнологій вирощування культур в умовах зернобурякової сівоміні за різних систем удобрення.

Матеріали і методика досліджень. Дослідження проводили в умовах стаціонарного досліду (1996-2010 рр.). Верхняцької дослідно-селекційної станції, зона нестійкого зваження Лісостепу України.

Грунт дослідного поля характеризується такими фізико-хімічними й агротехнічними показниками: вміст гумусу за Тюріним – 3,0-3,6%; гідролітична кислотність за Каппеном – 2,20-3,80 мг-екв./100 г ґрунту; сума увібраних основ за Каппеном-Гільковіцем – 28,0-30,0 мг-екв./100 г ґрунту; лужногідролізованого азоту за Корнфільдом – 100-120 мг/кг ґрунту; вміст

рухомого фосфору та обмінного калію за Чирковим – відповідно, 90-140 та 70-100 мг/кг ґрунту.

Чергування культур у плодозмінній зернобуряковій сівоміні (30% просапливих, 60% зернових, 20% кормових): ячмінь+конюшина – конюшина – пшениця озима – буряки цукрові – горох – пшениця озима – кукурудза на зерно – вико-овес – пшениця озима – буряки цукрові. У ґрунт зароблялась побічна продукція усіх культур, крім ячменю ярого, конюшини та вико-вівса. Система удобрення культур подана в таблиці 1.

Площа облікової ділянки – 100 м²; повторність – триразова. Агротехніка вирощування культур – загальноприйнята для даної зони.

Енергетичну ефективність агротехнологій розраховували за методикою О.К. Медведовського [2].

Результати досліджень та їх обговорення. В дослідженнях, які проводились в умовах зернобурякової сівоміні за основу енергетичної оцінки агротехнологій було взято коефіцієнт енергетичної ефективності (Кее), який є узагальнюючим показником і відображає співвідно-

Таблиця 1.

№ вар.	Внесено на 1 га сівомінної площи	Показник	Одиниця вимірю	Ячмінь ярий 1996-2001 рр.			Конюшина 1997-2002 рр.			Пшениця озима 1998-2003 рр.			Буряки цукрові 1999-2004 рр.			Горох 2000-2005 рр.			Пшениця озима 2001-2006 рр.			Кукурудза на зерно 2002-2007 рр.			Вико-овес 2003-2008 рр.			Пшениця озима 2004-2009 рр.			Буряки цукрові 2005-2010 рр.			В середньому на 1 га сівоміні				
				Енергоємність врожаю	ГДж/га	80,5	68,2	102,1	187,0	60,7	109,6	157,9	71,6	115,1	161,3	111,4	Енерговитрати на 1 га	ГДж/га	14,6	9,3	16,1	24,1	13,1	17,2	21,6	11,4	18,1	22,1	16,8	Kee		5,5	7,3	6,3	7,8	4,6	6,4	7,3
1	Без добрив	Енергоємність врожаю	ГДж/га	103,4	71,3	118,0	234,2	65,3	139,6	178,6	83,3	150,6	233,9	137,8																								
		Енерговитрати на 1 га	ГДж/га	17,1	9,6	24,2	44,5	13,8	27,5	32,2	12,2	28,9	44,4	25,4																								
		Kee		6,0	7,4	4,9	5,3	4,7	5,1	5,5	6,8	5,2	5,3	5,4																								
2	$N_{50}P_{42,5}K_{50}$	Енергоємність врожаю	ГДж/га	117,7	75,2	121,0	243,2	68,6	138,4	180,8	86,0	150,0	241,3	142,2																								
		Енерговитрати на 1 га	ГДж/га	17,9	10,1	24,0	46,7	13,9	26,7	32,6	13,2	28,7	45,8	26,0																								
		Kee		6,6	7,4	5,0	5,2	4,9	5,2	5,5	6,5	5,2	5,3	5,5																								
3	$P_{50} + N_{50}P_{42,5}K_{50}$	Енергоємність врожаю	ГДж/га	117,1	77,0	123,8	243,0	70,0	141,0	183,3	87,4	149,4	253,4	144,5																								
		Енерговитрати на 1 га	ГДж/га	17,9	10,3	26,4	63,3	14,2	29,6	51,5	13,5	28,6	67,1	32,2																								
		Kee		6,5	7,5	4,7	3,8	4,9	4,7	3,5	6,5	5,2	3,8	4,5																								
5	$12\ t/га\ gno + N_{50}P_{42,5}K_{50}$	Енергоємність врожаю	ГДж/га	112,1	73,3	117,8	223,6	71,2	135,8	177,1	93,2	141,6	210,7	135,6																								
		Енерговитрати на 1 га	ГДж/га	17,3	9,8	23,7	39,9	14,6	25,6	36,3	14,0	21,8	37,8	24,1																								
		Kee		6,5	7,5	5,0	5,6	4,9	5,3	4,9	6,7	6,5	5,6	5,6																								
12	$12\ t/га\ gno + побічна продукція$	Енергоємність врожаю	ГДж/га	112,1	73,3	117,8	223,6	71,2	135,8	177,1	93,2	141,6	210,7	135,6																								
		Енерговитрати на 1 га	ГДж/га	17,3	9,8	23,7	39,9	14,6	25,6	36,3	14,0	21,8	37,8	24,1																								
		Kee		6,5	7,5	5,0	5,6	4,9	5,3	4,9	6,7	6,5	5,6	5,6																								

шення енергоємності врожаю до витрат енергії на його отримання. Проведені розрахунки свідчать, що, в середньому по сівоміні, найбільш високий коефіцієнт енергетичної ефективності був у варіанті без добрив – 6,6, змінюючись від 4,6 під горохом до 7,8 під цукровими буряками. Серед культур сівоміні цукрові буряки відзначались найвищою здатністю до акумуляції сонячної енергії. Енергоємність врожаю цієї культури по ланках сівоміни коливалася в межах 161,3–187,0 ГДж/га, що, порівняно з кукурудзою на зерно, було більше на 3,4–29,1 ГДж/га, озимою пшеницею – 59,2–71,9 ГДж/га (табл. 1).

Застосування добрив забезпечило зростання енергоємності врожаю вирощуваних культур, порівняно з контролем, в середньому по сівоміні на 24,2–32,8 ГДж/га, при цьому технологічні витрати зросли на 7,3–15,4 ГДж/га.

Внесення добрив було енергетично економічно виправданим, однак ефективність енергетичної віддачі від їх застосування була різною і залежала від системи удобреньня.

Енергетичний аналіз показав, що за мінеральної системи удобреньня ($N_{50}P_{42,5}K_{50}$ на 1 га сівомінної площині) енергоємність урожаю, в середньому по зернобуряковій сівоміні, порівняно з контролем, зростала на 26,4 ГДж/га, енерговитрати – на 8,8 ГДж/га сівомінної площині. На один ГДж додаткових енерговитрат на внесення мінеральних добрив приріст енергоємності врожаю в середньому по сівоміні становив 3 ГДж. При цьому коефіцієнт енергетичної ефективності агротехнології, порівняно з контролем, знизився на 1,2.

Найбільш енергозатратними були культури, під які мінеральні добрива вносили безпосередньо: цукрові буряки – 44,5 ГДж/га, кукурудза на зерно – 32,2 ГДж/га, озима пшениця – 24,2–28,9 ГДж/га. Коефіцієнт енергетичної ефективності, порівняно з контролем, знизився в цукрових буряках – на 2,0–2,5, кукурудзи на зерно – 1,8, озимої пшениці – 1,3–2,4, що можна пояснити більш швидким зростанням технологічних енерговитрат, порівняно з темпами росту енергії врожаю. Під іншими культурами сівоміні, які використовували післядію добрив, коефіцієнт енергетичної ефективності залишився досить високим, зберігаючи зростання на 0,1–0,5.

Неоднозначний вплив на енергетично ефективність агротехнологій мали органо-мінеральні системи удобреньня. Запровадження традиційної органо-мінеральної системи (12 т/га гною + $N_{50}P_{42,5}K_{50}$) суттєво збільшило енерговитрати на внесення гною. Порівняно з мінеральною системою удобреньня, енерговитрати в середньому по сівоміні зросли на 6,8 ГДж/га і становили 32,2 ГДж/га сівомінної площині. Натомість енерговіддача від внесення органічних добрив залишалась низькою і становила 0,9 ГДж приrostу енергії врожаю на один ГДж енерговитрат.

Серед культур сівоміні за традиційної органо-мінеральної системи удобреньня найменшу енергетичну ефективність мали цукрові буряки та кукурудза на зерно. Додаткове внесення під ці культури 40 т/га гною, порівняно з міне-

ральною системою удобреньня, збільшило енерговитрати на цукрових буряках на 18,8–22,7, кукурудзі на зерно – 19,3 ГДж/га і обумовило зниження коефіцієнтів енергетичної ефективності, відповідно, на 1,5 та 2,0. Культури, які використовували післядію добрив, зберігали зростання коефіцієнта енергетичної ефективності: ячміні ярий – на 1,0, конюшина – на 0,2, горох – на 0,3, вико-овес – на 0,1.

Виправданім і достатньо ефективним у зернобуряковій сівоміні було застосування альтернативної органо-мінеральної системи удобреньня (побічна продукція + $N_{50}P_{42,5}K_{50}$). Заорювання в якості органічного добрива всієї побічної продукції на фоні внесення мінеральних добрив $N_{50}P_{42,5}K_{50}$ на 1 га сівомінної площині мало високий енергетичний ефект. Незначне зростання енерговитрат, порівняно з мінеральною системою удобреньня (на 0,6 ГДж/га сівомінної площині), зумовлене, в основному, витратами на збирання додаткового врожаю та супроводжується ростом енергоємності врожаю в середньому по сівоміні на 4,4 ГДж/га. Енерговіддача від заорювання побічної продукції становила 7,3 ГДж приросту енергії врожаю в середньому по сівоміні на один ГДж енерговитрат.

Альтернативна органо-мінеральна система, порівняно з мінеральною системою удобреньня, сприяла покращенню енергетичної ефективності вирощування усіх культур сівоміні. Так, культури, які в сівоміні використовували пряму дію мінеральних добрив (цукрові буряки, кукурудза на зерно, озима пшениця), мали ріст енергоємності врожаю співставний зростанню енерговитрат. При цьому коефіцієнт енергетичної ефективності мав тенденцію до зростання в межах 0,1. Культури, які за альтернативної системи удобреньня використовували післядію добрив, збільшували енергоємність врожаю більш швидкими темпами, ніж зростали енерговитрати. Сприяло цьому покращення умов мінерального живлення в результаті мінералізації побічної продукції і, як наслідок, зростання продуктивності

культур, яке, в свою чергу, не супроводжувалось значним ростом енерговитрат. Коефіцієнт енергетичної ефективності вирощування ярого ячменю зріс, порівняно з мінеральною системою удобреньня, на 0,6, гороху – на 0,2, вико-овеса – на 0,2.

Достатньо ефективною була альтернативна органічна система удобреньня. Заорювання усієї побічної продукції культур зернобурякової сівоміні на фоні внесення 12 т гною на 1 га сівомінної площині збільшувало коефіцієнт енергетичної ефективності агротехнологій, порівняно з мінеральною системою удобреньня, в середньому по сівоміні на 0,2, органо-мінеральними системами удобреньня – на 0,2–0,7. Однак, така система удобреньня обумовила значне падіння показників продуктивності сівоміні. Енергоємність урожаю в середньому по сівоміні за альтернативної органічної системи удобреньня була нижчою, порівняно з мінеральною – на 2,1, органо-мінеральними – на 6,5–8,8 ГДж/га сівомінної площині.

Висновки. Найбільш енергетично ефективною системою удобреньня культур зернобурякової сівоміні, яка забезпечила високу продуктивність сівоміні (142,2 ГДж/га сівомінної площині) на фоні помірних енерговитрат (26,0 ГДж/га сівомінної площині), була альтернативна органо-мінеральна система удобреньня (побічна продукція + $N_{50}P_{42,5}K_{50}$). Коефіцієнт енергетичної ефективності – 5,5.

Запровадження мінеральної системи удобреньня ($N_{50}P_{42,5}K_{50}$ на 1 га сівомінної площині) знижувало продуктивність сівоміні до 137,8 ГДж/га сівомінної площині, зберігаючи енерговитрати на рівні 25,4 ГДж/га сівомінної площині. Коефіцієнт енергетичної ефективності – 5,4.

Використання традиційної, на основі гною, системи органо-мінерального удобреньня (12 т/га гною + $N_{50}P_{42,5}K_{50}$) не забезпечило значного росту продуктивності сівоміні (144,5 ГДж/га сівомінної площині), натомість різко збільшило енерговитрати (32,2 ГДж/га сівомінної площині), що привело до падіння коефіцієнта енергетичної ефективності – 4,5.

Бібліографія

- Бука А.Я. Енергетична оцінка застосування добрив у Лівобережному Лісостепу / А.Я. Бука, А.В. Дружченко // Вісник аграрної науки. – 2002. – № 3. – С. 13–15.
- Медведовський О.К. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві / О.К. Медведовський, П.І. Іваненко. – К.: Урожай, 1988. – 205 с.
- Польовий В.М. Оптимізація систем удобреньня в сучасному землеробстві / В.М. Польовий. – Рівне: Волинські обереги, 2007. – 320 с.
- Сінченко В.М. Ефективність сучасного землеробства на основі його енергетичного балансу / В.М. Сінченко // Вісник аграр. науки. – 2004. – № 11. – С. 14–17.
- Тарарико Ю.А. Формування устойчивих агрозкосистем / Ю.А. Тарарико. – К.: ДІА, 2007. – 560 с.
- Цвей Я.П. Біоенергетична оцінка продуктивності різноворотаційних сівоміні / Я.П. Цвей // Збірник наукових праць ІБКЦБ. – 2011. – Вип. 12. – С. 46–55.

Анотація

Проведено енергетичну оцінку агротехнологій вирощування культур зернобурякової сівоміні залишено від систем удобреньня. Встановлено високу енергетичну ефективність альтернативної органо-мінеральної системи удобреньня, яка передбачає внесення мінеральних добрив ($N_{50}P_{42,5}K_{50}$) на фоні заорювання усієї побічної продукції рослин.

Аннотация

Проведено энергетическую оценку агротехнологий выращивания культур зернобуряково-севооборота в зависимости от систем удобрений. Установлена высокая энергетическая эффективность альтернативной органоминеральной системы удобрений, которая предусматривает внесение минеральных удобрений ($N_{50}P_{42,5}K_{50}$) на фоне запахивания всей побочной продукции растений.

Annotation

Energy estimation of agrotechnologies in grain-beet crop rotation is carried out. The high energy effectiveness of an alternative organic-mineral fertilization system including $N_{50}P_{42,5}K_{50}$ against the background of ploughed-in crop residues was proved.