

УДК: 633.282:631.559

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ СТИМУЛЯТОРІВ І РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ БІОМАСИ МІСКАНТУСУ В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**В. М. КАТЕЛЕВСЬКИЙ**, науковий співробітник,<https://orcid.org/0000-0001-5558-2181>

E-mail: valerijkatelevskij_2020@ukr.net

М. Я. ГУМЕНТИК, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, <https://orcid.org/0000-0001-9052-9650>

E-mail: hmy@ukr.net

В. С. БОНДАР, кандидат економічних наук, старший науковий співробітник

E-mail: org.sugarbeet@ukr.net

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України<https://doi.org/10.31548/dopovidi2021.05.008>

***Анотація.** Приведено показники економічної ефективності вирощування біомаси міскантусу для виробництва твердих видів біопалива. Обчислено коефіцієнт енергетичної ефективності, як відношення затраченої енергії до отриманої.*

Метою роботи було провести оцінку ефективності використання стимуляторів і регуляторів росту рослин «Вимпел-К» і «Квантум - Голд» під час вирощування біомаси міскантусу в умовах лівобережного Лісостепу України.

***Результати.** Окупність витрачених коштів починається з третього року збору урожаю культури, а валовий дохід після четвертого року вегетації міскантусу становив 392,9 тис. грн га. Найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності, обчислений за урожаєм першого року вегетації, був у варіантах: одинарної й подвійної дози NPK за одно та дворазової обробки препаратом Вимпел-К і становив 4,2...4,4. Рівень рентабельності в цих варіантів був найбільшими і становив 345,3 і 341,4 %.*

Запропонований новий елемент технології – замочування ризом перед посадкою в регулюючих і стимулюючих препаратах Квантум Голд і Вимпел-К є економічно виправданим.

Окупність вкладених коштів після реалізації урожаю біомаси міскантусу попереднього року за використання цих технологічних прийомів починалася з третього року вегетації.

***Ключові слова:** біоенергетика, міскантус, біомаса, регулятори росту, технологія обробки і вирощування, економічна ефективність, вихід енергії*

Вступ. Зростання цін на альтернативних видів енергії на традиційні викопні види палива та основі біомаси високопродуктивних пов'язані з ними екологічні проблеми біоенергетичних культур. Окремі зумовили розвиток виробництва європейські країни вже досягли

Кателевський В. М., Гументик М. Я., Бондар В. С. заміщення 40 % викопних видів палива на біологічні в той час як ринок енергетичних рослин в Україні почав розвиватися лише в останні роки і на сьогодні становить 3,5 % від загального обсягу спожитої енергії (Роїк та ін; 2019; Бондар та ін, 2018). Площі посадки й посіву біоенергетичних культур як сировини для виробництва біопалива зростають і на сьогодні становить майже 3 тис. га (Гументик, 2018; Дячук, та ін., 2017) Водночас технічне, технологічне, особливо економічне обґрунтування вирощування біоенергетичних рослин значно відстає. Особливо це стосується такої найбільш поширеної високопродуктивної біоенергетичної культури, як міскантус гігантського, яка за нових екологічно безпечних технологій може значно наростити свою біомасу, досягти високого рівня виходу енергії з 1 га в перерахунку на ГДж і значного економічного ефекту (Роїк та ін., 2019; Курило та ін, 2012).

Матеріали, умови та методика проведення досліджень.

Дослідження їх із застосування нових препаратів і визначення рівня економічної ефективності під час вирощування міскантусу гігантського проводили упродовж 2016-2019 рр. у Веселоподільській ДСС Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків (ІБКіЦБ НААН). Ґрунтовий покрив представлений чорноземом типовим слабосолонцюватим малогумусним середньосуглинковим.

Потужність гумусового горизонту коливається від 35 до 45 см. з умістом гумусу від 3,6 до 4,2 %. Уміст нітратного азоту становить 22-24 мг/кг ґрунту, рухомих форм фосфору 26-29, калію 114-150 мг./кг ґрунту. Структура орного шару пилувата-грудочко-зерниста. Ґрунт добре забезпечений поживними елементами живлення, має задовільну родючість. Реакція ґрунтового розчину орного шару слабколужна, ближча до нейтральної (рН 7,2-7,4). Гідролітична кислотність ґрунтового розчину орного шару 0,37-0,39 мг-екв. на 100 г ґрунту. У роботі використано дві двох факторні схеми польових досліджень. Схемами досліджень передбачено проаналізувати дію і взаємодію двох чинників на урожайність міскантусу.

Перший дослід: «А» – норми внесення добрив; «В» – позакореневе одноразове і дворазове підживлення, *чинник А:* 1) без добрив; 2) $N_{30}P_{30}K_{30}$; 3) $N_{60}P_{60}K_{60}$; *чинник В:* 1) без обробки; 2) одноразова обробка: а) у розчині препарату Квантум Голд, б) у розчині препарату Вимпел-К; дворазова обробка: а) у розчині препарату Квантум Голд, б) у розчині препарату Вимпел-К.

Другий дослід: «А» – замочування посадкового матеріалу; «В» - позакореневе одноразове і дворазове підживлення, *чинник «А»:* 1) без замочування; 2) у розчині препарату Квантум Голд, 3) у розчині препарату Вимпел-К; *чинник «В»:* 1)

Кателевський В. М., Гументик М. Я., Бондар В. С. без обробки; 2) одноразова обробка: а) у розчині препарату Квантумом Голд, б) у розчині препарату Вимпел-К; дворазова обробка: а) у розчині препарату Квантум Голд, б) у розчині препарату Вимпел-К.

У польових дослідженнях були використані мінеральне добриво нітроамофоска (Українська $N_{15}P_{15}K_{15}$), універсальне комплексне рідке мікродобриво Квантум Голд, що містить чотири макроелементи та сім мікроелементів, фітогормони ауксинового типу 3 г/л, гумінові речовини та амінокислоти, універсальний препарат Вимпел-К, що містить поліетиленоксиди – 770 г/л та бурштиново-гуматний комплекс – 33 г/л. Повторність досліду триразова. Розміщення варіантів - за систематичною схемою. Площа облікової ділянки 50 м², загальна 300 м². Дослідження проводили на малопродуктивних ґрунтах, попередником був пар. Наприкінці серпня механічним та хімічним способами ділянку очищали від небажаних рослин (бур'янів). У вересні проводили основний обробіток ґрунту та вирівнювання поверхні поля, ранньою весні прикрили вологу, та перед самим висаджуванням провели один передсадивний обробіток ґрунту. Внесення мінеральних добрив відбулося перед самим садінням ризом за схемою досліджень. У першій-третьій декадах квітня, залежно від настання фізичної стиглості ґрунту,

посадковий матеріал міскантусу гігантського сорту Осінній зорецвіт (ІБКіЦБ НААН України) висаджували на глибину 8-10 см. з густиною 15 тис. шт./га. Погодні умови в роки досліджень відрізнялися за кількістю опадів, за середньомісячною температурою повітря. Якщо у 2016 р. зареєстрована надмірна кількість опадів за вегетаційний період у кількості 392 мм. тоді як у 2017-2018 рр. їх відчутно не вистачало, але, загалом, в Лівобережній частині Лісостепу України погодні умови були сприятливими для вирощування міскантусу гігантського. Під час проведення досліджень використовували традиційні методи Excel 10, STATISTICA 12. Урожайність біомаси встановлювали електронними вагами з точністю до 1 г. Економічні характеристики обраховували з використанням технологічних та методичних підходів, розроблених в ІБКіЦБ НААН України (Роїк, та ін, 2019; Дрига, 2017).

Викладення основних результатів дослідження. Виробничі витрати на вирощування міскантусу в різних країнах були на рівні 40-50 € / т. сухої речовини (McKervey Z., Woods V, and other, 2008). Відомо, що вирощування «додаткового» урожаю внаслідок застосування нових елементів технології вирощування культури супроводжується зростаючими вкладаннями енергії,

Кателевський В. М., Гументик М. Я., Бондар В. С. тому необхідно знати баланс витраченої і отриманої енергії. Значна частина енергозатрат припадає на обробіток ґрунту, забезпечення ризомами, паливно-мастильними матеріалами, добривами, хімічними засобами боротьби із бур'янами, транспортування біомаси. Тому енергія, витрачена на вирощування міскантусу гігантського, має бути меншою, ніж отримана енергія внаслідок переробки біомаси на паливо. (Ruan Stewart, 2009; Kharitonov M, and other, 2019).

Проведена економічна оцінка досліджуваних чинників і досліджено їх вплив на економічні показники. У табл. 1 наведено економічну ефективність внесення мінеральних добрив та позакореневого підживлення міскантусу гігантського впродовж чотирьох років.

У першому-четвертому роках вегетації валовий дохід на контрольному варіанті (без добрив і обробкою водою) був найменшим (від 27,0 до 297,2 тис. грн), тобто всі інші варіанти давали дохід різної величини: у першому - 29,0 до 49,1; у другому – від 54,0 до 98,2; у третьому – від 161,9 до 294,7; у четвертому – від 322,6 до 378,0 тис. грн. За ці роки

найбільша різниця між витратами і валовим доходом була найбільшою у варіанті без добрив, але за одноразового підживлення розчином препарату Квантум Голд. Ця різниця становила відповідно по роках 24,3; 48,7; 146,1; 80,8 тис. грн. Необхідно зазначити, що на четвертому році різниця у 80,8 тис. грн між валовим доходом на контролі і варіантами без добрив з дворазовим підживленням Вимпелом-К, на фоні $N_{30}P_{30}K_{30}$ і $N_{60}P_{60}K_{60}$ та одно- дворазовою обробкою цим же препаратом була такою ж. У другому і третьому роках вегетації витрати були однаковими (по 1,9 тис. грн.), а у четвертому – вони знизилися до 0,8 тис. грн, тобто у 2,4 разу, а валовий дохід – зростав. Причому зростання валового доходу відбувалося за рахунок збільшення біомаси, і, відповідно, отриманих розрахунковим способом Гкал/га.

Однак структура фінансових витрат на вирощування міскантусу гігантського упродовж чотирьох років була різною (рис.1). У першому році (2016 р.) переважна частка фінансових витрат (82,9 %) припадала на закупівлю садивного матеріалу (ризом), ціни на який зросли - від 2,8 до 4,9 грн./шт.

Кателевський В. М., Гументик М. Я., Бондар В. С.

1. Фінансові витрати і валовий дохід за вирощуванням міскантусу на різних фонах мінерального удобрення і позакореневого підживлення, тис. грн., ВПДСС, 2016-2019 рр.

Фон удобрення	Препарати і кратність їх внесення	1-й рік				2-й рік				3-й рік				4-й рік			
		Витрати тис. грн./га	Біомаса 1-го р. т./га.	Гкал /га	Валовий дохід тис. грн./га	Витрати тис. грн./га	Біомаса 2-го р. т./га.	Гкал /га	Валовий дохід тис. грн./га	Витрати тис. грн./га	Біомаса 3-го р. т./га.	Гкал /га	Валовий дохід тис. грн./га	Витрати тис. грн./га	Біомаса 4-го р. т./га.	Гкал /га	Валовий дохід тис. грн./га
Без добрив (контроль)	Вода (контроль)	-96,3	1,6	7,1	24,8	-1,9	3,3	14,2	49,5	-1,9	9,8	42,5	148,6	-0,8	19,7	84,9	297,2
	Квантум Голд*	-97,4	3,2	14,0	49,1		6,5	28,1	98,2		19,5	84,2	294,7		25,0	108,0	378,0
	Квантум Голд**	-97,8	2,9	12,4	43,6		5,8	24,9	87,1		17,3	74,7	261,4		23,0	99,4	347,8
	Вимпел-К*	-97,3	1,9	8,3	29,0		3,8	16,6	58,1		11,5	49,8	174,2		22,0	95,0	332,6
	Вимпел-К**	-97,7	2,6	11,1	38,8		5,1	22,2	77,5		15,4	66,5	232,6		25,0	108,0	378,0
N30P30K30	Вода (контроль)	-98,9	1,8	7,7	27,0		3,6	15,4	54,0		10,7	46,3	161,9		22,0	95,0	332,6
	Квантум Голд*	-100,0	2,5	11,0	38,5		5,1	22,0	76,9		15,3	65,9	230,7		25,0	108,0	378,0
	Квантум Голд**	-100,4	2,1	9,0	31,7		4,2	18,1	63,3		12,6	54,3	190,0		25,1	108,6	379,9
	Вимпел-К*	-99,9	2,9	12,5	43,9		5,8	25,1	87,8		17,4	75,3	263,4		25,0	108,0	378,0
	Вимпел-К**	-100,3	3,1	13,2	46,3		6,1	26,4	92,5		18,4	79,3	277,6		25,0	108,0	378,0
N60P60K60	Вода (контроль)	-101,5	2,5	10,7	37,3		4,9	21,3	74,7		14,8	64,0	224,1		25,0	108,0	378,0
	Квантум Голд*	-102,6	2,4	10,4	36,5		4,8	20,9	73,0		14,5	62,6	219,0		24,0	103,7	362,9
	Квантум Голд**	-103,0	2,1	9,2	32,3		4,3	18,4	64,5		12,8	55,3	193,6		24,0	103,7	362,9
	Вимпел-К*	-102,5	2,6	11,4	39,8		5,3	22,8	79,7		15,8	68,3	239,0		25,0	108,0	378,0
	Вимпел-К**	-102,9	3,1	13,4	47,0		6,2	26,8	93,9		18,6	80,5	281,8		25,0	108,0	378,0

Примітка: * - одноразова обробка; ** - дворазова обробка

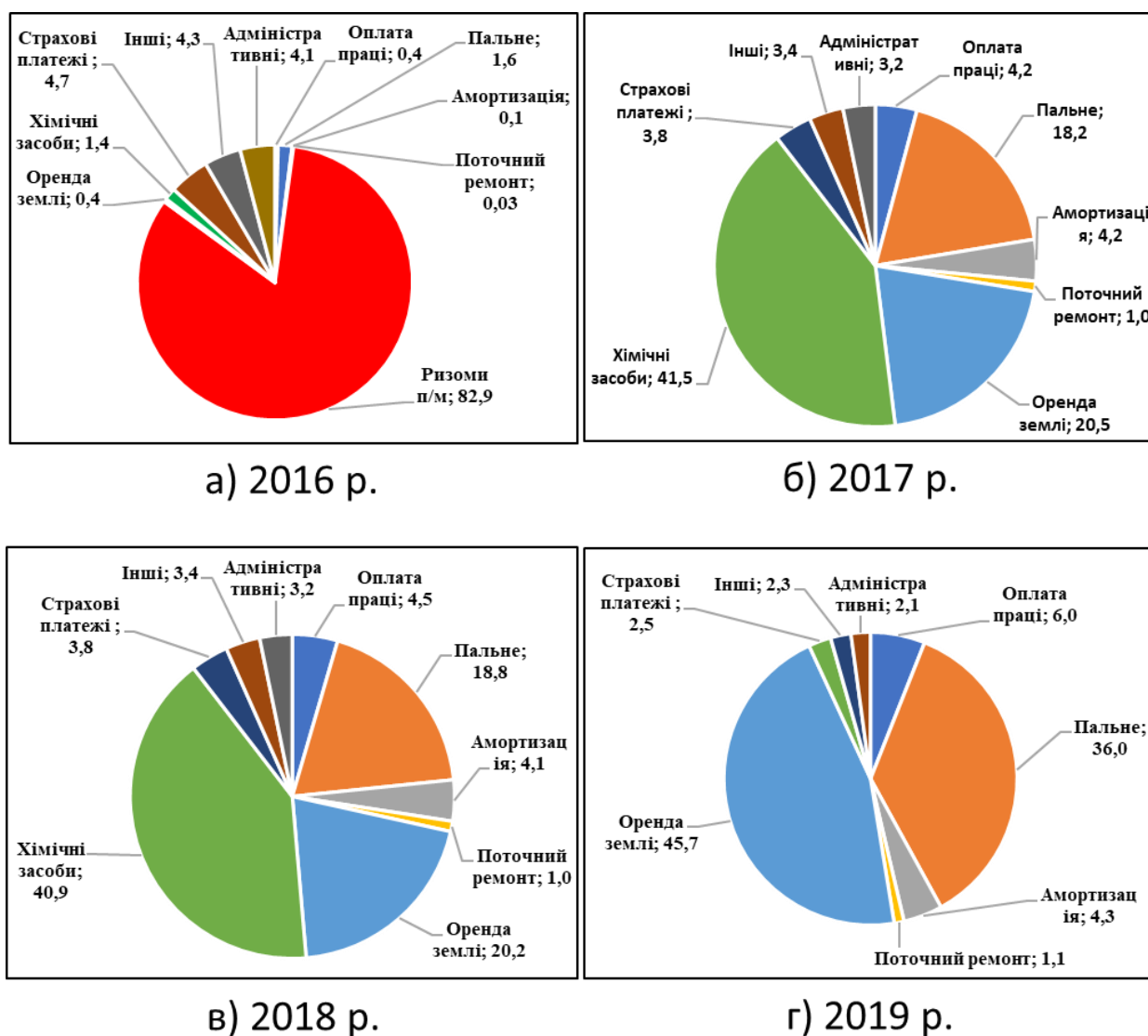


Рис.1. Структура фінансових витрат упродовж чотирьох років вирощування міскантусу гігантського, %, ВПДСС; а) 2016; б) 2017, в) 2018, г) 2019 р.

У 2017-2018 рр. (другий і третій рік вегетації) порівняно з 2016 різко збільшилися витрати на хімічні засоби (стимулятори, регулятори росту, гербіциди і т. і.) з 1,4 у до відповідно 41,5 і 40,9 %. Зросли також і витрати на пальне, оскільки урожай біомаси щорічно збільшувався і необхідним було, окрім технологічних операцій з догляду за рослинами, його збирати і

транспортувати. Щорічні витрати 2016-2018 рр. (адміністративні та страхові платежі, оплата праці, амортизація технічних засобів, поточні ремонти, і т. п.) були порівняно стабільними і змінювалися за їх сумою в межах 15,7...20,1 %. У четвертому році (2019 р.) у структурі витрат найбільшу частку мала оренда землі (45,7 %), у той час як 2-17-2018 рр. вона була вдвічі меншою.

Кателевський В. М., Гументик М. Я., Бондар В. С.

Ґрунтуючись на даних цього дослідження (вплив фонів мінерального удобрення і позакореневого живлення, було обчислено окупність вкладених коштів у вирощування міскантусу гігантського з новими

елементами технології (рис.2). Необхідно зазначити, що збір біомаси культури на цілі біопалива відбувається на кожний наступний рік після її вимерзання з втратою вологи.

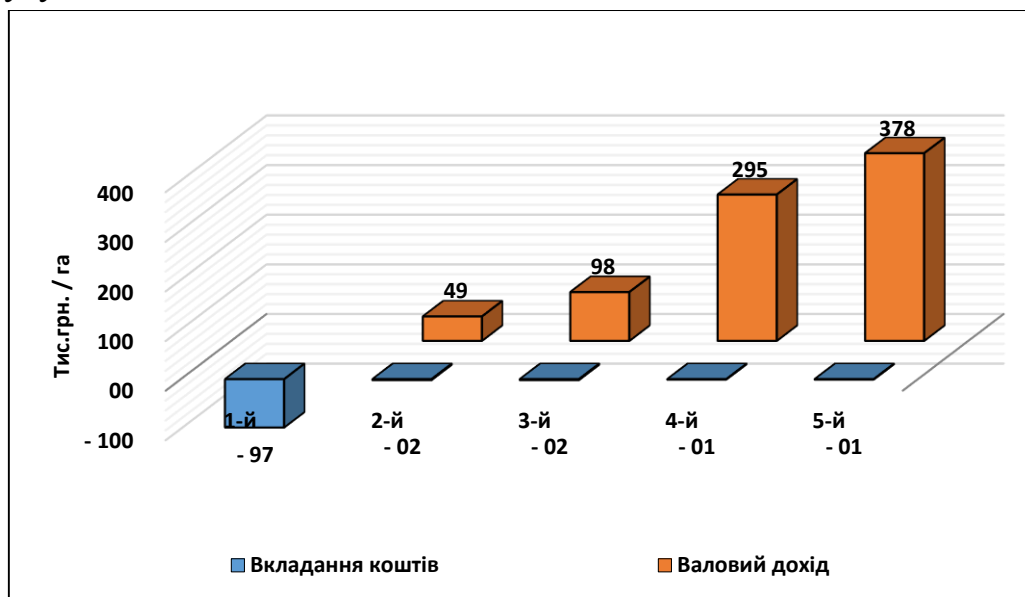


Рис. 2. Окупність вкладених коштів у вирощування міскантусу гігантського, тис. грн., ВПДСС, 2016-2019 рр.

Як видно із рис.2, перший рік є затратним у фінансовому відношенні. У другому році отриманий валовий дохід у 49,1 тис. грн. не «перекриває» вкладення. У третьому році (2018 р.) валовий збір врівноважився з вкладеними коштами (-97,3 та +98,2), однак за сумарним його значенням із двох років перебільшення становило 50,0 тис. грн з одного гектара. За урожаєм біомаси четвертого року отримано валовий дохід 392,9 тис. грн, а сумарне його значення, з огляду на попередні роки – 736,7 тис. грн з 1 га.

Обчислено коефіцієнт енергетичної ефективності як відношення затраченої енергії до отриманої. Він був високим і

коливався за варіантами дослідження за перший рік «життєдіяльності» плантації від 2,6 до 4,4 Гкал.

Найбільший коефіцієнт ефективності спостерігали на варіантах одинарної (одно- і дворазова обробка) та подвійної дози мінерального удобрення за дворазового позакореневого підживлення розчином препарату Вимпел-К – відповідно 4,2, 4,4 та 4,3. Це свідчить про те, що уже за урожаєм біомаси першого року вигідно продавати кінцеву продукцію (енергію, Гкал). Це підтверджено розрахунками економічної ефективності реалізованої енергії за чотири роки досліджень кращих варіантів.

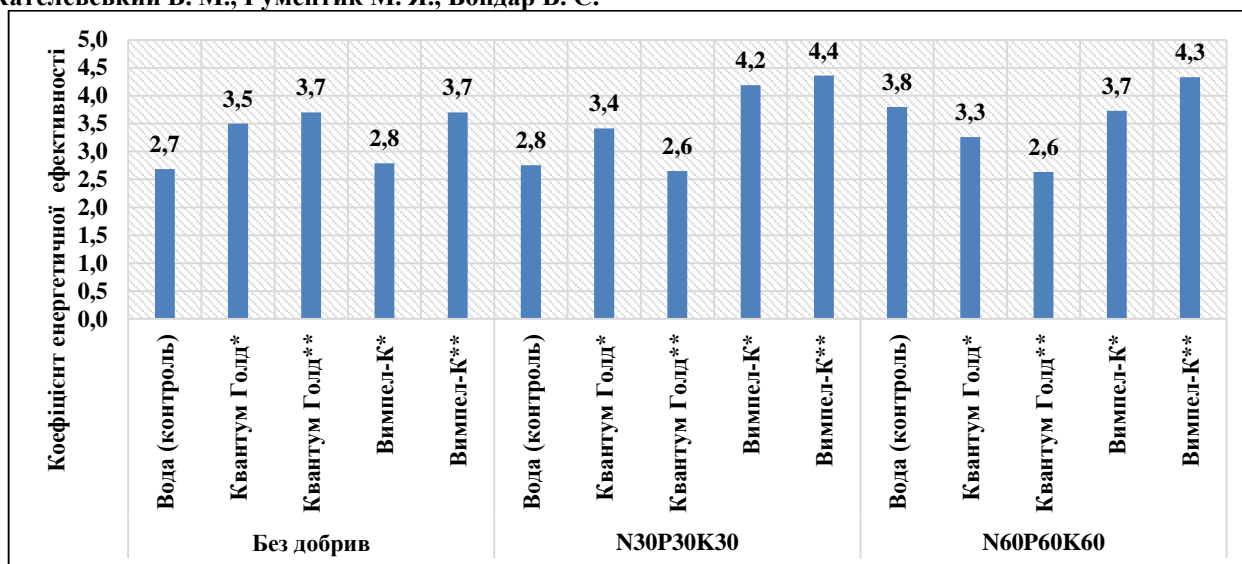


Рис.3. Коефіцієнт енергетичної ефективності вирощування міскантусу гігантського у перший рік вегетації, Гкал., ВПДСС, 2016 р.

Так, у варіанті $N_{30}P_{30}K_{30}$ / дворазова обробка Вимпел-К умовно чистий прибуток із продажу однієї Гкал., становив 689,6 тис. грн, у варіанті $N_{60}P_{60}K_{60}$ / та з дворазовою обробкою цим же препаратом – 693,1 тис. грн, що перевищувало прибуток від застосування традиційної технології відповідно на 270,4 і 273,9 тис. грн. Рівень рентабельності за застосування кращих варіантів удосконаленої технології становив відповідно 345,3 і 341,4 проти 142,9 % (традиційна технологія). Необхідно зазначити, що одно- та дворазове позакореневе підживлення розчином препарату Квантум Голд за одинарної та подвійної дози мінерального удобрення теж було рентабельним – відповідно 283,6 і 234,4 та 249,2 і 219,0 проти 142,9 %

Обчислено економічні показники за використання нового елемента технології вирощування міскантусу – передпосадкове

замочування ризом у розчинах препаратів регулятора росту Квантум Голд та стимулятора Вимпел-К і позакореневе одно-та дворазове підживлення ними у процесі вегетації, які наведено у табл.2.

Таблиця 2.

2. **Фінансові витрати і валовий дохід за вирощуванням міскантусу з замочуванням у препаратах стимулятора і регулятора росту з позакореневим підживлення, тис. грн., ВПДСС, 2016-2019 рр.**

Фон замочування	Препарати і кратність їх внесення	1-й рік				2-й рік				3-й рік				4-й рік			
		Витрати тис. грн./га	Біомаса 1-го р.	Гкал /га	Валовий дохід тис. грн./га	Витрати тис. грн./га	Біомаса 2-го р.	Гкал /га	Валовий дохід тис. грн./га	Витрати тис. грн./га	Біомаса 3-го р.	Гкал /га	Валовий дохід тис. грн./га	Витрати тис. грн./га	Біомаса 4-го р.	Гкал /га	Валовий дохід тис. грн./га
Вода (контроль)	Вода (контроль)	-96,3	2,7	11,7	40,8	-1,9	5,4	23,3	81,6	-1,9	10,8	46,7	163,3	-0,8	21,6	93,3	326,6
	Квантум Голд*	-97,4	1,8	7,8	27,2		3,6	15,6	54,4		7,2	31,1	108,9		14,4	62,2	217,7
	Квантум Голд**	-97,8	2,1	9,1	31,8		4,2	18,1	63,5		8,4	36,3	127,0		16,8	72,6	254,0
	Вимпел-К*	-97,3	2,8	12,1	42,3		5,6	24,2	84,7		11,2	48,4	169,3		22,4	96,8	338,7
	Вимпел-К**	-97,7	2,3	9,9	34,8		4,6	19,9	69,6		9,2	39,7	139,1		18,4	79,5	278,2
Квантум Голд	Вода (контроль)	-96,6	1,6	6,9	24,2		3,2	13,8	48,4		6,4	27,6	96,8		12,8	55,3	193,5
	Квантум Голд*	-97,7	2,1	9,1	31,8		4,2	18,1	63,5		8,4	36,3	127,0		16,8	72,6	254,0
	Квантум Голд**	-98,1	2,5	10,8	37,8		5,0	21,6	75,6		10,0	43,2	151,2		20,0	86,4	302,4
	Вимпел-К*	-97,6	2,1	9,1	31,8		4,2	18,1	63,5		8,4	36,3	127,0		16,8	72,6	254,0
	Вимпел-К**	-98,0	2,1	9,1	31,8		4,2	18,1	63,5		8,4	36,3	127,0		16,8	72,6	254,0
Вимпел-К	Вода (контроль)	-96,6	2,9	12,5	43,8		5,8	25,1	87,7		11,6	50,1	175,4		23,2	100,2	350,8
	Квантум Голд*	-97,6	2,3	9,9	34,8		4,6	19,9	69,6		9,2	39,7	139,1		18,4	79,5	278,2
	Квантум Голд**	-98,1	2,7	11,7	40,8		5,4	23,3	81,6		10,8	46,7	163,3		21,6	93,3	326,6
	Вимпел-К*	-97,6	2,3	9,9	34,8		4,6	19,9	69,6		9,2	39,7	139,1		18,4	79,5	278,2
	Вимпел-К**	-98,0	3,4	14,7	51,4		6,8	29,4	102,8		13,6	58,8	205,6		23,0	99,4	347,8

Примітка: * - одноразова обробка; ** - дворазова обробка

Кателевський В. М., Гументик М. Я., Бондар В. С.

Як показав аналіз табл.2., основні фінансові витрати на вирощування міскантусу з застосуванням нового елементу технології – передпосадкового замочування ризом поєднанням цього прийому з позакореневим підживленням препаратами Квантум Голд та Вимпел-К закладено у першому році, що пов'язано здебільшого із закупкою садивного матеріалу. Вони становили по варіантам дослідів від 96,3 до 98,0 тис. грн, у той час як по другому і третьому роках вегетації – по 1,9 тис. грн, а у четвертому – у 2,4 рази менше – 0,8 тис. грн. Біомаса, яку зібрано після першого року вегетації, була порівняно невеликою й коливалася по варіантах дослідів від 1,8 до 4,4 т/га. Кращим варіантом було замочування ризом перед посадкою у розчині стимулятора росту Вимпел-К і дворазове обприскування ним же як позакореневе підживлення під час вегетації (3,4 т/га). Цей же варіант був кращим і в наступні роки – відповідно 29,4 (2017), 58,8 (2018), 99,4 (2019).

Відповідно, і валовий дохід був у цьому варіанті найвищим і становив упродовж послідовних чотирьох років (2016-2019 рр.) 51,4; 102,8; 205,6 та 347,8 тис. грн, що дає право стверджувати, що цей варіант є найкращим.

У досліді із дослідження впливу передпосадкового замочування ризом у стимулюючих і регулюючих ріст розчинах препаратів Вимпел-К та Квантум Голд структура грошових витрат за роками вегетації була аналогічною дослідів з вивчення впливу мінерального удобрення і позакореневого підживлення міскантусу гігантського: у першому році 83,0 % всіх грошових витрат становили кошти, потрачені на покупку садивного матеріалу, у другому та третьому роках вегетації міскантусу основні витрати припадали на хімічні засоби догляду за рослинами (46,3 і 45,7 %), оренду землі (18,1 і 17,9 %) та паливо (17,8 і 18,4 %), у четвертому році найбільшу частку мала оренда землі (46,9 %).

Як у випадку першого дослідів (фони мінерального удобрення й обробка рослин, як позакореневе підживлення), так і у другому (передпосадкове замочування стимулюючими і регулюючими ріст препаратами), грошова окупність за отриману біомасу застосовуваних елементів технології відмічена з третього року. Валовий дохід із реалізованої біомаси, вирощеної у другому році вегетації, становив 102,8 тис. грн, що повною мірою окупило вкладені грошові кошти (рис.4).

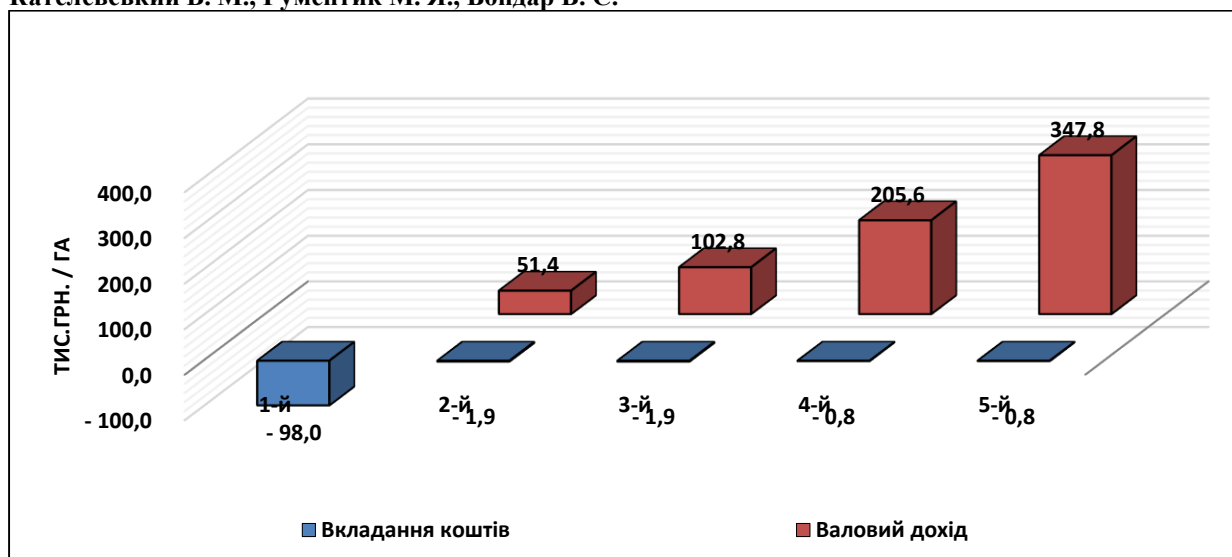


Рис.4. Окупність вкладених коштів у вирощування міскантусу гігантського ВПДСС, 2016-2019 рр.

З третього й четвертого років за результатами попереднього збору урожаю біомаси, окупність перевищувала вкладені кошти відповідно у 2,1 та в 3,5 разу і становила в абсолютного вираженні 205,6 та 347,8 тис. грн./га.

Як відомо, кінцеву продукцію, що містить додану вартість, реалізовувати більш вигідно, ніж сировину (біомасу). Коефіцієнти енергетичної ефективності, як відношення затраченої енергії до отриманої, коливалися за варіантами досліду від 2,5 до 4,7.

Найбільш привабливими варіантами виявилися передпосадкове замочування ризом у розчинах Квантум Голд та Вимпел-К за дворазового позакореневого підживлення розчином препарату Вимпел-К, оскільки коефіцієнт енергетичної ефективності в цих варіантах був найвищим і становив відповідно 3,8 і 4,7. Умовний

прибуток у цих варіантах теж був найвищим і становив відповідно 543,0 і 605,0 тис. грн. проти 278,6 тис. грн. за традиційної технології, а рівень рентабельності був відповідно 230,1 і 276,1 проти 66,3 %.

За замочування ризом у регулюючих і стимулюючих ріст рослин препаратах і дворазове підживлення рослин під час вегетації розчином препаратом Квантум Голд було отримано урожай біомаси 37,5 та 40,5 т/га, яка в перерахунку на реалізовану енергію дає високий прибуток – відповідно 464,3 і 509,7 проти 278,6 тис. грн. з рентабельністю відповідно 169,4 і 201,0 %.

Висновки. Поєднання таких чинників, як мінеральне удобрення і позакоренеve підживлення однак, у структурі витрат за перший рік переважаючим є вартість посадкового матеріалу (82,9 %); у другий-третій рік – хімічні засоби (41,4 і 40,9 %), у

Кателевський В. М., Гументик М. Я., Бондар В. С. четвертому році лише оренда землі (45,7 %). Окупність витрачених коштів починається з третього року збору урожаю культури, а валовий дохід після четвертого року вегетації становив 392,9 тис. грн.га. Найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності, обчислений за урожаєм першого року вегетації, був у варіантах: одинарної й подвійної дози NPK за одно та дворазової обробки препаратом Вимпел-К і становив 4,2...4,4. Рівень рентабельності у цих варіантів були найбільшими і становили 345,3 і 341,4 %. Запропонований новий елемент технології – замочування ризом перед посадкою в регулюючих і стимулюючих препаратах Квантум Голд і Вимпел-К є економічно виправданим. Окупність вкладених

коштів після реалізації урожаю біомаси попереднього року за використання цих технологічних прийомів починалася з третього року вегетації. У варіантах із дворазовою обробкою препаратом Вимпел-К коефіцієнт енергетичної ефективності був найбільшим (3,8 і 4,7), а рівень рентабельності за застосування цих варіантів була – 230,1 та 276,1 проти 66,3 % (традиційна технологія). Для виробництва доцільно рекомендувати одно-дворазове позакореневе підживлення препаратом Вимпел-К за мінерального удобрення плантації міскантусу у дозах $N_{30}P_{30}K_{30}$ і $N_{60}P_{60}K_{60}$ і замочування ризом перед посадкою в регулюючих і стимулюючих препаратах Квантум Голд і Вимпел-К із дворазовою обробкою препаратом Вимпел-К.

Список використаних джерел

1. Роїк М. В., Сінченко В. М., Бондар В. С., Фурса А. В., Гументик М. Я. Концепція розвитку біоенергетики в Україні на період до 2035 року. Біоенергетика. 2019. Вип. 2. С. 4-9.
2. Бондар В. С., Фурса А. В., Гументик М. Я. Стратегія та пріоритети розвитку біоенергетики в Україні. Економіка агропромислового виробництва АПК. 2018. Вип. 8. С. 17-23.
3. Гументик М. Я., Бондар В. С. Економічна і енергетична ефективність вирощування біоенергетичних культур на біопаливо Біоенергетика №1 (11). С. 16-19.
4. План дій по біомасі для України. URL www.biomass.kiev.ua
5. Дячук О. та ін. Перехід України на відновлювальну енергетику до 2050 року: Звіт за результатами моделювання базового та альтернативних сценаріїв розвитку біоенергетичного сектору. / за заг. Ред. Ю. Огаренко, О. Алієвої. Київ: ТОВ «АРТ КНИГА». 2017. 88 с.

6. Роїк М.В., Сінченко В.М., Пиркін В.І., Квак В.М. та ін Міскантус в Україні: Монографія. К.: ФОП Ямчинський О.В., 2019. 256 с.
7. Дрига В. В. Формування маточних кореневищ міскантусу гігантського залежно від якості садивного матеріалу та умов вирощування. Новітні агротехнології. 2017. № 5. URL: <http://jna.bio.gov.ua/article/view/122117>.
8. Курило В. Л. Ганженко О., Квак В., Замойський О., Зиков П. Методичні рекомендації з проведення передсадильного обробітку ґрунту і садіння ризомів міскантусу. К. 2012. 22 с. URL: <http://sugarbeet.gov.ua/metod/miscanthus.pdf>
9. McKervey Z., Woods V. B., Easson D. L. Miscanthus as an energy crop its potential for Nonthern Ireland. 2008. AFBI Hillsborough, 80s.
10. Plant Crops Bioenergy Research UK: URL: <http://www.tsec-biosys.ac.uk/index.php?p=8&t=1&ss=4>.

Кателевський В. М., Гументик М. Я., Бондар В. С.

11. Ruan Stewart. The ecology and agronomy of *Miscanthus sinensis*, a species important to bioenergy crop development, in its native range in Japan. (2009). Ruan Stewart, Fabian Fernandez, Aya Nishiwaky et al. GCB Bioenergy. ґ 2. P. 65-72

12. Kharitonov M, Pidlisnyuk V, Stefanovska T, Babenko M, Martynva N, Rula I (2019). The estimation of *Miscanthusxgiganteus* adaptive potential for cultivation on the mining and post-mining lands in Ukraine. Environ Sci Pollut Res 26:2974–2986. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3741-0>.

References

1. Roik M. V., Sinchenko V. M., Bondar V. S., Fursa A. V., Humentyk M. Ya. (2019). Kontseptsiia rozvytku bioenerhetyky v Ukraini na period do 2035 roku. Bioenerhetyka. Vyp. 2. S. 4-9.

2. Bondar V. S., Fursa A. V., Humentyk M. Ya. (2018). Stratehiia ta priorytety rozvytku bioenerhetyky v Ukraini. Ekonomika ahropromysloвого vyrobnytstva APK. Vyp. 8. S. 17-23.

3. Humentyk M. Ya, Bondar V. S., Ekonomichna i enerhetychna efektyvnist vyroshchuvannia bioenerhetychnykh kultur na biopalyvo Bioenerhetyka №1 (11). S. 16-19.

4. Plan dii po biomasi dlia Ukraini. URL www.biomass.kiev.ua

5. Diachuk O. ta in. (2017). Perekhid Ukrainy na vidnovliuvalnu enerhetyku do 2050 roku: Zvit za rezultatamy modeliuvannia bazovoho ta alternatyvnykh stsenariiv rozvytku bioenerhetychnoho sektoru. / za zah. Red. Yu. Oharenko, O. Aliievoi. Kyiv: TOV «ART KNYHA». 88 s.

6. Roik M.V., Sinchenko V.M., Pyrkin V.I., Kvak V.M. ta in. (2019). Miskantus v Ukraini: Monohrafiia. K.: FOP Yamchynskiy O.V., 256 s.

7. Dryha V. V. (2017). Formuvannia matochnykh korenevishch miskantusu hihantskoho zalezno vid yakosti sadyvnoho materialu ta umov vyroshchuvannia. Novitni ahrotekhnolohii. № 5. URL: <http://jna.bio.gov.ua/article/view/122117>.

8. Kurylo V. L., Hanzhenko O., Kvak V., Zamoisky O., Zykov P. (2012). Metodychni rekomendatsii z provedennia peredsadynoho obrobitku gruntu i sadinnia ryzomiv miskantusu. [Elektronnyi resurs] K. 22 s. Rezhym dostupu: <http://sugarbeet.gov.ua/metod/miscantus.pdf>

9. McKervey Z., Woods V. B., Easson D. L. (2008). *Miscanthus* as an energy crop its potential for Nonthern Ireland. AFBI Hillsborough, 80s.

10. Plant Crops Bioenergy Research UK: [Elektronnyi resurs]. Rezhym dostupu: <http://www.tsec-biosys.ac.uk/index.php?p=8&t=1&ss=4>.

11. (2009). Ruan Stewart. The ecology and agronomy of *Miscanthus sinensis*, a species important to bioenergy crop development, in its native range in Japan. Ruan Stewart, Fabian Fernandez, Aya Nishiwaky et al. GCB Bioenergy. ґ 2. R. 65-72.

12. Kharitonov M, Pidlisnyuk V, Stefanovska T, Babenko M, Martynva N, Rula I (2019). The estimation of *Miscanthusxgiganteus* adaptive potential for cultivation on the mining and post-mining lands in Ukraine. Environ Sci Pollut Res 26:2974–2986. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3741-0>.

EFFICIENCY OF GROWTH-PROMOTING AND REGULATING AGENTS IN CULTIVATION OF MISCANTHUS BIOMASS IN THE CONDITIONS OF THE LEFT-BANK FOREST STEPPE OF UKRAINE

V. M. Katelevskyi, M. Ya. Humentyk, V.S. Bondar

Abstract. *The article presents the indicators of economic efficiency of growing miscanthus biomass for the production of solid biofuels. The energy efficiency coefficient is calculated as the ratio of energy input to energy output.*

Кателевський В. М., Гументик М. Я., Бондар В. С.

The aim of the study was to assess the efficiency of the use of plant growth-promoting and regulating products Vypel-K and Quantum-Gold in the cultivation of miscanthus biomass in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine.

Return on investments starts since the third year of harvesting. The gross income after the fourth vegetation season was 392 900 UAH per hectare. The highest energy efficiency index (4.2–4.4) calculated for the first-year harvest was in the following treatments: single and double dose of NPK, single and double treatment with Vypel-K. Profitability in these treatments was the highest and ranged from 345.3 to 341.4%.

The proposed new component of cultivation technology – soaking the rhizomes before planting in the growth-regulating and promoting products Quantum Gold and Vypel-K is economically justified. The return on investments after the sale of the miscanthus biomass for the use of these techniques starts since the third year of cultivation.

Keywords: *bioenergy; miscanthus; biomass; growth-regulating agents; and cultivation and treatment technology; economic efficiency; energy yield*