

ЕКОНОМІЧНА ТА БІОЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОРГО ЦУКРОВОГО І КУКУРУДЗИ ЗА РІЗНОГО РІВНЯ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ

М. Б. Грабовський

Білоцерківський національний аграрний університет, пл. Соборна, 8/1, Біла Церква, Київська область, 09100, Україна

Наведено результати економічної та енергетичної оцінки ефективності вирощування сорго цукрового і кукурудзи в одновидових та сумісних посівах за різного рівня мінерального живлення. Дослідження проводили в 2013–2016 рр. в умовах дослідного поля Білоцерківського національного аграрного університету. Найвищі показники рентабельності одержані при вирощуванні сорго цукрового без внесення добрив – 226,4 %. В аналогічних варіантах з одновидовими посівами кукурудзи і сумісними – кукурудза з сорго цукровим цей показник становив 112,8 і 237,1 % відповідно. Внесення добрив за усіх способів сівби зумовлює зменшення рівня рентабельності на 26,1–73,9 % порівняно з неудобреними варіантами. За рахунок вирощування сорго цукрового з кукурудзою вихід біогазу збільшується на 32,1–33,4 і 25,6–42,1 % порівняно з одновидовими посівами цих культур. При внесенні мінеральних добрив простежувалось зменшення коефіцієнта енергетичної ефективності на 1,6–6,5 % порівняно з неудобреними варіантами за всіх способів сівби. Найвищі показники економічної та енергетичної ефективності і виходу біогазу (9,5–11,0 тис. м³/га) одержані за сумісного вирощування сорго цукрового і кукурудзи на фоні внесення мінеральних добрив.

Ключові слова: сорго цукрове, кукурудза, економічна ефективність, сумісні посіви, добрива, біогаз, вихід енергії.

Виробництво біологічних видів палива (біоетанолу, біодизеля, біогазу) є пріоритетним напрямом в сучасному світовому виробництві відновлювальних джерел енергії.

Сорго цукрове (*Sorghum saccharatum*) і кукурудза (*Zea mays* L.), які традиційно є джерелом кормів та зерна, останніми роками заслуговують на увагу як біоенергетичний ресурс. Вони відзначаються пластичністю відносно умов вирощування і високою урожайністю біомаси. Але зміни клімату зумовлюють потребу в науково обґрунтованих та економічно вигідних технологіях вирощування цих культур і придатності їхньої біомаси до універсального використання, в тому числі і для виробництва біогазу.

Внаслідок призупинення темпів економічного зростання і переходу аграрних формувань до переважно екстенсивних методів ведення господарської діяльності, надзвичайно актуальними стають наукові дослідження, спрямовані не тільки на розроблення агротехнічних прийомів, а й на визначення оптимальних параметрів використання відновлю-

ваних і невідновлюваних ресурсів та оптимізацію обсягів залучення біоенергетичних ресурсів з одночасним підвищенням ефективності їхнього використання в сільськогосподарських підприємствах України [1].

Дослідженнями, проведеними в стаціонарному досліді кафедри рослинництва Національного університету біоресурсів і природокористування України встановлено, що найбільша вартість валової продукції та прибуток за вирощування всіх досліджуваних сортів сорго цукрового були у варіанті з внесенням N₁₂₀P₁₀₀K₆₀. Собівартість продукції збільшується, а рентабельність знижується з підвищенням дози добрив. Найбільш економічно обґрунтованим варіантом є вирощування гібрида сорго цукрового Аграрний 5 F на фоні внесення добрив у дозі N₁₂₀P₁₀₀K₆₀ [2].

За даними О. П. Якуніна та М. Ю. Румбаха, при застосуванні мінеральних добрив для одержання урожайності зерна кукурудзи 4 і 6 т/га виробничі витрати на 1 га збільшуються порівняно з неудобреним фоном від-

Інформація про автора:

Грабовський Микола Борисович, канд. с.-г. наук, доцент, завідувач кафедри технологій в рослинництві та захисту рослин Білоцерківського національного аграрного університету, e-mail: nikgr1977@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8494-7896>

повідно на 14,3–15,6 і 25,4–27,8 %, а чистий прибуток – на 5,5–10,5 і 8,1–16,1 % [3].

При вирощуванні кукурудзи і сорго в Степу України в одновидових, сумісних та ущільнених соєю посівах простежується тенденція до підвищення рівня рентабельності за рахунок сумісних посівів на 53–74 % порівняно з одновидовими посівами цих культур [4].

Згідно з результатами досліджень, проведених в умовах південного Степу, рівень рентабельності при вирощуванні сорго цукрового сумісно з соєю та щирцею становив 139,9–163,9 %, а кукурудзи разом з цими культурами – 127,1 та 149 % відповідно [5].

Одним з методів оцінки агротехнічних прийомів є визначення енергетичної ефективності вирощування культури, сорту або гібрида. Для цього необхідно врахувати всі енергетичні витрати і вміст енергії в урожаї та з'ясувати ступінь окупності енерговитрат одержаним урожаєм [1].

Основною перевагою сумісних посівів кукурудзи і сорго є збільшення приросту енергії з 1 га, в середньому по 12 гібридах кукурудзи, з 205,1 до 288,1 ГДж і підвищення енергетичного коефіцієнта з 18,43 до 19,96; за рахунок змішаних посівів кукурудзи і сорго мало місце підвищення енергетичного коефіцієнта на 5,3–8,4 % порівняно з одновидовими посівами кукурудзи. При сумісному вирощуванні гібридів кукурудзи ФАО 270–340 і сорго можна одержати більший коефіцієнт енергетичної ефективності порівняно з одновидовими посівами кукурудзи [6].

Технологія вирощування енергетичних культур для виробництва біогазу є недостатньо вивченою з точки зору енергозатрат і можливості одержання енергії. Для того щоб зробити більш надійну енергетичну оцінку біогазових систем на основі використання продукції сільськогосподарських культур, необхідно дослідити специфічні місцеві та регіональні умови. Тому існує потреба в сучасних даних щодо урожайності польових культур та виходу біогазу з них [7].

Мета дослідження – провести економічну та енергетичну оцінку ефективності вирощування сорго цукрового і кукурудзи в одновидових та сумісних посівах за різного рівня мінерального живлення.

Матеріали та методи дослідження.

Польові досліді проводили в умовах дослідного поля Білоцерківського національного аграрного університету.

Дослідження здійснювали в 2013–2016 рр. за наступною схемою: *Фактор А*. Агрофітоценоз: 1. Одновидовий посів сорго цукрового (гібрид Довіста). 2. Одновидовий посів кукурудзи (гібрид Моніка 350 МВ). 3. Сумісний посів сорго цукрового (гібрид Довіста) з кукурудзою (гібрид Моніка 350 МВ). *Фактор В*. Рівень мінерального живлення: 1. Без добрив (контроль); 2. $N_{80}P_{80}K_{80}$; 3. $N_{100}P_{100}K_{100}$; 4. $N_{120}P_{120}K_{120}$. Співвідношення рядків у сумісних посівах 2 : 2. Мінеральні добрива (нітроамофоска) вносили під основний обробіток і передпосівну культувацію відповідно до схеми досліді.

Економічну ефективність елементів технології вирощування сорго цукрового і кукурудзи визначали за методикою М. В. Роїка та ін. [8]. Вихід біогазу й енергії встановлювали розрахунковим методом відповідно до методичних рекомендацій Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН [9]. Для розрахунків виходу енергії приймали, що енергоємність біогазу становить 21,8 МДж/л. Біоенергетичну оцінку прийомів, що вивчалися, проводили за методикою О. К. Медведовського та П. І. Іваненка [10].

Результати дослідження. Важливим завданням вирощування сорго цукрового та кукурудзи є підвищення продуктивності праці, зниження собівартості і забезпечення високої рентабельності [11]. Економічна ефективність – це комплексний показник, який залежить від багатьох факторів. Економічна оцінка розроблених і рекомендованих заходів відіграє надзвичайно важливу роль в успішному веденні сільськогосподарського виробництва.

У зв'язку з постійною зміною ціни на паливно-мастильні матеріали і добрива всі показники економічної ефективності ми розраховували в цінах 2016 р.

На підставі розрахунків з'ясовано, що собівартість вирощування сорго цукрового і кукурудзи залежить від досліджуваних факторів. Так, у варіантах без внесення добрив урожайність зеленої маси і собівартість 1 т

сорго цукрового і кукурудзи становила 33,4–60,9 і 55,1–84,6 грн/т відповідно. За максимального рівня удобрення ($N_{120}P_{120}K_{120}$) в

одновидових посівах сорго цукрового і кукурудзи собівартість була на рівні 69,6 і 96,4 грн/т, а в сумісних – 68,0 грн/т (табл. 1).

1. Економічна ефективність вирощування сорго цукрового і кукурудзи в одновидових та сумісних посівах (середнє за 2013–2016 рр.; в цінах 2016 р. *)

Варіант	Доза добрив	Урожайність зеленої маси, т/га	Виробничі витрати, грн/га	Умовно-чистий прибуток, грн/га *	Собівартість, грн/т	Рівень рентабельності, %
Сорго цукрове	Без добрив	58,8	3242,5	7341,5	55,1	226,4
	$N_{80}P_{80}K_{80}$	76,1	5249,7	8452,8	69,0	161,0
	$N_{100}P_{100}K_{100}$	81,2	5656,0	8960,0	69,7	158,4
	$N_{120}P_{120}K_{120}$	86,6	6023,4	9564,6	69,6	158,8
Кукурудза	Без добрив	33,4	2825,0	3187,0	84,6	112,8
	$N_{80}P_{80}K_{80}$	47,8	4678,6	3916,4	98,0	83,7
	$N_{100}P_{100}K_{100}$	51,6	5193,7	4098,8	100,6	78,9
	$N_{120}P_{120}K_{120}$	56,7	5467,1	4738,9	96,4	86,7
Сорго цукрове + кукурудза	Без добрив	60,9	3251,6	7710,4	53,4	237,1
	$N_{80}P_{80}K_{80}$	78,7	5269,2	8901,4	66,9	168,9
	$N_{100}P_{100}K_{100}$	83,6	5712,9	9326,2	68,4	163,2
	$N_{120}P_{120}K_{120}$	89,0	6045,3	9965,8	68,0	164,9

* Реалізаційна вартість зеленої маси визначена за ціною 180 грн за 1 т.

Найбільша собівартість одержаної продукції була в одновидовому посіві кукурудзи на фоні внесення добрив у дозі $N_{100}P_{100}K_{100}$ – 100,6 грн/т.

З підвищенням рівня мінерального живлення показники чистого прибутку зростають на 15,1–48,7 % порівняно з неудобреними варіантами. Максимальний чистий прибуток у досліді був одержаний за вирощування сорго цукрового з кукурудзою на фоні внесення $N_{120}P_{120}K_{120}$, він становив 9965,8 грн/га, що більше порівняно з одновидовими посівами цих культур на 401,2 і 5226,9 грн/га.

Найвищий рівень рентабельності одержано за рахунок одновидового посіву сорго цукрового без внесення добрив – 226,4 %. В аналогічних варіантах з одновидовими посівами кукурудзи і сумісними, цей показник становив 112,8 і 237,1 % відповідно. Внесення добрив зумовлює зменшення рівня рентабельності на 26,1–73,9 % порівняно з неудобреними варіантами за всіх способів сівби.

Залежно від рівня мінерального живлення у варіантах з сумісним вирощуванням сорго цукрового і кукурудзи розрахунковий вихід біогазу становив 6,6–11,0 тис. м³/га, а окремо кожної – 5,0–8,3 та 4,6–8,8 тис. м³/га

відповідно (рис.). За сумісних посівів цих культур відмічено підвищення відповідно на 32,1–33,4 і 25,6–42,1% виходу біогазу.

При внесенні добрив вихід біогазу зростав на 2,1–3,4, 2,6–4,2 і 2,9–4,5 тис. м³/га порівняно з варіантами без їх внесення відповідно за одновидового і сумісного вирощування сорго цукрового і кукурудзи.

Витрати енергії були максимальними при внесенні мінеральних добрив за всіх способів сівби. При вирощуванні сорго цукрового і кукурудзи в одновидових посівах енергозатрати становили 12,5–22,4 та 10,4–21,2 ГДж/га, а в сумісних – були на рівні 12,9–23,1 ГДж/га (табл. 2). Спостерігалася тенденція до зростання енерговитрат у варіантах з внесенням мінеральних добрив – на 48,8–79,0% порівняно з неудобреними ділянками.

Збільшення кількості внесених добрив призводить до підвищення урожайності зеленої маси, виходу біогазу і енергії з нього. Найвищі показники виходу енергії з біогазу одержано за сумісного вирощування сорго цукрового і кукурудзи на фоні внесення мінеральних добрив у дозі $N_{120}P_{120}K_{120}$ – 240,2 ГДж/га.

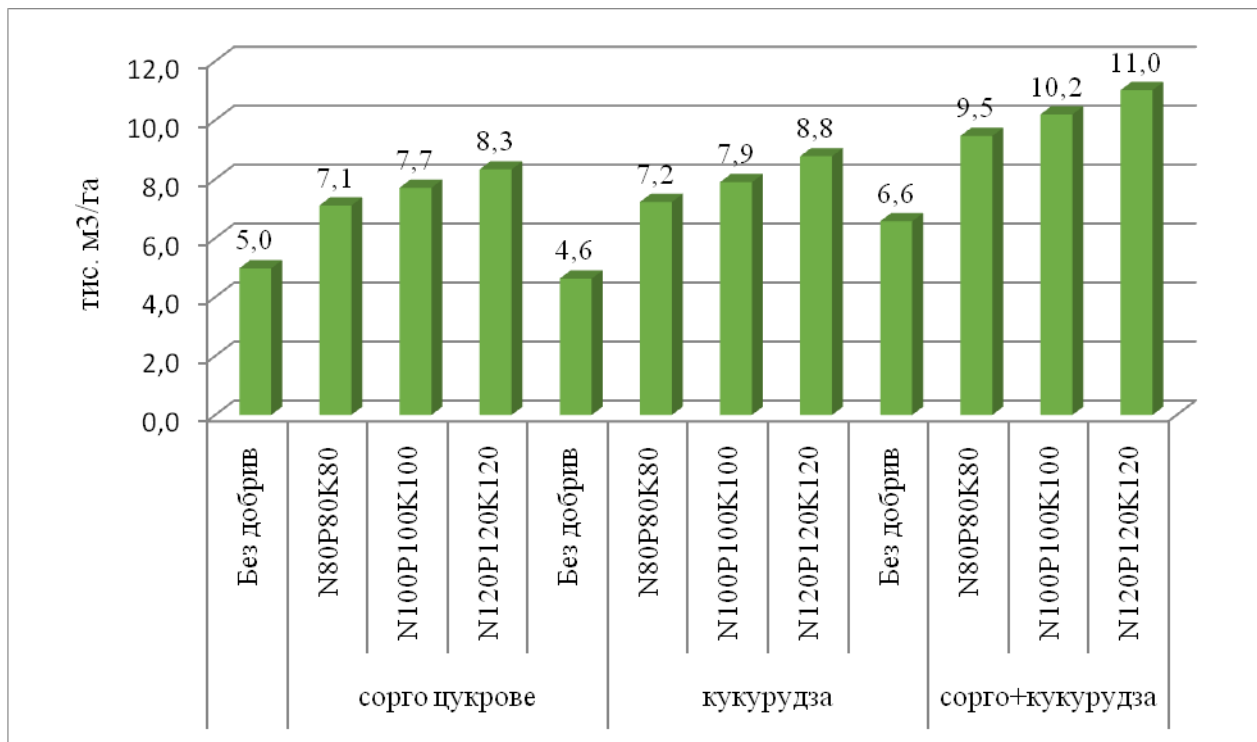


Рис. Розрахунковий вихід біогазу залежно від рівня мінерального живлення в одновидових і сумісних посівах кукурудзи і сорго цукрового, тис. м³/га (середнє за 2013–2016 рр.).

Вихід енергії з біогазу, одержаної з одного гектара сумісних посівів сорго цукрового і кукурудзи, в усіх варіантах удобрення перевищував показники одновидових посівів. Так, за сумісного вирощування гібридів Довіста і Моніка 350 МВ вихід енергії з одиниці площі становив 143,2–240,2 ГДж/га, а кожного з них окремо – 108,4–181,6 і 100,8–191,3 ГДж/га відповідно.

Найвищі значення коефіцієнта енерге-

тичної ефективності (*K_{ee}*) були за сумісного вирощування сорго цукрового і кукурудзи – 10,4–11,1. При внесенні мінеральних добрив простежувалось зменшення його значень на 1,6–6,5 % за всіх способів сівби порівняно з неудобреними варіантами.

Результати наших досліджень співпадають з даними О. П. Якуніна і М. Ю. Румбаха [3], які відмічають, що внесення мінеральних добрив призводить до збільшення

2. Енергетична ефективність вирощування сорго цукрового і кукурудзи в одновидових та сумісних посівах за різного рівня мінерального живлення

Варіант	Доза добрив	Розрахунковий вихід біогазу, тис. м³/га	Вихід енергії з біогазу, ГДж/га	Витрати енергії, ГДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності (<i>K_{ee}</i>)
Сорго цукрове	Без добрив	5,0	108,4	12,5	8,7
	N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	7,1	154,9	18,6	8,3
	N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	7,7	168,0	20,1	8,4
	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	8,3	181,6	22,4	8,1
Сорго цукрове + кукурудза	Без добрив	4,6	100,8	10,4	9,7
	N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	7,2	157,5	16,5	9,5
	N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	7,9	172,1	18,9	9,1
	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	8,8	191,3	21,2	9,0
Сорго цукрове + кукурудза	Без добрив	6,6	143,2	12,9	11,1
	N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	9,5	206,3	19,3	10,7
	N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	10,2	222,3	20,9	10,6
	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	11,0	240,2	23,1	10,4

виходу валової та обмінної енергії з 1 га кукурудзи і зниження коефіцієнта енергетичної ефективності. Вони пояснюють це тим, що витрати енергії, пов'язані з внесенням мінеральних добрив, перевищували валову енергію, одержану за рахунок приросту врожайності зерна від добрив.

Висновки

Внесення мінеральних добрив в одновидових та сумісних посівах сорго цукрового і кукурудзи зумовлювало збільшення умов-

но чистого прибутку, але порівняно з неудобреним фоном призводило до зниження рівня рентабельності, до того ж мало місце зменшення на 1,6–6,5 % коефіцієнта енергетичної ефективності. Найвищі показники економічної і енергетичної ефективності й виходу біогазу (9,5–11,0 тис. м³/га) одержано за сумісного вирощування сорго цукрового і кукурудзи на фоні внесення мінеральних добрив.

Використана література

1. Марчук О. О. Продуктивність сорго цукрового залежно від елементів технології вирощування: дис... канд. с.-г. наук: 06.01.09 / Ін-т біоенергетичних культур і цукрових буряків. Київ, 2015. 219 с.
2. Каленська С. М., Гринюк І. П. Економічна оцінка вирощування сорго цукрового залежно від сортових особливостей та норм добрив в умовах правобережного Лісостепу України. *Наук. пр. Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2013. Вип. 18. С. 76–80.
3. Якунін О. П., Румбах М. Ю. Економічна і біоенергетична ефективність вирощування гібридів кукурудзи в умовах північної підзони Степу України. *Вісн. Дніпропетровського держ. аграр. ун-ту. Екологія, рослинництво, землеробство*. 2010. № 1. С. 7–10.
4. Коломієць Л. В. Продуктивність кукурудзи та сорго в сумісних посівах з іншими культурами в північному Степу України: автореф. дис... канд. с.-г. наук: 06.01.12 / Нац. наук. центр «Ін-т землеробства УААН». Київ, 2006. 18 с.
5. Петричук Л. І. Агробіологічні основи формування високопродуктивних агроценозів сорго цукрового в умовах Південного Степу: автореф. дис... канд. с.-г. наук: 06.01.09 / ДВНЗ «Херсон. держ. аграр. ун-т». Херсон, 2015. 20 с.
6. Дроздов С. Е., Халин С. Ф., Дроздова О. В. Энергетическая оценка использования совместных посевов кукурузы и сорго. *Вестн. Белорусской гос. с.-х. академии*. 2018. № 3. С. 58–62.
7. Gisse C., Prade T., Kreuger E., Nges I. A., Rosenqvist H., Svensson S.E., Lantz M., Mattsson J. E., Borjesson P., Bjornsson L. Comparing energy crops for biogas production – Yields, energy input and costs in cultivation using digestate and mineral fertilisation. *Biomass and bioenergy*. 2014. № 64, P. 199–210.
8. Визначення економічної ефективності технологій, нової техніки, винаходів та завершених наукових розробок в рослинництві: методичні рекомендації / за наук. ред. М. В. Роїка. Вінниця: Нілан-ЛТД, 2013. 90 с.
9. Методичні рекомендації з технології вирощування та перероблення цукрового сорго як сировини для виробництва біопалива / О. М. Ганженко,

- В. Л. Курило, Л. А. Герасименко, П. Ю. Зиков, О. Б. Хіврич, Г. С. Гончарук, В. М. Смірних, Ю. П. Дубовий, О. Г. Іванова. Київ: Компрінт, 2017. 22 с.
10. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ: Урожай, 1988. 205 с.
11. Соргові культури: технологія, використання, гібриди та сорти: рекомендації / А. В. Черенков та ін. Дніпропетровськ, 2011. 25 с.

References

1. Marchuk, O. O. (2015). *Produktyvnist sorho tsukrovoho zalezho vid elementiv tekhnologii vyroshchuvannia* [Productivity of sugar sorghum depending on elements of cultivation technology]. (Cand. Agric. Sci. Diss.). *Institut bioenerhetychnykh kultur i tsukrovyykh buriakiv*, Kyiv, Ukraine. [in Ukrainian]
2. Kalenska, S. M., Hryniuk, I. P. (2013). Economic estimation of sugar sorghum growing depending on varietal characteristics and fertilizer standards in the conditions of the forest-steppe of Ukraine. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovyykh buriakiv*, 18, 76–80. [in Ukrainian]
3. Yakunin, O. P., Rumbakh, M. Yu. (2010). The economic and bioenergetic efficiency of the cultivation of maize hybrids in the languages of the northern subzone of the Ukrainian Steppe. *Visnik Dnipropetrovskogo derzavnogo agrarnogo universitetu* [Bulletin of the Dnipropetrovsk State Agrarian University], 1, 7–10. [in Ukrainian]
4. Kolomiets, L. V. (2006). *Produktyvnist kukurudzy ta sorho v sumisnykh posivakh z inshymy kulturamy v pivnichnomu Stepu Ukrainy* [Productivity of corn and sorghum in compatible crops with other crops in the northern steppe of Ukraine]. (Extended Abstract of Cand. Agric. Sci. Diss.). Kyiv, Ukraine. [in Ukrainian]
5. Petrychuk, L. I. (2015). *Ahrobiolohichni osnovy formuvannia vysokoproduktyvnykh ahrotsenoziv sorho tsukrovoho v umovakh Pivdennoho Stepu* [Agrobiological bases of formation of high-yield agroecosystems of sorghum in the conditions of Southern Steppe]. (Extended Abstract of Cand. Agric. Sci. Diss.). Kherson, Ukraine. [in Ukrainian]
6. Drozdov, S. E., Halin, S. F., Drozdova, O. V. (2018). Energy evaluation of the use of joint crops of maize and sorghum. *Vestnik Belorusskoy gosudarstvennoy*

- sel'skohozyaystvennoy akademii* [Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy], 3, 58–62. [in Russian]
7. Gisse, C., Prade, T., Kreuger, E., Nges, I. A., Rosenqvist, H., Svensson, S. E., Lantz, M., Mattsson, J. E., Borjesson, P., Bjornsson, L. (2014). Comparing energy crops for biogas production – Yields, energy input and costs in cultivation using digestate and mineral fertilisation. *Biomassa i bioenergiya* [Biomass and bioenergy], 64, 199–210.
 8. Roik, M. V. (Ed.). (2013). *Vyznachennia ekonomichnoi efektyvnosti tekhnologii, novoi tekhniki, vynakhodiv ta zavershenykh naukovykh rozrobok v Roslynnytstvi: metodychni rekomendatsii* [Definition of economic efficiency of technologies, new techniques, inventions and completed scientific developments in crop production: methodical recommendations]. Vinnytsia: Nilan-LTD. [in Ukrainian]
 9. Ganzhenko, O. M., Kurilo, V. L., Gerasimenko, L. A., Zikov, P. Yu., Hivrich, O. V., Goncharuk, G. S., Smirny, V. M., Dubovy, Yu. P., Ivanova, O. G. (2017). Methodical recommendations of technology cultivation and processing of sorghum as material for biofuel production. Kiev: N. p. [in Ukrainian]
 10. Medvedovskyi, O. K., Ivanenko P. I. (1988). *Energetychnyi analiz intensyvnykh tekhnologii v silskohospodarskomu vyrobnytstvi* [Power analysis of intensive technologies in agricultural production]. Kyiv: Urozhai. [in Ukrainian]
 11. Cherenkov, A. V. et al. (2011). *Sorhovi kultury: tekhnologii, vykorystannia, hibrydy ta sorty: rekomendatsii* [Sorghum crops technology use, hybrids and varieties: Recommendations]. Dnipropetrovsk: N. p. [in Ukrainian]

УДК 631.82; 633.62; 633.15; 631.962

Грабовский Н. Б. Экономическая и биоэнергетическая эффективность выращивания сорго сахарного и кукурузы как биоэнергетических культур при разных уровнях минерального питания. Зерновые культуры. 2018. Т. 2. № 2. С. 294–300.

Белоцерковский национальный аграрный университет, пл. Соборная, 8/1, Белая Церковь, Киевская область, 09100, Украина

В статье приведены результаты экономической и энергетической оценки эффективности выращивания сорго сахарного и кукурузы в одновидовых и совместных посевах с разным уровнем минерального питания. Исследования проводились в 2013–2016 гг. в условиях опытного поля Белоцерковского национального аграрного университета. Самые высокие показатели уровня рентабельности были в одновидовых посевах сорго сахарного без внесения удобрений – 226,4 %. В аналогичных вариантах в одновидовых посевах кукурузы и совместных, этот показатель составлял 112,8 и 237,1 % соответственно. Внесение удобрений приводит к уменьшению уровня рентабельности на 26,1–73,9 % по сравнению с вариантами без их использования. В совместных посевах сорго сахарного и кукурузы выход биогаза на 32,1–33,4 % и 25,6–42,1 % выше по сравнению с одновидовыми. При использовании минеральных удобрений отмечено уменьшение коэффициента энергетической эффективности на 1,6–6,5 %, по сравнению с вариантами без них. Максимальные показатели экономической и энергетической эффективности и выхода биогаза (9,5–11,0 тыс. м³/га) получены при выращивании сорго сахарного и кукурузы в совместных посевах и на фоне внесения минеральных удобрений.

Ключевые слова: сорго сахарное, кукуруза, экономическая эффективность, совместные посева, удобрение, биогаз, выход энергии.

UDC 631.82; 633.62; 633.15; 631.962

Grabovskyi M. B. Economic and bioenergy efficiency of cultivating sweet sorghum and corn at different levels of mineral nutrition. Grain Crops. 2018. 2 (2). 294–300.

Bila Tserkva National Agrarian University, 8/1 Soborna, Bila Tserkva, Kyivskiy region, 09100, Ukraine

The article presents the results of economic and energy estimation of the efficiency of cultivating sweet sorghum and corn in single-species and compatible crops at different levels of mineral nutrition. The research was conducted in 2013–2016 on the experimental field of Bila Tserkva National Agrarian University. The technology of cultivating energy crops for biogas production is not sufficiently studied as for energy consumption and possible received energy. In order to make a more reliable energy assessment of biogas systems from crops, specific local and regional conditions need to be explored. Therefore, there is a need for up-to-date data on crop yields and biogas output from them.

According to the results, the higher the level of mineral nutrition, the higher the net profit indexes. They increase on 15.1–48.7 % compared to unfertilized variants. The maximum net profit in the experiment was 9965.8 Grn/ha, which was obtained for the joint cultivation of sweet sorghum and corn when using N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀. This is more than in the one-species crops on 401.2 and 5226.9 Grn/ha.

The highest meaning of profitability level was recorded in single-species sorghum crops without

fertilizers – 226.4 %. On similar variants in single-species corn crops and compatible crops, this index was 112.8 and 237.1 % respectively. Applying of fertilizers, by all means of sowing, leads to a decrease in the profitability level on 26.1–73.9 % compared to unfertilized variants.

Depending on the level of mineral nutrition, in the variants of compatible crops, the estimated yield of biogas was 6.6–11.0 thsnd m³/ha, and for single-species crops of sweet sorghum 5.0–8.3 thsnd m³/ha, corn – 4,6–8,8 thsnd m³/ha. The compatible crops showed an increase biogas output on 32.1–33.4 % and 25.6–42.1 %. When using the fertilizers, the increase in the biogas output was 2.1–3.4, 2.6–4.2 and 2.9–4.5 thsnd m³/ha, compared with the variants without their applying, respectively for single-species and compatible growing of sweet sorghum and corn.

Energy expenditure was maximal when using mineral fertilizers, in all methods of sowing. For single-species sweet sorghum and corn crops, energy costs were 12.5–22.4 and 10.4–21.2 GJ/ha, while in compatible crops they were 12.9–23.1 GJ/ha. There was a tendency to increase energy consumption in variants with mineral fertilizers on 48.8–79.0 %, compared with non-fertilized areas.

The output of energy from biogas (from one hectare of compatible crops of sweet sorghum and corn) in all fertilizer variants exceeded this index obtained in single-species crops. Thus, for compatible crops of hybrids Dovista and Monica 350 MW, the energy output per unit area was 143.2–240.2 GJ/ha, and in single-species crops 108.4–181.6 and 100.8–191.3 GJ/ha respectively.

The maximum coefficient of energy efficiency was when growing compatible crops of sweet sorghum and corn –10.4–11.1. When applying mineral fertilizers, energy efficiency coefficient reduced on 1.6–6.5 % for all methods of sowing compared with unfertilized variants.

Thus, the use of mineral fertilizers in single-species and compatible crops of sweet sorghum and corn contributed to the increase of conditionally net profit, but compared to the unfertilized background, the level of profitability decreased. The coefficient of energy efficiency decreased on 1.6–6.5 % when applying mineral fertilizers. The highest indexes of economic and energy efficiency and the output of biogas (9.5–11.0 thousand m³/ha) were obtained for the compatible crops of sweet sorghum and corn on the background of mineral fertilizers.

Key words: *sweet sorghum, corn, economic efficiency, compatible crops, fertilizers, biogas, energy output.*