

УДК 631.8:633.282:633.283:620.952

Комплексна оцінка вирощування біоенергетичних культур залежно від різних систем удобрення

Скачок Л. М.^{1*}, Квак В. М.²

¹Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН, вул. Шевченко, 97, м. Чернігів, 14027, Україна, *e-mail: l1205@mail.ru

²Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03141, Україна

Мета. Встановлення особливостей мінерального живлення рослин, застосування мікробних препаратів при вирощування проса лозовидного та міскантусу в ґрунтово-кліматичних умовах Полісся. **Методи.** Польовий. **Результати.** Показано вплив різних систем удобрення на продуктивність, енергетичну та економічну ефективність при вирощуванні міскантусу і проса лозовидного. Найбільшу біомасу 12,3 т/га міскантусу і 9,6 т/га проса прутоподібного було отримано на варіанті з використанням альтернативних джерел органічних добрив (солома + сидерат) та за часткової заміни мінерального добрива комплексним рідким добривом Оазис. Аналіз економічної ефективності вирощування біоенергетичних культур показав, що рівень рентабельності виробництва біомаси міскантусу за три роки становить 53 % при системі удобрення гній, 40,0 т/га + N₄₀P₁₅K₆₀ та 95 % при заміні гною сидератом та соломою поєднано з N₂₀P₁₅K₅₅ + Оазис (N₂₀). **Висновки.** За вирощування енергетичних культур доцільним є використання альтернативних джерел органічних добрив (солома, 10 т/га + сидерат – люпин вузьколистий) та зменшення норми мінеральних добрив за рахунок внесення рідкого полімінерального добрива Оазис. Максимальний розрахунковий вихід твердого палива та енергії отримано з біомаси проса лозовидного – 10,6 т/га та 169,6 ГДж, міскантусу – 13,4 т/га та 214,4 ГДж на варіанті сидерат + солома, 10 т/га + N₂₀P₁₅K₅₅ + Оазис, що на 17–21 % відповідно більше, ніж на фоні (гній 40,0 т/га + N₄₀P₁₅K₆₀).

Ключові слова: система удобрення, міскантус, просо лозовидне, енергетична та економічна ефективність.

Постановка проблеми

У зв'язку зі зростанням цін на імпортований природний газ стає актуальним заміна його на більш дешеві аналоги – тверді види палива, тобто використати енергетичний потенціал нових видів сільськогосподарських культур. Велика кількість рослин була досліджена для визначення потенційної можливості їх використання як енергетичних культур, але тільки небагато видів досягли комерційного рівня і вирощуються на великих площах. Серед них найпоширенішими є міскантус та просо лозо видне. Вони висаджуються приблизно на 10–15 років, підготовка ґрунту та догляду не потребує значних енергетичних затрат, щорічно збирається високий врожай з використанням звичайної сільськогосподарської техніки [1].

Великий потенціал організації енергетичних плантацій (верба, тополя, міскантус тощо), спеціально вирощених на землях, які нині не використовують (землі, що піддалися радіоактивному забрудненню, або використовують в Україні неефективно), посприє підвищенню частки біомаси в енергетичному балансі країни до 20–25 % [2].

Україна має всі можливості для того щоб стати країною «зеленої» енергетики – всебічного й повного використання біомаси. Розвиток біоенергетичних технологій зменшить залежність нашої країни від імпортованих енергоносіїв, підвищить її енергетичну безпеку завдяки організації енергопостачання на базі місцевих відновлюваних ресурсів, створить значну кількість нових робочих місць (переважно в сільських районах), зробить великий внесок у поліпшення екологічної ситуації.

Отже, необхідно знайти принципово нові підходи до розробки комплексної технології виробництва біопалива з максимальним використанням органічних речовин та створенням маловідходних технологічних циклів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Рослини міскантусу та проса лозовидного невимогливі до якості ґрунту, їх можна рекомендувати вирощувати на деградованих, малопродуктивних землях та на полях зі схилами. Вони не вимогливі до вмісту поживних речовин у ґрунті, але як і усі рослини, добре реагують на удобрення.

Аналіз літературних джерел свідчить, що азотні добрива впливають на збільшення висоти рослин міскантусу та кількості пагонів у середньому на 9,5 та 24,0 % відповідно, врожайність сухої біомаси – на 31,5 % [3].

За сучасних умов розвитку інтенсивного землеробства сидерацію та побічну продукцію на добрива необхідно розглядати як важливу ланку енерго- та ресурсощадних екологічно безпечних біологізованих технологій вирощування сільськогосподарських культур. Адаптація поєднання соломи із сидератами посилює гумусотворну здатність ґрунту за рахунок надходження додаткової органіки та інтенсифікації розвитку мікроорганізмів, які прискорюють мінералізацію соломи, що в результаті сприяє підвищенню врожайності [4–5].

Мета досліджень – встановити особливості мінерального живлення рослин, застосування мікробних препаратів при вирощування проса лозовидного та міскантусу в ґрунтово-кліматичних умовах Полісся.

Матеріали та методика досліджень

Дослідження проводились у відділі наукового забезпечення агропромислового виробництва Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН протягом 2011–2015 рр. за загальноприйнятими науковими та спеціальними агрономічними методиками досліджень, з широким використанням електронної обчислювальної техніки для опрацювання отриманих результатів [6].

Ґрунти дослідної ділянки – дерново-глейові супіщані з наступною агрохімічною характеристикою орного шару: вміст гумусу (за Тюрнімом) – 2,1 %, легкогідролізованого азоту – 6,3 мг/100 г ґрунту, рухомих форм фосфору – 6,7, калію обмінного – 7,9 мг/100 г ґрунту, рН_{сол.} – 6,8. Агрохімічні аналізи ґрунту проводили за загальноприйнятими методиками [7].

Польовий дослід було закладено на двох культурах – міскантусі та просі лозовидному. Площа облікової ділянки для міскантусу – 50 м², для проса лозовидного – 10 м².

Схема польового дослідження:

1. Гній, 40,0 т/га + N₄₀P₁₅K₆₀
2. Біоферм – еквівалентно вар. 1 (6 т/га)
3. Сидерат + солома, 10 т/га + N₄₀P₁₅K₆₀
4. Сидерат + солома, 10 т/га + N₄₀K₆₀ + Поліміксобактерин
5. Сидерат + солома, 10 т/га + N₂₀P₁₅K₆₀ + Мікрогумін
6. Сидерат + солома, 10 т/га + N₂₀P₁₅K₅₅ + Оазис (N₂₀).

БіоПроФерм – екологічно чисте органічне добриво виробляється методом природної ферментації з органічної сировини, компонентами якої є гній, курячий послід, торф, тирса та інші органічні матеріали. Вміст основних макро- і мікроелементів: 1) макроелементи: азот – 25–30 г/кг, фосфор – 20–25, калій – 10–15, кальцій – 18–20 г/кг; кислотність – 6,3–7,2 (нейтральна); 2) мікроелементи: залізо, марганець, цинк, бор, мідь, кобальт, молібден. Вміст азоту в перерахунку на суху речовину – 3,2 %, фосфору – 3,3 %, калію – 1,5 %.

Оазис – універсальне комплексне рідке добриво призначене для передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення сільськогосподарських рослин під час вегетації. Дає змогу підвищити врожайність зернових культур за позакореневого підживлення до 20 %. Передпосівна обробка насіння забезпечує 12–14 % приріст урожаю. Склад добрива: азот (N)

– 24,0 %; оксид калію (K₂O) – 4,5 %; сірка (S) – не менше 0,1 %; бор (B) – 0–0,071 %; кобальт (Co) – 0,0006–0,0084 %; мідь (Cu) – 0,014–0,2 %; цинк (Zn) – 0,026–0,091 мг/л; залізо (Fe) – 0–0,08 %; марганець (Mn) – 0–0,079 %; молібден (Mo) – 0–0,018–%; магній (Mg) не менше – 2,0 %; хелатоутворюючі речовини – 8,5 %.

Поліміксобактерин – мікробний препарат є біодобривом. Механізм дії препарату пов'язаний з властивістю бактерій *Paenibacillus polymyxa* KB продукувати комплекс регуляторів росту природного походження, а також органічні кислоти та фосфатазу, що приводить до розчинення важкорозчинних мінеральних й органічних фосфатів ґрунту. Поліміксобактерин сприяє підвищенню росту й розвитку рослин, їх стійкості до хвороб та поліпшенню фосфатного живлення рослин, знижує фітотоксичну дію пестицидів, поліпшує якість продукції, збільшує врожай сільськогосподарських культур.

Мікрогумін – комплексний препарат, включає бактеріальний компонент (бактерії роду *Azospirillum*) та екстракт біогумусу (вермикомпосту), що містить фізіологічно активні речовини. Підвищує активність асоціативної азотфіксації, сприяє мобілізації ґрунтових фосфатів, стимулює ріст і розвиток культур. Застосовували препарати для передпосівної інокуляції насіння проса лозовидного та ризомів міскантусу.

Результати досліджень

У середньому за роки досліджень на дерново-глейовому супіщаному ґрунті, система удобрення, яка включала альтернативні джерела органічних добрив (солома, 10 т/га + сидерат – люпин вузьколистий поєднано з азотфіксуючим або фосформобілізуючим препаратами) не поступалась загальноприйнятій органо-мінеральній системі удобрення за вирощування біоенергетичних культур (табл. 1, 2).

Таблиця 1

Урожайність проса лозовидного, вихід твердого палива та енергії з одиниці площі залежно від різних систем удобрення (середнє за 2011–2015 рр.)

№ вар.	Варіант	Урожайність,			Урожайність сухої речовини,		Вихід твердого палива, т/га	Вихід енергії, ГДж
		т/га	приріст		т/га	приріст, %		
			± т/га	%				
1	Гній, 40,0 т/га + N ₄₀ P ₁₅ K ₆₀	16,7	–	100	8,0	100	8,8	141,2
2	Біоферм – еквівалентно вар. 1	17,7	1,0	106	8,5	106	9,3	148,7
3	Сидерат + солома, 10 т/га + N ₄₀ P ₁₅ K ₆₀	19,4	2,7	116	9,1	114	10,0	178,0
4	Сидерат + солома, 10 т/га + N ₄₀ K ₆₀ + Поліміксобактерин	19,3	2,6	116	9,1	114	10,1	160,7
5	Сидерат + солома, 10 т/га + N ₂₀ P ₁₅ K ₆₀ + азотфіксуючий біопрепарат	19,0	2,3	114	9,0	113	9,8	157,5
6	Сидерат + солома, 10 т/га + N ₂₀ P ₁₅ K ₅₅ + Оазис (N ₂₀)	20,6	3,9	123	9,6	120	10,6	169,6

Так, у середньому за чотири роки при вирощуванні проса лозовидного одержано приріст зеленої маси 6–23 %, міскантусу – 7–16 %.

Найбільшу біомасу по досліджуваних культурах було отримано на варіанті з використанням альтернативних джерел органічних добрив (солома + сидерат) та за часткової заміни мінерального добрива комплексним рідким добривом Оазис. Приріст біомаси рослин проса лозовидного становив 23 %, міскантусу – 16 %.

Встановлено, що просо лозовидне забезпечує вихід з 1 га сухої речовини на рівні 8,0–9,6 т/га, міскантус – 10,5–12,3 т/га. За вирощування проса лозовидного в середньому за чотири роки з біомаси було отримано твердого біопалива в межах від 8,8 до 10,6 т/га, міскантусу – 11,5–13,4 т/га.

Відповідно, при визначенні отриманої з одиниці площі енергії більші прирости до контролю було отримано з варіанту, де система удобрення включала альтернативні джерела органічних добрив (сидерат + солома, 10 т/га + N₂₀P₁₅K₅₅) та за часткової заміни мінерального добрива комплексним рідким добривом Оазис: у проса лозовидного – 20–26 %, у міскантусу – 14–17 %.

Найбільший вихід твердого палива в середньому за роки дослідження для проса лозовидного склав 10,6 т/га, міскантусу – 13,4 т/га.

Отже, біоенергетичні культури позитивно реагують на альтернативні джерела органічних добрив, мікробні препарати та рідкі комплексні добрива.

Таблиця 2

Урожайність міскантусу, вихід твердого палива та енергії з одиниці площі залежно від різних систем удобрення (середнє за 2011–2015 рр.)

№ вар.	Варіант	Урожайність,			Урожайність сухої речовини,		Вихід твердого палива, т/га	Вихід енергії, ГДж
		т/га	приріст		т/га	приріст, %		
			± т/га	%				
1	Гній, 40,0 т/га + N ₄₀ P ₁₅ K ₆₀	23,0	–	100	10,5	100	11,5	183,8
2	Біопроферм – еквівалентно вар. 1	24,7	1,7	107	11,2	107	12,3	197,0
3	Сидерат + солома, 10 т/га + N ₄₀ P ₁₅ K ₆₀	26,1	3,1	113	11,9	113	13,1	208,9
4	Сидерат + солома, 10 т/га + N ₄₀ K ₆₀ + Поліміксобактерин	25,3	2,3	110	11,5	110	12,7	203,0
5	Сидерат + солома, 10 т/га + N ₂₀ P ₁₅ K ₆₀ + азотфіксуючий біопрепарат	25,7	2,7	112	11,7	111	12,9	206,8
6	Сидерат + солома, 10 т/га + N ₂₀ P ₁₅ K ₅₅ + Оазис (N ₂₀)	26,7	3,7	116	12,3	117	13,4	214,4

Аналіз економічної ефективності вирощування біоенергетичних культур показав (табл. 3), що собівартість виробництва 1 т сухої біомаси міскантусу за перші три роки вегетації є найбільшою і становить 494,6–491,9 грн. Це пов'язано з тим, що в перший рік виробництво біомаси міскантусу є збитковим у зв'язку з низькою врожайністю та високими витратами на садивний матеріал (80,1–81,6 % від усіх витрат за три роки). Тому, прибуток від реалізації сировини міскантусу можна отримати лише на третьому році вирощування.

Таблиця 3

Економічна ефективність вирощування біоенергетичних культур на площі 1 га для виробництва твердого біопалива залежно від елементів систем удобрення за три роки вегетації

Показник	Система удобрення			
	гній, 40,0 т/га + N ₄₀ P ₁₅ K ₆₀		сидерат + солома, 10 т/га + N ₂₀ P ₁₅ K ₅₅ + Оазис (N ₂₀)	
	міскантус	просо лозовидне	міскантус	просо лозовидне
Виробничі витрати, грн	12563,34	7598,24	12219,17	7313,94
Вихід біомаси, т/га	53,1	43,7	62,7	53,7
Собівартість виробництва 1 т, грн	236,59	137,87	194,88	136,2
Вихід сухої біомаси, т/га	25,4	21,2	30,4	25,9
Собівартість сухої біомаси 1 т, грн	494,61	358,41	401,95	282,4
Умовно чистий прибуток, грн/т	55,39	151,59	148,05	267,6
Рівень рентабельності, %	11	53	37	95

Рівень рентабельності виробництва біомаси міскантусу за три роки становить 53 % за системи удобрення гній, 40,0 т/га + N₄₀P₁₅K₆₀ та 95 % – у разі заміни гною сидератом та соломною сумісно з N₂₀P₁₅K₅₅ + Оазис (N₂₀).

За використання альтернативної системи удобрення собівартість однієї тони сухої біомаси міскантусу зменшується на 92,7 грн, проса лозовидного – на 76,01 грн. Рівень рентабельності виробництва зростає на 26 % при вирощуванні міскантусу, на 42 % – проса лозовидного.

Економічна ефективність виробництва міскантусу за чотири роки вирощування була вищою за використання альтернативних джерел органічних добрив (сидерат + солома) і частковою заміною мінерального добрива рідким мінеральним добривом Оазис порівняно з органо-мінеральною системою удобрення: зменшилась собівартість сухої біомаси за рахунок збільшення урожайності на 215,1 грн/т та рівень рентабельності зріс на 62,5 % (табл. 4).

Таблиця 4

Економічна ефективність вирощування біоенергетичних культур на площі 1 га для виробництва твердого біопалива залежно від елементів систем удобрення за чотири роки вегетації

Показник	Система удобрення			
	гній, 40,0 т/га + N ₄₀ P ₁₅ K ₆₀		сидерат + солома, 10 т/га + N ₂₀ P ₁₅ K ₅₅ + Оазис (N ₂₀)	
	міскантус	просо лозовидне	міскантус	просо лозовидне
Виробничі витрати, грн	37707,6	24053,5	33662,8	20113,2
Вихід біомаси, т/га	68,7	42,9	78,7	52,8
Собівартість виробництва 1 т, грн	548,9	560,7	427,7	380,9
Вихід сухої біомаси, т/га	41,8	32,1	49,0	38,5
Собівартість сухої біомаси 1 т, грн	902,1	749,3	687,0	522,4
Умовно чистий прибуток, грн/т	897,9	1050,7	1113,0	1277,6
Рівень рентабельності, %	99,5	140,2	162,0	244,6

За вирощування проса лозовидного по варіанту сидерат + солома, 10 т/га + N₂₀P₁₅K₅₅ + Оазис (N₂₀) порівняно з варіантом гній, 40,0 т/га + N₄₀P₁₅K₆₀ вихід сухої біомаси був вище на 6,4 т/га, що вплинуло на її собівартість, яка склала 226,9 грн/т, а рівень рентабельності був більше на 104,4 %.

Аналіз економічної ефективності вирощування біоенергетичних культур впродовж 2015 року показав (табл. 5), що собівартість виробництва 1 т сухої біомаси проса лозовидного є більшою за міскантус і становить 110–136 грн.

Таблиця 5

Економічна ефективність вирощування біоенергетичних культур на площі 1 га для виробництва твердого біопалива залежно від елементів систем удобрення за 2015 рік

Показник	Система удобрення			
	гній, 40 т/га + N ₄₀ P ₁₅ K ₆₀		сидерат + солома, 10 т/га + N ₂₀ P ₁₅ K ₅₅ + Оазис (N ₂₀)	
	міскантус	просо лозовидне	міскантус	просо лозовидне
Виробничі витрати, грн	3158,4	3158,4	3158,4	3158,4
Вихід біомаси, т/га	39,0	23,2	44,2	28,7
Собівартість виробництва 1 т, грн	81,0	136,1	71,5	110,0
Вихід сухої біомаси, т/га	16,4	10,9	18,6	12,6
Собівартість сухої біомаси 1 т, грн	192,6	289,8	169,8	250,7
Умовно чистий прибуток, грн/т	1607,4	1510,2	1630,2	1549,3
Рівень рентабельності, %	835	521	960	618

Рівень рентабельності виробництва сухої біомаси за 2015 рік був більшим по міскантусу і становив 835 % при системі удобрення гній, 40 т/га + N₄₀P₁₅K₆₀ та 960 % – при заміні гною сидератом та соломою поєднано з N₂₀P₁₅K₅₅ + Оазис (N₂₀).

Отже, за використання альтернативних джерел органічних добрив при вирощуванні біомаси біоенергетичних культур порівняно з органо-мінеральною системою удобрення собівартість сухої біомаси, зібраної за чотири роки, міскантусу й проса лозовидного, знижується на 215,1 та 226,9 грн відповідно. Рівень рентабельності виробництва біопалива при цьому зростає на 62,5 % при вирощуванні міскантусу, на 104,4 % – проса лозовидного.

Висновки

За вирощування нових видів енергетичних культур (міскантусу і проса лозовидного) доцільним є використання альтернативних джерел органічних добрив (солома, 10 т/га + сидерат – люпин вузьколистий) та зменшення норми мінеральних добрив за рахунок внесення рідкого полімінерального добрива Оазис. В середньому за чотири роки вирощування вмісту сухої речовини складає у рослин проса лозовидного 20 %, у рослин міскантусу – 17 % до фону (гній + NPK).

Максимальний розрахунковий вихід твердого палива та енергії з нього отримано з біомаси проса лозовидного – 10,6 т/га та 169,6 ГДж, міскантусу – 13,4 т/га та 214,4 ГДж на варіанті сидерат + солома, 10 т/га + N₂₀P₁₅K₅₅ + Оазис, що на 17–21 % відповідно більше, ніж на фоні (гній, 40 т/га + N₄₀P₁₅K₆₀).

За використання альтернативних джерел органічних добрив при вирощуванні біомаси біоенергетичних культур порівняно з органо-мінеральною системою удобрення собівартість сухої біомаси, зібраної за чотири роки, міскантусу й проса лозовидного, знижується на 215,1 та 226,9 грн відповідно. Рівень рентабельності виробництва біопалива при цьому зростає на 62,5 % при вирощуванні міскантусу, на 104,4 % – проса лозовидного.

Використана література

1. Роїк М. В. Сучасний стан розвитку селекції та реєстрації представників роду *Miscanthus* в Україні та світі / М. В. Роїк, С. М. Гонтаренко С. О. Лашук // Наукові праці Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків : зб. наук. пр. – К. : ФООП Корзун Д. Ю., 2014. – Вип. 21. – С. 249–254.
2. Роїк М. В. Енергетичні культури для виробництва біопалива / М. В. Роїк, В. Л. Курило, М. Я. Гументик, В. М. Квак // Наукові праці Полтавської державної аграрної академії : зб. наук. пр. – Полтава : РВВ ПДАА, 2010. – Т. 7 : Енергозбереження та альтернативні джерела енергії: проблеми і шляхи їх вирішення. – С. 12–17.
3. Продуктивність міскантусу залежно від густоти стояння рослин та дози внесення мінеральних добрив в умовах західної частини Лісостепу України / В. Л. Курило, М. Я. Гументик, В. М. Квак [та ін.] // Матер. Міжнар. науково-практ. інтернет-конференції, присвяченої 150-річчю від дня народження академіка Д. М. Прянишникова та Міжнародному Дню агрохіміка (м. Львів, 8–10 червня 2015 р.). – Львів, 2015. – С. 267–275.
4. Бовсуновський А. М. Вплив побічної продукції та сидерату на гумусний стан світло-сірого ґрунту / А. М. Бовсуновський // Землеробство : міжвід. темат. наук. зб. – К., 2009. – Вип. 81. – С. 47–51.
5. Вплив системи удобрення та способів основного обробітку ґрунту на агрохімічні властивості чорнозему типового / В. М. Мартиненко, Н. К. Сенченко, М. Г. Собко // Вісник Сумського національного аграрного ун-ту. Серія : Агрономія і біологія. – 2014. – Вип. 3. – С. 51–56.
6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
7. Сборник методов исследования почв и растений / В. П. Ковальчук, В. Г. Васильев, Л. В. Бойко, В. Д. Зосимов. – К. : Труд-ГриПол-XXI век, 2010. – 252 с.

УДК 631.8:633.282:633.283:620.952

Скачок Л. Н.^{1*}, Квак В. М.² Комплексная оценка выращивания биоэнергетических культур в зависимости от систем удобрения

¹*Институт сельскохозяйственной микробиологии и агропромышленного производства НААН, ул. Шевченко, 97, г. Чернигов, 14027, Украина, *e-mail: 11205@mail.ru*

²*Институт биоэнергетических культур и сахарной свеклы НААН, ул. Клиническая, 25, г. Киев, 03141, Украина*

Цель. Установление особенностей минерального питания растений, применения микробных препаратов при выращивании проса прутьевидного и мискантуса в почвенно-климатических условиях Полесья. **Методы.** Полевой. **Результаты.** Показано влияние различных систем удобрения на производительность, энергетическую и экономическую эффективность при выращивании мискантуса и проса прутьевидного. Наибольшую биомассу 12,3 т/га мискантуса и 9,6 т/га проса прутьевидного было получено на варианте с использованием альтернативных источников органических удобрений (солома + сидераты) и при частичной замены минерального удобрения комплексным жидким удобрением Оазис. Анализ экономической эффективности выращивания биоэнергетических культур показал, что уровень рентабельности производства биомассы мискантуса за три года составляет 53 % при системе удобрения навоз, 40 т/га + N₄₀P₁₅K₆₀ и 95 % при замене навоза сидератом и соломой совместно с N₂₀P₁₅K₅₅ + Оазис (N₂₀). **Выводы.** При выращивании энергетических культур целесообразным является использование альтернативных источников органических удобрений (солома, 10 т/га + сидераты – люпин узколистый) и уменьшение нормы минеральных удобрений за счет внесения жидкого полиминерального удобрения Оазис. Максимальный расчетный выход твердого топлива и энергии получено из биомассы проса лозовидного – 10,6 т/га и 169,6 ГДж, мискантуса – 13,4 т/га и 214,4 ГДж на варианте сидераты + солома, 10 т/га + N₂₀P₁₅K₅₅ + Оазис, что на 17–21 % соответственно больше, чем на фоне (навоз, 40 т/га + N₄₀P₁₅K₆₀).

Ключевые слова: система удобрения, мискантус, просо прутьевидное, энергетическая и экономическая эффективность.

UDC 631.8:633.282:633.283:620.952

Skachok L.M.^{1*}, Kvak V.M.² Comprehensive assessment of growing bioenergy crops as affected by various fertilization system

¹*Institute of Agricultural Microbiology and Agricultural Production of NAAS, 97 Shevchenko Str., Chernihiv, 14027, Ukraine, *e-mail: 11205@mail.ru*

²*Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of NAAS, 25 Klinichna Str., Kyiv, 03141, Ukraine*

Purpose. To found out the features of mineral nutrition of plants and application of microbial formulations for growing switchgrass and miscanthus under the soil and climatic conditions of Polissia. **Methods.** Field. **Results.** The effect of different fertilization systems on productivity, energy and economic efficiency in growing miscanthus and switchgrass is shown. The largest biomass of miscanthus (12.3 t/ha) and switchgrass (9.6 t/ha) was obtained in the treatment with alternative sources of organic fertilizers (green manure + straw) and with partial replacement of mineral fertilizer by complex liquid fertilizer Oasis. Analysis of the economic efficiency of growing bioenergy crops showed that the profitability of miscanthus biomass production for three years amounted to 53 % when introducing manure 40.0 t/ha + N₄₀P₁₅K₆₀ and 95 % when replacing manure by green manure and straw N₂₀P₁₅K₅₅ + Oasis (N₂₀). **Conclusions.** For energy crops, it is appropriate to use alternative sources of organic fertilizers (straw, 10 t/ha + green manure *Lupinus angustifolius*) and reduce fertilizer rates by applying liquid multiminerall fertilizer Oasis. The maximum estimated yield of solid fuel and energy was obtained from biomass of switchgrass (10.6 t/ha and (169.6 GJ), and miscanthus (13.4 t/ha and 214.4 GJ) in the treatment with green manure + straw, 10 t/ha + N₂₀P₁₅K₅₅ + Oasis, which is 17–21 %, respectively, greater than against the background (manure 40.0 t/ha + N₄₀P₁₅K₆₀).

Keywords: fertilizer system, miscanthus, switchgrass, energy and economic efficiency.

Надійшла 11.11.2016