

tion system]. Kyiv: TOV «SIK HRUP Ukrayina». 332 p. [in Ukrainian].

4. Schultz, P. (2020). Zhyvlennya kukurudzy ta optymalnyy sklad dobrovya [Maize nutrition and optimal fertilizer composition]. *Ahronom – Ahronomist*, [in Ukrainian]. <https://www.agronom.com.ua/zhyvlennya-kukurudzy-ta-optymalnyj-sklad-dobryva/>

5. Krestyaninov, E. V., Ermakova, L. M., Antal, T. V. (2019). Formuvannya vrozhayu ta yakosti zerna kukurudzy zalezno vid fonu ta pozakorenevoho pidzhyvlennya v umovakh Livoberezhnoho Lisostepu [Formation of yield and quality of corn grain depending on the background and foliar feeding in the conditions of the Left Bank Forest-Steppe]. *Roslynnytstvo ta hruntovnavstvo – Crop and soil science*, 10(1), 18–26 [in Ukrainian]. <http://dx.doi.org/10.31548/agr2019.01.018>

6. Mazur, V. A., Tsyganskaya, O. I., Shevchenko, N. V. (2018). Vysota roslyn kukurudzy zalezno vid tekhnologichnykh pryomiv vyroshchuvannya [Height of corn plants depending on technological methods of cultivation]. *Sil'ske hospodarstvo ta lisivnytstvo – Agriculture and forestry*, 8, 5–12 [in Ukrainian].

7. Marchenko, T. Yu., Mikhalenko, I. V., Khomenko, T. M. (2019). Biometrychni pokaznyky hibrydiv kukurudzy riznykh hrup FAO zalezno vid obrobky mikrodoobryvamy za umov zroshennya [Biometric parameters of maize hybrids of different FAO groups depending on micronutrient treatment under irrigation conditions]. *Plant Varieties Studying and Protection*. 15(1), 71–79 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.15.1.2019.162486>.

8. Palamarchuk, V. D. (2018). Vplyv pozakorenevnykh pidzhyvlen na kilkist kachaniv u hibrydiv kuku-

rudzy. *Visnyk ahraryoi nauky* [Influence of foliar fertilization on the number of cobs in maize hybrids]. *Visnyk ahraryoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 8, 24–32 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201808-04>

9. Vozhehova, R. A., Lavrynenko, O. YU., Hozh, O. A. (2016). Produktyvnyist hibrydiv kukurudzy zalezno vid stymulyatoriv rostu ta mikrodoobryv v umovakh zroshennya [Productivity of maize hybrids depending on growth stimulants and micronutrients under irrigation conditions]. *Visnyk ahraryoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 7, 17–21 [in Ukrainian].

10. Tsykov, V. S., Dudka, M. I., Shevchenko, O. M., Nosov, S. S. (2017). Efektyvnist zastosuvannya makro- i mikrodoobryv pry vyroshchuvanni kukurudzy [Efficiency of application of macro- and microfertilizers at corn cultivation]. *Zernovi kultury – Grain Crops*, 1(1), 75–79 [in Ukrainian].

11. Soroka, Y., Tarariko, Y., & Saydak, R. (2017). Kompleksne zastosuvannya biopreparativ i stymulyatoriv rostu v umovakh livoberezhnoho Lisostepu [Complex application of biologicals and growth stimulants in the conditions of the left-bank Forest-Steppe]. *Mizhvidomchyy tematychnyy naukovyy zbirnyk "Zemlerobstvo" – Interdepartmental thematic scientific collection "Agriculture"*, 1(92), 85–92 [in Ukrainian].

12. Palamarchuk, V. D., Pidlubnyy, V. F., Krychkovskyy, V. YU., Kovalenko O. A. (2020). Vmist krokhmalu u zerni kukurudzy zalezno vid pozakorenevnykh pidzhyvlen [Starch content in corn grain depending on foliar fertilization]. *Sil'ske hospodarstvo ta lisivnytstvo – Agriculture and forestry*, 19, 15–27 [in Ukrainian].

УДК 633.9:631.53

DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.75.14>

ПРОДУКТИВНІСТЬ САДИВНОГО МАТЕРІАЛУ МІСКАНТУСУ ЗАЛЕЖНО ВІД АГРОТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ

НЕДІЛЬСЬКА У.І. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0001-7427-0087

Подільський державний аграрно-технічний університет

Постановка проблеми. За останні роки значно зросли обсяги використання альтернативних джерел енергії, тому вчені намагаються якнайдетальніше вивчити і використати їх. Як в усьому світі, так і в Україні, зважаючи на подорожчання енергоносіїв, усе більше уваги почали приділяти біопаливу, що виробляється з високопродуктивних енергетичних культур. Енергетичні рослини цінні великою врожайністю та невибагливістю до вирощування. Серед широкого спектра енергетичних культур перспективними є багаторічні злакові з періодом вегетації 10–20 років. Вони здатні рости не тільки на родючих землях сівозміни, а й на землях, не зовсім придатних для вирощування традиційних культур [1; 2]. Питання використання альтернативних джерел

енергії з відновлювальної сировини стає актуальним для сучасного суспільства, зважаючи на енергетичну кризу й екологічний стан, який погіршується з кожним роком [3; 4]. Нині вирішенням енергетичної проблеми є перехід від вичерпних до відновлювальних джерел енергії, тобто до біопалива [5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Практичний інтерес у виготовленні біопалива з фітомаси становлять свічграс (просо прутоподібне), міскантус, сорго й низка інших біоенергетичних культур. Значне місце в цьому переліку посідає міскантус – інтродукована рослина для виробництва твердих видів біопалива. За енергетичною цінністю тонна сухої маси міскантусу еквівалентна 400 кг сирої нафти. Рослини цієї культури можуть

існувати на одній ділянці протягом 15–20 років, досягаючи до 3,5 м у висоту, і давати щорічний урожай масою 18 т/га [6]. До найперспективніших енергетичних культур у світі належать представники роду *Miscanthus*, особливо міскантус гігантський. Міскантус належить до відділу покритонасінних *Angiospermal*, роду *Anderssons* і до C_4 -рослин [7]. Після одноразового висаджування її повзуче кореневище щорічно утворюватиме нові пагони [8].

Дослідженнями актуальних проблем сьогодення в контексті вирощування біоенергетичних культур займаються такі вчені, як М.В. Роїк, В.Л. Курило, Г.М. Калетник, О.М. Ганженко, М.Я. Гументик та ін. Проведено експеримент щодо схожості міскантусу залежно від глибини та строків садіння ризом [9]. Ними обґрунтовано доцільності використання біоенергетичних культур із метою отримання сировини для виробництва біопалива. Однак потребує додаткового аналізу питання отримання достатньої кількості садивного матеріалу міскантусу гігантського, які впливають на масу ризом і кількість бруньок залежно від строків садіння і глибини загорання ризом у зоні Лісостепу Західного.

Одним зі шляхів підвищення продуктивності садивного матеріалу міскантусу гігантського є проведення наукових досліджень, спрямованих на вдосконалення дійсних підходів та обґрунтування строків садіння і глибини загорання ризом, які в комплексі впливатимуть на вирощування культури і формування садивного матеріалу в біоенергетичних цілях.

Мета статті – вивчити особливості процесу формування садивного матеріалу міскантусу гігантського залежно від строків садіння і глибини загорання ризом, удосконалити та обґрунтувати елементи технології його вирощування в умовах Лісостепу Західного.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження виконувались із сортом Осінній Зорецвіт міскантусу гігантського. Розміщення експериментальних варіантів у досліді є послідовним. Дослід включав 2 фактори: фактор А – строки посадки: I строк (II декада квітня), II строк (III декада квітня) і III строк (I декада травня); фактор В – глибина садіння ризом: 6, 9 та 12 см. Садіння ризом проводили з міжряддям 70 см і кроком садіння в рядку 70 см та загорання їх у ґрунт на глибину відповідно до варіанта досліді. Облік маси кореневища, маси

і розміру ризом проводили вимірювально-ваговим методом для кожного варіанта досліді.

Результати досліджень. Зона Лісостепу Західного має сприятливі ґрунтово-кліматичні умови для вирощування біоенергетичних культур, зокрема і міскантусу гігантського. Наші дослідження проводили за строками садіння і глибиною загорання ризом за варіантами 6 см, 9 см, 12 см. Установлено, що формування врожаю садивного матеріалу міскантусу гігантського тісно пов'язане з ростом та розвитком кореневищ залежно від технологічних прийомів вирощування, зокрема строків садіння і глибини загорання ризом. Створення сприятливих умов для швидкого росту кореневої системи, спостереження за формуванням ризом і наявністю бруньок було головним завданням під час вибору технологічних прийомів.

Оскільки міскантус – рослина багаторічна, то під час його вирощування серед агротехнічних і організаційно-господарських заходів важливу роль перед посадкою відіграє підготовка садивного матеріалу і сам процес садіння. *Miscanthus x giganteus* є триплоїдом, не утворює насіння, має стерильний пилкок, тому його розмножують вегетативно поділом кореневищ – ризом, які висаджуються за допомогою садильної машини або вручну. Кореневище є видозміненим підземним пагоном, на якому міститься верхівкова брунька, що здатна наростати, на вузлах – редуковані листки, в пазухах яких розміщені бруньки, що утворюють надземні пагони та додаткові корені. Садіння ризом є однією з основних технологічних операцій, від якісного і своєчасного проведення якої значно залежить продуктивність цієї культури. Головною вимогою до садивного матеріалу є кількість потенційних бруньок, які мають здатність до проростання. Строки садіння і глибина загорання ризом впливають на ріст і розвиток садивного матеріалу.

Ґрунтово-кліматичні фактори та агротехнічні умови сприяли інтенсивному наростанню як надземної маси, так і маси кореневища, що дозволило підвищити коефіцієнт розмноження ризом у перший рік вегетації. У середньому за три роки досліджень на період закінчення вегетації рослин приріст кореневища залежно від строків садіння і глибини загорання ризом був більшим у перший строк садіння порівняно з іншими досліджуваними строками садіння (табл. 1).

Таблиця 1 – Садивний матеріал міскантусу гігантського залежно від строків садіння та глибини загорання (середнє за 2017–2019 рр.)

Строки садіння	Глибина загорання, см	Маса ризом, г		Кількість бруньок, шт.
		min	max	
I	6	728,8	1432,3	174,5
	9	801,5	1648,4	185,2
	12	753,2	1559,6	168,3
II	6	699,6	1355,5	169,7
	9	707,2	1568,4	181,3
	12	693,7	1458,6	166,7
III	6	610,7	1320,9	166,5
	9	619,5	1514,5	167,3
	12	597,9	1407,6	164,5

У результаті проаналізованих даних виявлено мінімальну масу одного кореневища, яка характеризувалася найбільшим значенням (801,5 г), у варіанта І строку садіння за глибини загорання ризом на 9 см. У вказаному варіанті максимальне значення маси кореневища складало 1 648,4 г. Під час першого строку садіння за глибини загорання ризом на 12 см мінімальна маса одного кореневища виявилася дещо меншою (порівняно з попереднім варіантом) і становила 753,2 г, а максимальна маса була 1 559,6 г. Варіант першого строку садіння з глибиною загорання ризом на 6 см за показниками маси ризом виявився найменшим, що склало 728,8 г і 1432,3 г. Відповідно до маси ризом кількість бруньок у цьому разі була також найвищою – 185,2 шт. у першого строку садіння за глибини загорання ризом на 9 см.

Інші досліджувані варіанти за другими строками садіння дали результат того, що маса одного кореневища (як за мінімальним значенням, так і за максимальним) була меншою за попередній варіант, але найбільшою за глибини загорання ризом на 9 см і складала 707,2 г і 1568,4 г. Кількість бруньок у цього варіанта становила всього 181,3 шт. Інші варіанти цього строку за глибини загорання на 6 см і 12 см виявилися дещо меншими.

Загалом, для дослідів із найменшою масою кореневища відзначено третій строк садіння у першій декаді травня. Найвищі показники маси кореневища при цьому спостерігалися за глибини загорання ризом на 9 см.

У період проведених спостережень і обліків відповідному збільшенню наземної маси сприяло підвищення наростання маси кореневища і, відповідно, виходу садивного матеріалу – ризом. Під час аналізу встановлено, що вихід садивного матеріалу – великих (4–8 бруньок) та малих (1–3 бруньок) ризом – залежав як від строку садіння, так і від їх глибини загорання (рис. 1).

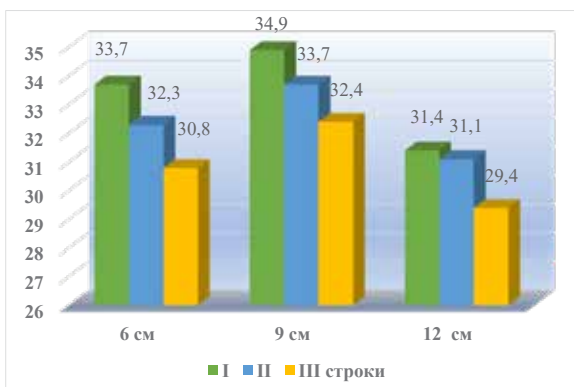


Рис. 1. Вихід садивного матеріалу міскантусу гігантського залежно від строків садіння та глибини загорання

Виявлено, що за першого строку садіння, а саме глибини загорання ризом на 9 см (відповідно до другого і третього строку садіння), отримано більшу кількість ризом (порівняно з іншими варіантами). У середньому за три роки за умов садіння в перший строк та глибини загорання ризом на 9 см отримано

садивного матеріалу великих ризом із 4–8 бруньок – 34,9 шт. Другі строки садіння аналізувалися за значенням кількості як великих ризом, так і малих (у меншій кількості).

Висновки. Для умов Лісостепу Західного оптимальними елементами технології вирощування міскантусу гігантського сорту Осінній Зорецвіт є садіння у другій декаді квітня із глибиною загорання ризом на 9 см. Це дає змогу отримати садивний матеріал із масою кореневищ 1648,4 г та кількістю бруньок 185,2 шт.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Кулик М.І. Енергетичні культури: навчальний посібник. Полтава : «Астрая», 2017. 150 с.
- Гументик М.Я. Перспективи вирощування багаторічних злакових культур для виробництва біопалива. *Цукрові буряки*. 2010. № 4. С. 21–22.
- Шпаар Д., Драгер Д., Каленская С., Рахметов Д. Возобновляемые растительные ресурсы. под общ. ред. Д. Шпаар. Санкт-Петербург : Пушкин, 2006. Т. 1. 416 с.
- Блюм Я.Б., Григорюк І.П., Дмитрук К.В. та ін. Система використання біоресурсів у новітніх біотехнологіях отримання альтернативних палив. Київ : Аграр Медіа Груп, 2014. 360 с.
- Колодько Т.Г., Губенко В.І. Потенціал виробництва біопалива в Україні. URL: <https://www.nbuu.gov.ua>.
- Купцов Н.С., Попов Е.Г. Энергоплантации. Справочное пособие по использованию энергетических растений. Минск : Конфидо, 2015. 128 с.
- Ivanyshyn V., Nedilska U., Khomina V., Klymushna R., Hryhoriev V., Ovcaruk O., Hutsol T., Mudryk K., Jewiarz M., Wrobel M., Dziedzic K. Prospects of Growing Miscanthus as Alternative Source of Biofuel. *Renewable Energy Sources: Engineering, Technology, Innovation: ICORES 2017*, 2018. С. 801–812. DOI 10.1007/978-3-319-72371-6_78.
- Гументик М.Я. Схожість міскантусу залежно від варіювання глибини садіння ризом. *Наук. праці Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків : зб. наук. пр.* Київ, 2011. Вип. 12. С. 55–61.
- Квак В.М. Вплив строків садіння та глибини загорання ризом міскантусу на його польову схожість. *Цукрові буряки*. 2012. № 6. С. 15–17.

REFERENCES:

- Kulyk M. I. (2017). *Energetychni kultury: navchalnyj posibnyk* [Energy Cultures : Tutorial]. Poltava : «Astraya». [in Ukrainian].
- Gumentyk M. Ya. (2010). *Perspektyvy vyroshhuvannya bagatorichnyx zlakovyx kultur dlya vyrobnytstva biopalyva* [Prospects for growing perennial grasses for biofuel production]. *Czukrovi buryaky – Shugar Beet*. 4, 21-22. [in Ukrainian].
- Shpaar, D., Draher, D., Kalenskaya, S. & Rakhmetov, D. (2006). *Vozobnovlyаемые rastitel'nye resursy* [Renewable vegetation resources]. Pushkyn. [in Russian]
- Blyum, Ya. B., Grigoryuk, I. P., Dmitruk, K. V., Dubrovin, V. O., Yemes, A. I., Kaletnik, G. M., Melnichuk, M. D. ... Cigankov, S. P. (2014). *Systema vykorystannya bioresursiv i novitnikh biotekhnologiya otrymannya alternatyvnykh palyv* [System of bioresources usage

and modern biotechnology in production of alternatives fuels]. Kyiv: Agrar Media Grup [in Ukrainian]

5. Kolodko T. G., Gubenko V. I. Potencial vyrobnyctva biopalyva v Ukraini. URL : <https://www.nbu.gov.ua>.

6. Kuptsov, N. S., Popov E. G. (2015). Energoplan-tatsii. Spravochnoe posobie po ispolzovaniyu energeticheskikh rasteniy [Energy Plantation. Reference manual on the use of energy plants]. Minsk : Konfido. [in Russian].

7. Ivanyshyn, V., Nedilska, U., Khomina, V., Kly-mysnena, R., Hryhoriev, V., Ovcharuk, O., Hutsol, T., ... Dziedzic, K. (2018). *Prospects of Growing Miscanthus*

as Alternative Source of Biofuel. In Renewable Energy Sources: Engineering, Technology, Innovation: ICORES 2017, pp. 801-812. DOI 10.1007/978-3-319-72371-6_78.

8. Humentyk M. Ya. (2011). Germination ability of mis-canthus depending on variations of rhizomes planting depth. *Nauk. Praci inst. bioenergy. kul't, cukrov. burâkiv* [Scientific papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet], 12, 55-61. [in Ukrainian].

9. Kvak V. M. (2012). Influence of rhizome planting time and the depth of placement on its field germination. *Tsukrovi buriaky* [Sugar beet], 6, 15-17. [in Ukrainian].

УДК 633.15:632.954.631.8

DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.75.15>

ЕФЕКТИВНІСТЬ УДОБРЮВАЛЬНОГО ЗРОШЕННЯ КУКУРУДЗИ З ВИКОРИСТАННЯМ РІДКИХ І ТВЕРДИХ ФОРМ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ

ОНОПРИЄНКО Д.М. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0003-1703-0479
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Постановка проблеми. У технології виробництва зерна кукурудзи на зрошуваних землях велике значення має система вдобрення, тому що ця культура характеризується довготривалим періодом вегетації і споживанням великої кількості поживних речовин. Правильне поєднання вдобрення і поливів є одним із найважливіших факторів інтенсифікації виробництва кукурудзи в зонах зрошуваного землеробства.

За результатами проведених досліджень у 2016–2018 рр. в умовах північного Степу України встановлено високу ефективність удобрювального зрошення (фертигація) рідкими і твердими мінеральними добривами на чорноземах звичайних під час виробництва зерна кукурудзи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Важливість та актуальність проблеми забезпечення вологою і поживними речовинами посівів кукурудзи і ступінь їх впливу на величину врожайності і якості зерна не викликає сумнівів.

Правильно використовуючи мінеральні добрива, можна забезпечити збалансоване живлення рослин, не допускати дефіциту або надлишку елементів живлення, досягти не тільки високої продуктивності, а й поліпшення якісних показників [1].

Зважаючи на кількість наукових публікацій, головна роль у процесі розробки наукових основ живлення кукурудзи в умовах зрошення належить саме азоту (N) [2]. Велике значення при цьому приділяють з'ясуванню впливу живлення і зволоження на розвиток рослин і формування врожаю [3].

Традиційна технологія внесення мінеральних добрив у зрошуваному землеробстві була механічно перенесена з неполивного землеробства, де за допомогою причіпних або навісних відцентрових розкидачів добрива розподіляють поверхнею поля

з подальшим загортанням у ґрунт за допомогою оранки, культивування, або боронування [4; 5].

Нерівномірність унесення добрив (навіть із непорушеними властивостями) деякими розкидачами досягала 30%, що викликало значні недобори врожаю [6]. У Німеччині задовільним вважають відхилення від норми не більше 10%, а максимальне – не більше 20% [7].

Нерівномірне розкидання поверхнею ґрунту, особливо надмірної кількості добрив, призводять до нерационального використання, негативних наслідків не тільки для рослин, а і для ґрунту (надлишок поживних речовин в одних і відсутність в інших місцях, нітратне забруднення тощо), які часто не вдається виправити [8; 9].

Саме з цих причин у системі інтенсивної технології вирощування кукурудзи все більше застосовують прогресивний спосіб внесення мінеральних добрив разом із поливною водою, що отримав назву «фертигація», або «удобрювальне зрошення» [10]. Внесення добрив одночасно з поливом створює можливість оптимізації постачання рослин вологою і легкодоступними формами поживних речовин протягом усього вегетаційного періоду. Фертигація докорінно вирішує проблему рівномірного розподілу на площі добрив в активному шарі ґрунту до рівня рівномірності розподілу поливної води, що оцінюється коефіцієнтом варіації не вище 20% [8]. Крім цього, важливою перевагою цього способу є можливість подання поживних речовин із добрив невеликими дозами протягом вегетаційного періоду, коли рослини його найбільше потребують, без пошкодження листя (як механічно, так і через хімічні опіки) [11].

Короткий огляд наукових публікацій і результати проведених нами раніше досліджень переконують