

ВИРОЩУВАННЯ МІСКАНТУСУ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОЇ ЧАСТИНИ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Радченко Микола Володимировичкандидат сільськогосподарських наук, доцент
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0001-9376-8657
radchenkonikolay@ukr.net**Глупак Зоя Іванівна**кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0001-5330-1905
zoya_glupak@ukr.net**Данильченко Олеса Миколаївна**кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0003-1251-4044
x-lesya-x@ukr.net

Наведені результати дослідження з ефективності використання різних доз мінеральних добрив на продуктивність міскантусу. За результатами досліджень було встановлено, що кращі умови для росту, розвитку і формування врожаю склалися на варіанті з внесенням мінеральних добрив в дозі N_{60} . Внесення мінеральних добрив в дозі N_{60} наприкінці вегетації міскантусу забезпечило отримання максимальної висоти 241,8 см, діаметру стебла 14,1 мм та кількості міжвузлів 7,1 шт./рослину. В результаті оцінених показників відмічено найбільшу кількість листків на рослині – 10,5 шт. з довжиною 95,0 см та шириною 2,5 см. При внесенні мінеральних добрив в дозі N_{60} відмічено максимальну вагу сухої рослини – 37,1 г з передзбиральною густиною 42,0 шт./м² та урожайністю 15,58 т/га.

Ключові слова: міскантус, мінеральні добрива, висота рослин, діаметр стебла, кількість міжвузлів, передзбиральна густина, урожайність.

DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2019.3.6>

Вступ. Сучасний стан виробництва та використання біопалива в Україні знаходиться у стадії становлення, що складає лише 1 % від загального споживання енергоресурсів. Проблема використання альтернативних джерел енергії з відновлюваної сировини стає дедалі актуальнішою для сучасного суспільства у зв'язку з енергетичною кризою і екологічним станом, який погіршується [1, 2, 3].

Серед багатьох неузгоджених проблем у даній галузі є відсутність стандартів на сировину, недостатня кількість законодавчо-нормативних актів, а також виробники біопалива стикаються з проблемою нестачі сировини для забезпечення роботи протягом усього року. Для стабільного завантаження виробничих потужностей біопаливних заводів необхідна планова кількість органічної сировини та відповідна логістика. Дану проблему можливо вирішити завдяки створенню власних енергетичних плантацій високопродуктивних культур швидкої ротації з високою врожайністю біомаси із підвищеним вмістом целюлози та лігніну.

З поміж цілого ряду високопродуктивних культур перспективною для виробництва біопалива у вигляді паливних гранул є багаторічна злакова культура міскантус [4]. Міскантус давно відомий на трьох континентах – в Азії, Африці і Австралії, а в Європу потрапив на початку 1990 років. В Україні попит на енергію з відновлюваних джерел з кожним роком зростає. Збільшується інтерес до вирощування та впровадження високопродуктивних трав'янистих рослин, таких, як види роду *Miscanthus* Anderss. [3]. Його актуальність з'явилася, коли виникла проблема енергозалежності. Тоді міскантус визнали революційною культурою в якості сировини для

виробництва біопалива, а також для виробництва енергії шляхом його безпосереднього спалювання. Широке впровадження міскантусу у культуру землеробства сприятиме не лише отриманню відновлюваної енергії з біомаси, а й поліпшенню екологічного стану агроландшафтів України [5].

Під час вирощування фітоенергетичних культур важливим елементом технології є використання добрив з метою підвищення врожайності вегетативної маси. Тому необхідно дослідити ріст і розвиток та продуктивність рослин міскантусу залежно від фону живлення. Однією з важливих умов одержання високих урожаїв міскантусу за раціональних затрат на його вирощування є визначення оптимальних норм добрив. За даними професора В. Зінченка, з урожаєм 20 т сухої маси міскантусу з 1 га виноситься близько 60 кг N, 16 кг P₂O₅, 80 кг K₂O за невисокого рівня удобрення. Досить позитивно впливає на продукування біомаси внесення азотних добрив до 90 кг/га. Загальні потреби в поживних речовинах такі: азот (N) 2-5, фосфор (P) 0,3-1,1 кг/т сухої маси [6].

Проте Райнерд Шперр із Австрії вважає по іншому, що потреба міскантусу в добривах досить невелика, тому не потрібно удобрювати його в перший рік після садіння. Можливе і навіть бажане удобрення міскантусу його золою, але не рекомендується підживлювати рідким гноєм. Потреба в азоті або добривах є досить низькою через збереження потенціалу в кореневищах [7]. У зв'язку з цим виникає потреба у більш детальному визначенні норми добрив для вирощування міскантусу.

Аналіз літературних джерел свідчить, що у період вегетації потреба рослин міскантусу в мінеральних добривах є

Вісник Сумського національного аграрного університету

низькою. Середня рекомендована доза поживних речовин на рік, що застосовується на практиці, складає: азоту 50 кг/га, фосфору – 5 кг/га та калію 30 кг/га. Завдяки відтоку поживних речовин (з осені до весни) із надземної частини у підземну та мульчі із опалих листків відбувається щорічно рециркуляція елементів живлення. Крім того, вони накопичуються у ризомах і використовуються повторно у новому вегетаційному періоді. Коренева система цієї культури проникає досить глибоко і може використовувати поживні речовини з глибших шарів ґрунту [8, 9, 10].

За дослідженнями Курило В. Л. встановлено особливості формування продуктивності міскантусу гігантського залежно від маси ризомів, густоти їх садіння та дози мінеральних добрив в умовах Центрального Лісостепу України. Досліджено, що кількість пагонів збільшувалась із збільшенням норми добрив від 14,0 до 20,8 шт. на одну рослину. У досліді спостерігали таку тенденцію: за збільшення дози добрив від $N_{60}P_{25}K_{30}$ до $N_{60}P_{25}K_{30}$ урожайність сухої біомаси зростала в середньому від 1,3 до 2,8 т/га [11].

Даними Скачок Л. М. і Квас В. М. показаний вплив різних систем удобрення на продуктивність при вирощуванні міскантусу. Для вирощування міскантусу 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 міскантусу – 13,4 т/га та 214,4 ГДж на варіанті сидерат + солома, 10 т/га + $N_{20}P_{15}K_{55}$ + Оазис, що на 17–21 % відповідно більше, ніж на фоні (гній 40,0 т/га + $N_{40}P_{15}K_{60}$) [12].

Перспективним напрямком досліджень є подальше проведення досліджень щодо встановлення економічної доцільності та окупності різних доз добрив а також вивчення нових елементів технології за вирощування міскантусу.

Мета дослідження – вивчити продуктивність міскантусу за різних доз добрив як перспективної енергетичної культури для отримання біопалива в умовах північно-східної частини Лісостепу.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводилися на базі навчально-наукового виробничого центру Сумського НАУ за загальноприйнятими методиками [13] протягом 2017–2018 рр. Ґрунти дослідного поля чорнозем типовий потужний важко-суглинковий середньогумусний, який характеризується такими показниками: вміст гумусу в орному шарі (за І. В.Тюриним) – 4,0 %, реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної (рН 6,5), вміст легкогідролізованого азоту (за І. В. Тюриним) 9,0 мг, рухомого фосфору і обмінного калію (за Ф. Чиріковим) відповідно 14 мг і 6,7 мг на 100 ґрунту.

Агротехніка в досліді відповідала рекомендованій на час їх проведення для зони північно-східної частини Лісостепу, за виключенням агрозаходу, який передбачався схемою досліді для вивчення, а саме дози мінеральних добрив.

Польові досліді були закладені рендомізованим способом у трьохкратному повторенні. Облікова площа елементарної ділянки становила – 50 м². Як матеріал для досліді був використаний сорт міскантусу Осінній зорецвіт.

Схема досліді:

- контроль (без добрив);
- N_{30} – внесення у фазу кушіння;
- N_{60} – внесення у фазу кушіння;

Результати та їх обговорення. Для розробки сучасних технологій вирощування рослин виникає необхідність вивчення закономірностей їх росту, розвитку і формування врожаю та його якості залежно від дії агротехнічних заходів, таких як доза мінеральних добрив.

Темпи росту і розвитку рослин міскантусу у процесі вегетації дають можливість своєчасно впливати на процес формування високої продуктивності культури. Куперман Ф. М. стверджує, що однією із головних ознак, що визначає ріст і розвиток рослин, є висота [14]. Формування надземної маси міскантусу, зокрема висоти, залежить від морфологічних особливостей сорту, гідротермічних і агротехнологічних заходів, у тому числі й від удобрення. Вимірюючи висоту основного пагона міскантусу в різні періоди проведення обліків (табл. 1), бачимо, що на варіанті без добрив висота основного пагона була найменшою впродовж всього періоду вегетації.

Таблиця 1

Висота, діаметр та кількість міжвузлів на стеблі рослин міскантусу залежно від фону живлення (середнє за 2017–2018 рр.)

| Фон живлення | Висота рослин, см | Діаметр стебла, мм | Кількість міжвузлів на стеблі, шт. |
|--|-------------------|--------------------|------------------------------------|
| У період вегетації (липень) | | | |
| Без добрив (контроль) | 172,4±5,6 | 8,4±0,3 | 5,8±0,5 |
| N_{30} | 186,4±6,2 | 10,8±0,4 | 6,2±0,6 |
| N_{60} | 211,6±6,0 | 12,0±0,4 | 7,1±0,6 |
| Наприкінці вегетації (кінець серпня початок вересня) | | | |
| Без добрив (контроль) | 201,3±5,8 | 9,2±0,4 | 6,4±0,4 |
| N_{30} | 217,8±6,0 | 11,7±0,4 | 7,3±0,5 |
| N_{60} | 241,8±6,5 | 14,1±0,5 | 8,0±0,5 |

У другій декаді липня висота рослин на контролі становила 172,4 см, тоді як на удобрених варіантах вона була вищою на 14,0–39,2 см.

У серпні приріст висоти головного пагона міскантусу був у середньому на 29–31 см більший, ніж у липні. У серпні місяці висота головного пагона була в межах від 201,3 до 241,8 см залежно від досліджуваних варіантів. Максимальний показник висоти 241,8 см спостерігали на варіанті із внесенням добрив N_{60} , і найнижчий показник 201,3 см відмічено на

варіанті без внесення добрив (табл. 1). Приріст рослин у висоту – одне з найбільш яскравих відображень життєдіяльності рослинного організму, який, за даними В. О. Рубіна залежить від усієї сукупності процесів обміну, що відбуваються в рослинах [15].

Діаметр стебла у період вегетації коливався в межах 8,4–12,0 мм. Найбільший діаметр стебла становив на варіанті N_{60} – 12,0 мм, що більше ніж на контролі на 3,6 мм та на 1,2 мм на варіанті N_{30} . Наприкінці вегетації діаметр стебла коливався від 9,2 до 14,1 мм. Максимальний показник отримано

на варіанті N_{60} – 14,1 мм, що більше на 4,9 та 2,4 мм, відповідно (табл.1).

Стебло у міскантусу, на відміну від інших злакових культур, частково або повністю заповнене білою м'якою серцевиною. Міжвузля біля основи стебла дуже короткі, а у верхній частині стебла досягають значної довжини за рахунок поділу інтеркалярної меристеми [16].

Так, у період вегетації найбільша кількість міжвузлів на стеблі спостерігалася на варіанті N_{60} – 7,1 шт., що більше в порівнянні з контролем на 1,3 шт. та з N_{30} на 0,9 шт. Наприкінці вегетації кількість міжвузлів збільшилася, але не суттєво, так на контролі кількість міжвузлів становила 6,4 шт., N_{30}

– 7,3 шт. та N_{60} – 8,0 шт., що більше в порівнянні з періодом вегетації на 0,6-0,9 шт. на стеблі (табл. 1).

Після появи сходів у рослин міскантусу один за одним починають розвиватися листки, яких на рослині формується до 16-20 шт. Вони лінійної форми із зазубленням вздовж країв. Довжина листка становить від 0,5 до 1,0 м, ширина – від 1,0 до 2,5 см.

Листок один з основних органів рослини, що займає бокове місце на стеблі і виконує функції фотосинтезу, транспірації та газообміну. Кількість листків на головному пагоні дають можливість сформувати фотосинтезуючий апарат рослини, що сприяє нагромадженню біомаси.

Таблиця 2

Кількість листків та їхній розмір на стеблі рослин міскантусу залежно від фону живлення (середнє за 2017–2018 рр.)

| Фон живлення | Листок | | |
|--|--------------------------|-------------|------------|
| | кількість на стеблі, шт. | довжина, см | ширина, см |
| У період вегетації (липень) | | | |
| Без добрив (контроль) | 7,8±0,3 | 75,4±1,8 | 1,6±0,2 |
| N_{30} | 8,7±0,4 | 85,2±2,0 | 1,9±0,2 |
| N_{60} | 9,5±0,4 | 93,2±1,8 | 2,4±0,3 |
| Наприкінці вегетації (кінець серпня початок вересня) | | | |
| Без добрив (контроль) | 8,5±0,4 | 77,5±1,9 | 1,7±0,2 |
| N_{30} | 9,8±0,5 | 88,7±2,0 | 2,0±0,3 |
| N_{60} | 10,5±0,4 | 95,0±2,1 | 2,5±0,3 |

В результаті оцінених показників таблиці 2 відмічено найбільшу кількість листків у період вегетації за варіанту N_{60} – 9,5 шт./стеблі, а найменшу на контролі 7,8 шт./стеблі, на варіанті N_{30} – 8,7 шт./стеблі.

Аналогічна тенденція спостерігалася наприкінці вегетації, так найбільша кількість листків на стеблі становила за варіанту N_{60} – 10,5 шт., на контролі – 8,5 шт., N_{30} – 9,8 шт. Різниця у кількості листків на стеблі між періодами вегетації коливалася від 0,7 до 1,0 шт.

Довжина листків у період вегетації становила від 75,4 до 93,2 см, наприкінці вегетації від 77,5 до 95,0 см. Різниця між періодами вегетації була несуттєвою і становила 1,7–2,1 см. Найбільша довжина листків сформувалася на варіанті N_{60} у період вегетації 93,2 см, наприкінці вегетації 95,0 см, що

більше в порівнянні з контролем на 17,8, 17,5 см, на варіанті N_{30} – 8,0, 6,3 см, відповідно.

Ширина листків на контролі у період вегетації становила 1,6 см, наприкінці вегетації 1,7 см, що більше в порівнянні з варіантом N_{30} на 0,3, 0,3 см, варіантом N_{60} – на 0,8, 0,8 см, відповідно. Так, найбільша ширина листків становила за варіанту N_{60} у період вегетації 2,4 см, наприкінці вегетації 2,5 см.

У літній період з кінця липня нижні листки старіють, оскільки розвинений листовий потенціал культури запобігає достатньому освітленню рослин. Восени після першого морозу, старіння прискорюється і поживні речовини накопичуються у кореневищах. Листки відмирають, а згодом і стебла висихають впродовж зими до відносно низького вмісту вологи, відповідно вага рослини знижується.

Таблиця 3

Вага рослини міскантусу, г (середнє за 2017–2018 рр.)

| Фон живлення | Вага рослини наприкінці вегетації (серпень-вересень) | Вага рослини сухої рослини (березень-квітень) |
|-----------------------|--|---|
| Без добрив (контроль) | 48,5±4,2 | 25,1±2,3 |
| N_{30} | 69,0±4,6 | 32,5±2,7 |
| N_{60} | 77,0±5,0 | 37,1±2,8 |
| HIP ₀₅ | 3,20 | 2,42 |

Наприкінці вегетації вага рослин коливалася в межах 48,5–77,0 г. Найменша вага рослин відмічена на контролі – 48,5 г, що більше на 20,5 г за варіанту N_{30} , та на 28,5 г варіанту N_{60} . Таким чином максимальна вага становила 77,0 г за варіанту N_{60} .

Вага сухої рослини на контролі становила 25,1 г, N_{30} – 32,5 г, N_{60} – 37,1 г. Максимальна вага сухої рослини відмічена за варіанту N_{60} – 37,1 г, що більше на 4,6 г за варіанту N_{30} та 12 г на контролі.

Важливим показником, що визначає величину асиміляційної поверхні на одиниці площі, є густота стеблостою, яка на відміну від густоти стояння рослин залежить від особливостей їх розвитку, зокрема від здатності в конкретних умовах утворювати додаткові пагони. Тобто здатність культур до кущіння повинна бути спрямована для створення значної надземної маси.

З рисунку 1 видно, що із збільшенням норми добрив кількість пагонів на 1 м² зростала, що є позитивною ознакою.

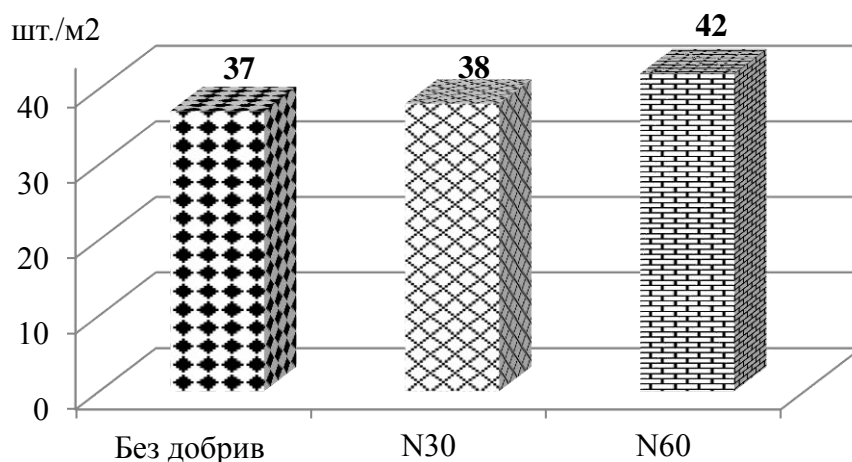


Рис. 1. Передзбиральна густина міскантусу залежно від дози мінеральних добрив (середнє за 2017-2018 рр.), шт.

Передзбиральна густина рослин міскантусу з внесенням різних доз добрив змінювалася. Так найбільша густина відмічена за варіанту N_{60} і становила 42 шт./м², дещо меншу гулоту було отримано за варіанту N_{30} – 38 шт./м² і найменша густина була сформована на контролі 37,0 шт./м².

Основним показником міскантусу гігантського за господарсько-цінними ознаками в якості біомаси є урожайність. Урожайність рослин міскантусу зростала за внесення мінеральних добрив (рис. 2).

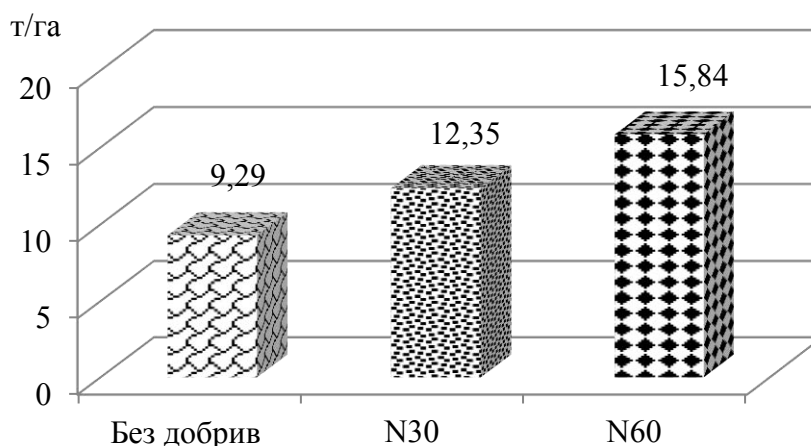


Рис. 2. Урожайність сухої біомаси рослин міскантусу залежно від дози мінеральних добрив (середнє за 2017-2018 рр.), т/га

За аналізом показників урожайності міскантусу гігантського за роки досліджень і відповідно варіантів відмічено, що максимальну урожайність за дозами добрив отримано на варіанті N_{60} – 15,58 т/га, що більше на 20,7 % за варіанту N_{30} (12,35 т/га) та на 40,4 % за контроль (9,29 т/га). Проведена математична обробка даних виявила статистично суттєву різницю між варіантами дослідів. Сила впливу фактора дози мінеральних добрив склала 99,5 %. $HIP_{05} = 0,46$.

Висновки. За результатами досліджень було встано-

влено, що кращі умови для росту, розвитку і формування врожаю склалися на варіанті з внесенням мінеральних добрив в дозі N_{60} . Внесення мінеральних добрив в дозі N_{60} наприкінці вегетації міскантусу забезпечило отримання максимальної висоти 241,8 см, діаметру стебла 14,1 мм та кількості міжвузлів 7,1 шт./рослину. При внесенні мінеральних добрив в дозі N_{60} відмічено максимальну вагу сухої рослини – 37,1 г з передзбиральною густиною 42,0 шт./м² та урожайністю 15,58 т/га.

Бібліографічні посилання:

1. Shpaar, D., Drager, D., Kalenskaja, S., & Rahmetov, D. (2006). Vozobnovljaemye rastitel'nye resursy [Renewable vegetable resources]. Uchebnoe posobie po Ispol'zovaniju vozobnovljaemogo rastitel'nogo syr'ja. Innovacyonij centr zashhity rastenija, Sankt-Peterburg (in Russian).
2. Rahmetov, D. B. (2011). Teoretychni ta prykladni aspekty introdukcii' roslin v Ukraїni [Theoretical and applied aspects of introduction of plants are in Ukraine]. Agrar Media Grup, Kyiv 2 (in Ukrainian).

3. Bljum, Ja. B., Grygorjuk, I. P., & Dmytruk, K. V. (2014). Systema vykorystannja bioresursiv u novitnih bioteknologijah otrymannja al'ternatyvnyh palyv [The system of the use of bioresources is in the newest biotechnologies of receipt of alternative fuels]. Agrar Media Grup, Kyiv (in Ukrainian).
4. Kvak, V. M. (2014). Optymizacija elementiv tehnologij vyroshhuvannja miskantusu dlja vyrobnyctva biopalyva v zahidnij chastyni Lisostepu Ukrai'ny [Optimization of elements of technology of growing of miskantusu is for the production of biopropellant in western part of Forest-steppe of Ukraine]. dys. kandydata s.-g. nauk, Kyiv (in Ukrainian).
5. Roi'k, M. V., Kurylo, V. L., Ganzhenko, O. M., & Ganzhenko, O. M. (2012). Perspektyvy rozvytku bioenergetyky v Ukrai'ni [Prospects of development of bioenergetics are in Ukraine]. Cukrovi burjaky, 2-3, 6–8 (in Ukrainian).
6. Zinchenko, V. O., & Kusajlo, V. P. (2006). Biogelioenergiya – nashe energetychne majbutnje [Biogelioenergiya is our power future]. Propozycja, 8, 130-132 (in Ukrainian).
7. Rajnerd Shperr. Jenergeticheskoe rastenie – Miskantus [Power plant – Miskantus – [Electronic resource]. Access mode: <http://www.energiepflanzen.at>. (in Russian).
8. Tuomisto, H. L., Hodge, I. D., Riordan, P., & Macdonald, D. W. (2012). Comparing energy balances, greenhouse gas balances and biodiversity impacts of contrasting farming systems with alternative land uses. *Agricultural Systems*, 108, 42-49.
9. Zegada-Lizarazu, W., Cosentino, S. L., & Zatta, A. (2010). Agronomic aspects of future energy crops in Europe. *Biofuels, Bioproducts & Biorefining*, 4(6), 674–691.
10. Kharytonov, M., Martynova, N., & Opanasenko, V. (2016). Agricultural and Mechanical Engineering. comparative analysis of miscanthus productivity parameters under the Forest-Steppe and Steppe zones conditions of Ukraine. *ISB-INMA TEH'*, Bucharest, 55–58.
11. Kurylo, V. L., Gumentyk, M. Ja., Kvak, V. M., & Dubovyj, Ju. P. (2016). Udoshkonalennja elementiv tehnologij vyroshhuvannja miskantusu v umovah Central'nogo Lisostepu Ukrai'ny dlja vyrobnyctva tverdogo biopalyva [An improvement of elements of technology of growing of miskantusu is in the conditions of Central Forest-steppe of Ukraine for the production of hard biopropellant]. *Naukovi praci instytutu bionergetychnyh kul'tur i cukrovych burjakiv*, Kyiv, 24, 77–85 (in Ukrainian).
12. Skachok, L. M., & Kvak, V. M. (2016). Kompleksna ocinka vyroshhuvannja bioenergetychnyh kul'tur zalezno vid riznyh system udobrennja [A complex estimation of growing of biopower cultures is depending on the different systems of fertilizer]. *Naukovi praci instytutu bionergetychnyh kul'tur i cukrovych burjakiv*. Kyiv 24, 86-92 (in Ukrainian).
13. Dospheov, B. A. (1985). *Metodyka polevogo opyta* [Method of the field experience]. Agropromy' zdat, Moskva (in Russian).
14. Kuperman, F. M. (1982). *Byologija razvytyja kul'turnyh rastenyj* [Biology of development of kul'turnik plants]. Vyysshaja shkola, Moskva (in Russian).
15. Rubyn, B. A. (1961). *Kurs fyziologyy rastenyj* [Course of phytophysiology]. Vyysshaja shkola, Moskva (in Russian).
16. Grygora, I. M., Shabarova, S. I., & Alejnikov, I. M. (2000). *Botanika* [Botany]. Fitocentr, Kyiv (in Ukrainian).

Radchenko M. V., PhD (Agricultural Sciences), Associate Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Hlupak Z. I., PhD (Agricultural Sciences), Associate Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Danylchenko O. M., PhD (Agricultural Sciences), Senior Lecturer, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

CULTIVATION OF MISCANTHUS UNDER CONDITIONS OF THE NORTHEASTERN FOREST-STEPPE OF UKRAINE

The problem of using alternative energy sources from renewable feedstock is becoming more and more of great current interest for modern society due to energy crisis and ecological situation which is getting worse. Among many high-yielding plants, perennial cereal miscanthus is an appreciable one for producing biofuel in the form of fuel granules.

Cultivating phytoenergetic cultures it is important to apply fertilizers as an important component of the technology, which is aimed at raising yielding capacity of vegetative mass.

Unlike other cereals, culm of miscanthus is partially or fully filled with white soft pith. Joints at the bottom of the culm are quite short, and on the top part of the culm they can be of a large length due to the division of intercalary meristem.

Thus, during the growing season the largest amount of joints on the culm was in the variant N₆₀ – 7.1 pieces which is more comparing with the control on 1.3 pieces and with N₃₀ - on 0.9 pieces. At the end of the growing season the amount of joints raised slightly. Thus, in the control variant the amount of joints was 6.4 pieces, N₃₀ – 7.3 pieces and N₆₀ – 8.0 which is more comparing with the growing season on 0.6 – 0.9 pieces on the culm.

As the result of the estimated indices we defined the greatest amount of leaves in the growing season by the variant N₆₀ – 9.5 pieces per culm, and the least amount was on the control 7.8 pieces per culm, in the variant N₃₀ – 8.7 pieces per culm. The same tendency was at the end of the growing season. Thus, the largest amount of leaves on the culm was in the variant N₆₀ – 10.5 pieces, on the control – 8.5 pieces, N₃₀ – 9.8. The difference in leaves amount on the culm between growing seasons varied from 0.7 to 1.0 pieces.

At the end of vegetation the weight of plants was 48.5–77.0 g. The least weight of plants was on the control – 48.5 g which is more on 20.5 g than in the variant N₃₀, and on 28.5 g of the variant N₆₀. So the maximal weight was 77.0 gr in the variant N₆₀.

The weight of dry plant on the control was 25.1 g, N₃₀ – 32.5 g, N₆₀ – 37.1 g. The maximal weight of dry plant was in the variant N₆₀ – 37.1 g, that is more on 4.6 g in the variant N₃₀ and 12 g on the control.

Pre-harvest density of miscanthus plants by applying different doses of fertilizers varied. Thus, the greatest density was in the variant N₆₀ – 42 pieces per m². The less density was got in the variant N₃₀ – 38 pieces per m² and the least density was on the control – 37.0 pieces per m².

According to the analysis of yield capacity indices of miscanthus during the years of research and different variants we pointed out that the maximal yielding capacity as for fertilizer doses was in the variant N₆₀ – 15.58 tons per ha, that is more on 20.7 % than in

the variant N_{30} (12.35 tons per ha) and on 40.4 % that in the control variant (9.29 tons per ha).

Key words: *Miscanthus*, mineral fertilizers, plant height, stem diameter, number of internodes, pre-harvesting density, yield.

Радченко Н. В., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

Глупак З. И., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

Данильченко А. Н., кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

ВЫРАЩИВАНИЕ МИСКАНТУСУ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

Проблема использования альтернативных источников энергии из возобновляемого сырья становится все более актуальной для современного общества в связи с энергетическим кризисом и экологическим состоянием, которое ухудшается. С между целого ряда высокопроизводительных культур перспективной для производства биотоплива в виде топливных гранул является многолетняя злаковая культура мискантус.

Во время выращивания фитоэнергетичних культур важным элементом технологии является использование удобрений с целью повышения урожайности вегетативной массы. Стебель в мискантусу, в отличие от других злаковых культур, частично или полностью заполнено белой мягкой сердцевинкой. Междоузлия около основы стебля очень короткие, а в верхней части стебля достигают значительной длины за счет разделения интеркалярной меристемы.

В период вегетации наибольшее количество междоузлий на стебле наблюдалось на варианте N_{60} – 7,1 шт., что больше по сравнению с контролем на 1,3 шт. и N_{30} на 0,9 шт. В конце вегетации количество междоузлий увеличилось, но не существенно, так на контроле количество междоузлий составляло 6,4 шт., N_{30} – 7,3 шт. и N_{60} – 8,0 шт., что больше по сравнению с периодом вегетации на 0,6–0,9 шт. на стебле.

В результате оцененных показателей отмечено наибольшее количество листьев в период вегетации при варианте N_{60} – 9,5 шт./стебле, а наименьшую на контроле 7,8 шт./стебле, на варианте N_{30} – 8,7 шт./стебле. Аналогичная тенденция наблюдалась в конце вегетации, так наибольшее количество листьев на стебле составляло при варианте N_{60} – 10,5 шт., на контроле – 8,5 шт., N_{30} – 9,8 шт. Разница в количестве листьев на стебле между периодами вегетации колебалась от 0,7 до 1,0 шт.

В конце вегетации вес растений колебался в пределах 48,5–77,0 г. Наименьший вес растений отмечен на контроле – 48,5 г, что больше на 20,5 г при варианте N_{30} , и на 28,5 г варианта N_{60} . Таким образом максимальный вес составлял 77,0 г при варианте N_{60} . Вес сухого растения на контроле составлял 25,1 г, N_{30} – 32,5 г, N_{60} – 37,1 г. Максимальный вес сухого растения отмечен при варианте N_{60} – 37,1 г, что больше на 4,6 г при варианте N_{30} и 12 г на контроле.

Предуборочная плотность растений мискантусу с внесением разных доз удобрений изменялась. Так наибольшая плотность отмечена при варианте N_{60} и составляла 42 шт./м², несколько меньшую плотность было получено при варианте N_{30} – 38 шт./м² и наименьшая плотность была сформирована на контроле 37,0 шт./м².

За анализом показателей урожайности мискантусу за годы исследований и соответственно вариантов отмечено, что максимальная урожайность за дозами удобрений получена на варианте N_{60} – 15,58 т/га, что больше на 20,7 % при варианте N_{30} (12,35 т/га) и на 40,4 % за контроль (9,29 т/га).

Ключевые слова: мискантус, минеральные удобрения, высота растений, диаметр стебля, количество междоузлий, предуборочная плотность, урожайность.

Дата надходження до редакції: 04.07.2019 р.