

УДК 631.4:631.5:620.952

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.129.4>

ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР НА МАЛОПРОДУКТИВНИХ ЗЕМЛЯХ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

Вишнівський П.С. – д.с.-г.н.,

професор кафедри ґрунтознавства та землеробства,
Поліський національний університет

Можарівська І.А. – к.с.-г.н.,

асистент кафедри ґрунтознавства та землеробства,
Поліський національний університет

Мета. Визначити шляхи підвищення продуктивності енергетичних плантацій на низькопродуктивних ґрунтах Полісся України та удосконалити технологію їх вирощування. **Методи.** У процесі виконання роботи були використані загальнонаукові та спеціальні методи досліджень: польовий (для спостереження за ростом і розвитком рослин, оцінки елементів технології вирощування), аналітичний (збір інформації, спостереження, експеримент, узагальнення результатів досліджень), вимірювально-ваговий (облік динаміки росту і врожайності культур), статистичний (оцінка достовірності результатів досліджень). **Результати.** Порівнюючи урожайність зеленої маси енергетичних культур по роках вирощування встановлено, що найбільші прирости усіх культур були у 2020 році, це пов'язано з тим, що саме ці культури максимально накопичують вегетативну масу на третій рік вегетації. Встановлено, що за три роки досліджень найбільша вегетативна маса була у рослин міскантуса гігантського та сільфія пронизанолистого. Урожайність міскантуса гігантського становила 41,0 т/га при вирощуванні без добрив та 54,7 т/га із застосуванням добрив, а сільфія пронизанолистого, відповідно, 39,8 та 54,4 т/га. Найменша урожайність у сорго багаторічного (31,1 та 40,0 т/га) та свербиги східної (32,1 та 40,2 т/га), відповідно, по варіантах удобрення. Урожайність сіди багаторічної була на рівні 36,9 т/га при вирощуванні без добрив та 49,8 т/га при вирощуванні із застосуванням добрив. Наразі глобальною проблемою в агропромисловому виробництві є збереження та відтворення родючості дерново-підзолистих ґрунтів Житомирського Полісся. Тому, останнім часом стає актуальним вирощування малопоширених енергетичних культур як екологічно чистого й економічно ефективного заходу відновлення родючості та окультурення ґрунтів. Вирощування енергетичних культур не вимагає значних капіталовкладень та суттєвої зміни агротехніки вирощування, що досить важливо за нестачі коштів і матеріальних засобів у сільському господарстві. Саме енергетичні культури можуть, певною мірою, вирішити проблему формування бездефіцитного балансу гумусу у сучасних умовах, підтримати загальний рівень ґрунтової родючості, забезпечити швидке окультурення низькородючих земель.

Ключові слова: біоенергетика, енергетичні культури, мінеральні добрива, урожайність.

Vyshnivskiy P.S., Mozharivska I.A. Features of growing energy crops on low-productivity lands of the Polissia of Ukraine

Goal. To determine the ways of increasing the productivity of energy plantations on the low-productivity soils of the Polissia of Ukraine and to improve the technology of their cultivation. **Methods.** In the process of performing the work, general scientific and special research methods were used: field (for monitoring the growth and development of plants, evaluating the elements of growing technology), analytical (collection of information, observation, experiment, generalization of research results), measuring and weighing (accounting for the dynamics of growth and crop yields), statistical (reliability assessment of research results). **The results.** Comparing the yield of green mass of energy crops by years of cultivation, it was established that the largest increases of all crops were in 2020, this is due to the fact that these crops maximally accumulate vegetative mass in the third year of vegetation. It was established that during the three years of research, the largest vegetative mass was in the plants of giant miscanthus and slyphy. The yield of giant miscanthus was 41.0 t/ha when grown without fertilizers and 54.7 t/ha with the use of fertilizers, and 39.8 and 54.4 t/ha of slyphy, respectively. Perennial

sorghum (31.1 and 40.0 t/ha) and eastern sorghum (32.1 and 40.2 t/ha) have the lowest yields, respectively, according to the fertilizer options. The yield of perennial seed was at the level of 36.9 t/ha when grown without fertilizers and 49.8 t/ha when grown with fertilizers. Currently, there is a global problem in agribusiness. It is the preservation and reproduction of fertility of soddy podzolic soils of Zhytomyr Polissia. Therefore, recently it has become important to grow less common energy crops as an environmentally friendly and cost-effective measure to restore fertility and cultivation of soils. Cultivation of energy crops does not require significant investment and considerable changes in cultivation techniques, which is very important due to the lack of funds and material resources in agriculture. To some extent, energy crops can solve the problem of forming a deficit-free balance of humus under present-day conditions, maintain the overall level of soil fertility, and ensure rapid cultivation of low-yielding land.

Key words: *bioenergy, energy crops, mineral fertilizers, productivity.*

Вступ. У період воєнного стану ситуація з енергоносіями негативно впливає не лише на економіку України, екологію, добробут громадян, а і на залежність від імпортованих енергоносіїв. Саме це є передумовою того, що Україна змушена шукати альтернативні джерела енергії [1, 2].

Важливим завданням науковців і сільськогосподарських виробників є розробка і оптимізація технологій вирощування, економічного та енергетичного обґрунтування технологічних процесів залежно від ґрунтово-кліматичних умов [3].

Виробниче використання енергетичних рослин в Україні перебуває на стадії експериментальних досліджень. Необхідна цілеспрямована робота із впровадження вирощування енергетичних рослин в Україні [4].

Важливі досягнення у біоенергетиці досягнуто у науково-дослідних установах НАН України і НААН та в окремих вищих навчальних закладах. Серед них Національний університет біоресурсів і природокористування України, Інститут відновлювальної енергетики НАН України, Вінницький національний аграрний університет, Інститут технологічної теплофізики НАН України, Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, Національний ботанічний сад імені М. М. Гришка НАН України та деякі інші, які виконують Державні програми з розвитку біоенергетики.

Під час вирощування енергетичних плантацій має значення вибір виду (сорт) для вирощування у тих чи інших ґрунтово-кліматичних умовах [5–7] Максимальні показники урожайності енергетичних плантацій можуть становити 20–40 т/га сухої біомаси у рік [8].

Мета дослідження. Визначити шляхи підвищення продуктивності енергетичних плантацій на малопродуктивних ґрунтах Полісся України та удосконалити технологію їх вирощування.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводилися в умовах дослідного поля Поліського національного університету. Для досліджень були вибрані такі енергетичні культури: Сіда багаторічна (*Sida hermaphrodita Rusby*) – сорт Фітоенергія, Сильфій пронизанолистий (*Silhium perfoliatum L.*) – сорт Переможець, Сорго багаторічне (*Sorghum almum Parodi*) – сорт Колумбо, Свербіга східна (*Bunias orientalis L.*) – сорт Олімпійська, Міскантус гігантеус (*Miscanthus giganteus G.*) – сорт Гулівер.

Усі сільськогосподарські культури вирощувалися за загальноприйнятою технологією.

Дослід закладено у 6-кратній повторності, розміщення повторень в один ярус, варіантів – систематичне. Загальна площа ділянки – 195 м², площа посівної ділянки – 2,5 м², облікової – 1,5 м².

Культури вирощувалися на одному фоні удобрення:

1) без добрив (контроль);

2) $N_{50}P_{50}K_{50}$.

Досліди закладені на дерновопідзолистому супіщаному ґрунті. Ґрунт дослідної ділянки характеризувався супіщаним механічним складом, доброю водопроникністю та аерацією, що сприяло відносно швидкому розкладанню органічних речовин і значному вимиванню елементів мінерального живлення з верхніх горизонтів у нижній. Проміжок часу між опадами призводить до швидкого пересихання верхнього шару ґрунту, що негативно впливає на ріст, розвиток рослин.

Результати досліджень показали, що кислотність ґрунту на дослідній ділянці була на рівні 6,6 одиниць рН і за ступенем кислотності належала до нейтральних ґрунтів (6,1–7,0). Вміст гумусу був у межах 1,6% і відносився до низького рівня (1,1–2,0). Що стосується основних елементів живлення (NPK), то забезпеченість азотом ґрунту дослідної ділянки була на низькому рівні (101–150) із вмістом азоту 114,0 мг/кг. Вміст рухомого фосфору був на підвищеному рівні (101–150) і становив 116,0 мг/кг ґрунту, а вміст калію на середньому рівні забезпеченості (81–120) із показником 89,0 мг/кг. Гідролітична кислотність була на рівні 1,70 ммоль/100 г ґрунту. Показники актуальної та гідролітичної кислотності свідчать про те, що проводити вапнування ґрунтів не потрібно. Сума увібраних основ становила 16,2 ммоль/100 г ґрунту, що ґрунти мають середню забезпеченість основами ґрунтовбірного комплексу. У систему удобрення покладено загальноприйняті підходи з використанням так званих стандартних норм мінерального живлення, рекомендованих для зональних умов.

Згідно зі схемою досліду вносили рекомендовані норми фосфорно-калійних добрив – суперфосфат P_2O_5 – 18,4% та каліймагnezія (K_2O – 40,2%), азотних добрив – аміачна селітра (N 34,4%). Добрива на ділянки вносили весною вручну [10].

Урожайні дані обробляли математичним методом дисперсійного аналізу за Б. А. Доспеховим.

Результати досліджень. Встановлено, що за три роки досліджень найбільшу вегетативну масу нарощували рослини міскантуса гігантеусу та сільфія пронизанolistого. Урожайність міскантуса гігантеуса становила 41,0 т/га при вирощуванні без добрив та 54,7 т/га із застосуванням добрив, а сільфія пронизанolistого, відповідно, 39,8 та 54,4 т/га.

Найменша урожайність у сорго багаторічного (31,1 та 40,0 т/га) та свербиги східної (32,1 та 40,2 т/га), відповідно, по варіантах удобрення. Урожайність сіди багаторічної була на рівні 36,9 т/га при вирощуванні без добрив та 49,8 т/га при вирощуванні із застосуванням добрив (табл. 1).

Разом з тим, відносний приріст зеленої маси досліджуваних енергетичних культур був найвищим на другий рік вирощування, причому по всіх культурах в обох варіантах і становив 20–120%. На третій рік вирощування усіх культур темпи приростів знизилися і становили відносно темпів приростів другого року відповідно 10–70%. Найбільший приріст мав місце при вирощуванні сільфію пронизанolistого із застосуванням добрив, а найменший приріст відмічено при вирощуванні сіди багаторічної у контролі. Можливо причинами зменшення відносного приросту могли стати недостатня кількість вологи у ґрунті і недостатня кількість елементів живлення тощо (мікроелементи, зниження температури).

За результатами наших досліджень встановлено, що приріст зеленої маси сіди багаторічної, сільфія пронизанolistого, сорго багаторічного, свербиги східної та міскантуса гігантеуса при внесенні добрив за період вегетації на удобрених

Таблиця 1

Урожайність зеленої маси енергетичних культур

Культура	Варіант	Урожайність зеленої маси, т/га			
		2018 р.	2019 р.	2020 р.	Середнє за (2018–2020 рр).
Сіда багаторічна	Контроль	32,2	37,6	40,8	36,9
	N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	35,3	49,1	65,0	49,8
Сильфій пронизанолистий	Контроль	20,9	40,4	58,0	39,8
	N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	23,0	51,6	88,6	54,4
Сорго багаторічне	Контроль	21,2	32,4	39,7	31,1
	N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	23,0	39,8	57,2	40,0
Свербига східна	Контроль	22,9	31,8	41,7	32,1
	N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	24,7	38,8	57,0	40,2
Міскантус гігантеус	Контроль	25,4	41,0	56,6	41,0
	N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	28,0	53,1	83,0	54,7
НІР		1,14	0,83	1,69	

ділянках був вищим у порівнянні із контролем на 35,0, 36,7, 28,6, 25,2, 33,4%, відповідно, по культурах. Разом з тим, урожайність енергетичних культур на удобрених ділянках по роках вирощування (2018–2020 рр.) відрізнялася від урожайності цих культур на контрольних ділянках і була вищою. При вирощуванні сіди багаторічної різниця становила 9,6, 30,5, 59,3%, сильфія пронизанолистого – 10,0, 27,7, 52,7%, сорго багаторічного, відповідно, 8,5, 22,8, 44,1%, свербиги східної – 7,9, 22,0, 36,7%, міскантуса гігантеуса, відповідно, 10,2, 29,5, 46,6% відповідно по роках. Доведено, що краще реагували на вплив добрив рослини сіди багаторічної, приріст урожаю на третій рік вирощування у варіанті із добривами був вищим на 59,3%. За результатами урожайності було розраховано вихід умовного палива. Енергоресурси в умовному вимірі (умовне паливо) – вираження кількості палива та енергії в загальній енергетичній одиниці. У національній практиці в Україні як одиницю енергії застосовують тонну умовного палива (т у. п.), що відповідає тонні умовного палива вугільного еквівалента (ТВЕ).

Умовне паливо – одиниця обліку органічного палива, яка використовується для співставлення ефективності різних видів палива та їх сумарного обліку. За одиницю умовного палива використовується 1 кг палива з питомою теплою згоряння у 7000 ккал/кг. У нафтогазовій геології для підрахунку запасів родовища в умовному паливі прийнято 1 млрд м³ природного газу переводити в 1 млн т умовного палива.

Нами було проведено розрахунок необхідної сировини енергетичних культур для утворення 1 кг умовного палива через отриманий експериментальним шляхом вихід енергії (рис. 1).

Перерахунок проводили за умови використання для виробництва біопалива сухої маси стебел. Найвищий вихід умовного біопалива встановлено у сіди багаторічної 8,26 т/га. У міскантуса гігантеуса показник був дещо меншим і становив 8,10 т/га.

Вихід умовного біопалива із рослин сорго багаторічного та свербиги східної був значно нижчий порівняно із сідою багаторічною та міскантусом гігантеусом,

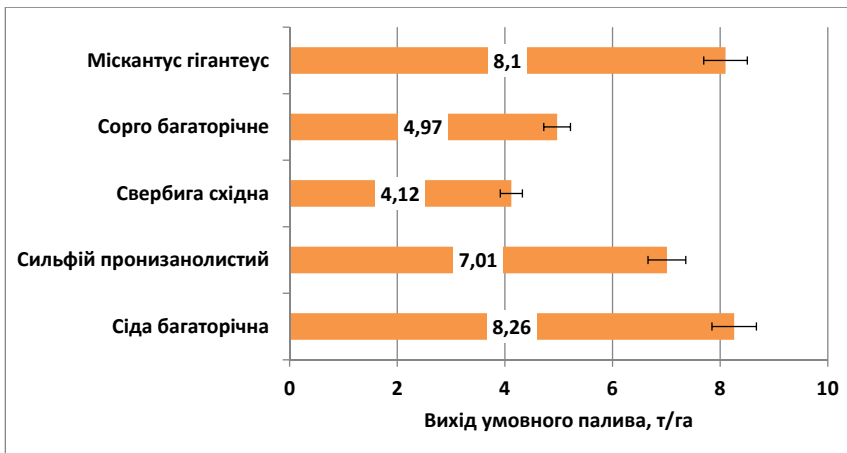


Рис. 1. Вихід умовного палива з фітосировини багаторічних енергетичних рослин за вирощування в умовах Полісся (на фоні $N_{50}P_{50}K_{50}$), т/га

що пояснюється малим виходом стеблової маси із рослин і обумовлено біологічними особливостями культур. Показник умовного біопалива у сорго багаторічного становив 4,97 т/га в той час як вихід умовного палива свєрбигі східної становив 4,12 т/га.

В Україні створено сорти рослин фітоенергетичного напрямку використання для різних видів біопалива: рідкого (етанолу, біодизеля тощо), газового, твердого (брикети, пелети) тощо. Для виробництва біопалива доцільніше вирощувати не лише традиційні, а й малопоширені енергетичні культури переважно багаторічні, які врожайніші, менш енерговитратні і можуть вирощуватися на землях непридатних для традиційних сільськогосподарських культур.

Висновки. Внесення мінеральних добрив на дерново-підзолистих ґрунтах по відношенню до усіх культур було ефективним і забезпечило приріст урожаю зеленої маси досліджуваних енергетичних культур. Найбільш продуктивними рослинами виявилися сильфій пронизанолистий та міскантус гігантеус, урожай яких у середньому за три роки досліджень становив 54,4 та 54,7 т/га.

Доведено, що важливим напрямом фітоенергетики є використання високоврожайних рослин для виробництва твердого біопалива та отримання біогазу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Сучасний стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні / Г. Г. Гелетуха, Т. А. Железна, П. П. Кучерук, Є. М. Олійник. *Аналітична записка БАУ*. 2014. № 9. С. 9–10.
2. Рижук С. М., Слюсар І. Т., Вергунов В. А. Агроекологічні особливості високоефективного використання осушуваних торфових ґрунтів Полісся і Лісостепу. Київ: Аграр. наука, 2002. 136 с.
3. Агротехнологічні аспекти вирощування енергетичних культур в умовах півдня України: навч. посібник / М. І. Федорчук, С. В. Коковіхін, С. М. Каленська та ін. Херсон, 2017. 42–45 с.
4. Бенцаровський Д. М., Дацько Л. В. Зміна родючості ґрунтів України під впливом сільськогосподарського використання. *Охорона родючості ґрунтів*. 2004. Вип. 1. 123 с.

5. Особливості технологічного забезпечення вирощування сільськогосподарських культур в умовах 2001 року в Степовій зоні України. Дніпропетровськ: Роял-Принт, 2011. 96 с.

6. Гелетуха Г. Г., Желєзна Т. А. Перспективи використання відходів сільського господарства для виробництва енергії в Україні. *Аналітична записка БАУ*. 2014. № 7. 12–16 с.

7. Романчук Л. Д., Зінченко В. О., Василюк Т. П. Перспективи розвитку альтернативної енергетики на Поліссі України. Житомир, 2014. 81 с.

8. Рахметов Д. Б. Теоретичні та прикладні аспекти інтродукції рослин в Україні: монографія. Київ: Аграр Медіа Груп, 2011. 398 с.

9. Добрива та їх використання: довідник / І. У. Марчук та ін. Київ: Арістей, 2010. 254 с.

10. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.

УДК 631.47:631.582:633.63

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.129.5>

ПОРИСТИСТЬ ГРУНТУ ЗА ВИРОЩУВАННЯ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ У ПЛОДОЗМІННІЙ СІВОЗМІНІ

Войтовик М.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри землеробства, агрохімії та ґрунтознавства,

Білоцерківський національний аграрний університет

Дослідження проведені в стаціонарній плодозмінній сівозміні на чорноземі типовому малозумусному на дослідному полі Білоцерківського НАУ. Наведено результати досліджень щодо ефективності трьох систем основного обробітку ґрунту – диференційованій, полицево-безполицевій, мілке розпушування на 10–12 см та чотирьох варіантів систем удобрення з різним наповненням мінеральних і органічних добрив – без застосування добрив, органічна, органо-мінеральна, мінеральна на загальну пористість чорнозему типового в агроценозі буряків цукрових Лісостепу.

Проведені на початку та в кінці вегетації буряків цукрових, вказують на оптимальні параметри загальної пористості за варіантів систем удобрення та обробітку ґрунту. Вищу загальну пористість ґрунту на початку вегетації отримано на 0,6% за використання оранки на 28–30 см в системі диференційованого обробітку порівняно з полицево-безполицевим розпушенням. Найбільш аерованим навесні виявився ґрунт за диференційованої системи обробітку, в середньому на 1,2% порівняно з мілким розпушенням.

Органо-мінеральна система удобрення зі значеннями 52,6–51,2% істотно не відрізнялася від органічної.

На кінець вегетації буряків цукрових відбулося ущільнення ґрунту внаслідок дії природних та техногенних факторів, у результаті чого об'єм пор зменшувався у середньому на 1,1% за диференційованого і полицево-безполицевого обробітку та на 0,8% за мілкового розпушення.

На період збирання врожаю буряків цукрових спостереження засвідчили зменшення кількості щілин у ґрунті за всіх систем удобрення, за органо-мінеральної системи даний в середньому показник цей становив 49,0%.

Найсприятливіші ґрунтові умови для формування врожаю коренеплодів склалися за мінеральної системи удобрення. У середньому за роки досліджень врожайність