

УДК 633.8:581.19:631.4

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.44>

## ВМІСТ ЖИРУ У НАДЗЕМНІЙ ВЕГЕТАТИВНІЙ МАСІ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР, ВИРОЩЕНИХ НА РІЗНИХ ҐРУНТАХ

**Разанов С. Ф.** – д.с.-г.н.,

професор кафедри лісового та садово-парового господарства,

Вінницький національний аграрний університет

[orcid.org/0000-0002-4883-2696](https://orcid.org/0000-0002-4883-2696)

**Алексєєв О. О.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища,

Вінницький національний аграрний університет

[orcid.org/0000-0001-5807-4932](https://orcid.org/0000-0001-5807-4932)

**Врадій О. І.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища,

Вінницький національний аграрний університет

[orcid.org/0000-0001-7383-3829](https://orcid.org/0000-0001-7383-3829)

**Германович О. М.** – к.с.-г.н.,

старший викладач кафедри екології та захисту довкілля,

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій

імені С. З. Гжицького

[orcid.org/0009-0003-7846-4251](https://orcid.org/0009-0003-7846-4251)

Вирощування енергетичних культур в Україні є актуальним, як для енергетики, так і галузі тваринництва. Вироблені з надземної вегетативної маси енергетичних культур пілетів є альтернативою твердого палива, кількість якого в Україні обмежена. Вегетативна маса енергетичних культур використовується в тваринництві як кормова сировина в тім числі, і бджільництві, забезпечуючи нектаромедоносних бджіл.

Одним із важливих складових показників надземної вегетативної маси є вміст жиру, що є цінним за використання її в якості кормової сировини.

В даній статті наведені результати трьохрічних досліджень з вивчення вмісту жиру у надземній вегетативній масі енергетичних культур (міскантусу, мальви пенсільванської та сільфію пронизанолістого), вирощених на різних ґрунтах (сірий лісовий, чорнозем типовий, дерново підзолистий піщаний).

Метою даного дослідження було вивчення вмісту жиру у надземній вегетативній масі енергетичних культур, вирощених на різних ґрунтах.

Вміст жиру у вегетативній масі енергетичних культур залежав від ботанічного їх походження та типу ґрунтів та тривалості вирощування. Найвищим вмістом жиру характеризувалась вегетативна маса міскантусу, вирощеного на чорноземі типовому, а сільфію пронизанолістого та мальви пенсільванської на сірому лісовому ґрунті.

Із підвищенням тривалості вирощування енергетичних культур вміст жиру у їх вегетативній масі децю змінювався. При вирощуванні міскантусу на сірих лісових ґрунтах чорноземмах типових та дерново підзолистих піщаних спостерігалось зниження вмісту жиру у його вегетативній масі третього року вирощування порівняно з першим.

У надземній вегетативній масі мальви пенсільванської вирощеної на сірих лісових ґрунтах та чорноземмах типових вміст жиру виявився вищим на третьому році вегетації порівняно з першим, тоді як на чорноземі типовому навпаки спостерігалось зниження.

Вирощування сільфію пронизанолістого на сірих лісових ґрунтах супроводжувалось підвищенням жиру у надземній вегетативній масі даної культури, а на чорноземі



© Разанов С. Ф., Алексєєв О. О., Владій О. І., Германович О. М., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

типовому і дерново підзолистому піщаному ґрунті навпаки – зниженням за третього року, порівняно з першим роком вегетації.

**Ключові слова:** сірий лісовий ґрунт, чорнозем типовий, дерново підзолистий піщаний ґрунт, міскантус, мальва пенсільванська, сильфій пронизанолистий, жир, вирощування.

**Razanov S. F., Aliexsieiev O. O., Vradii O., Hermanovych O. M. Fat content in above-ground vegetative mass of energy crops growing on different soils**

*Growing energy crops in Ukraine is relevant for both the energy industry and the livestock industry. Pellets produced from the above-ground vegetative mass of energy crops are an alternative to solid fuel, the amount of which is limited in Ukraine. The vegetative mass of energy crops is used in animal husbandry as feed raw material, including beekeeping, providing nectar for honey bees.*

*One of the important components of the above-ground vegetative mass is the fat content, which is valuable for its use as feed raw material.*

*This article presents the results of three-year studies on the study of the fat content in the above-ground vegetative mass of energy crops (*Miscanthus x giganteus*, *Sida hermaphrodita* and *Silphium perfoliatum*), grown on different soils (gray forest, typical black soil, sod podzolic sandy).*

*The aim of this study was to study the fat content in the above-ground vegetative mass of energy crops grown on different soils.*

*The fat content in the vegetative mass of energy crops depended on their botanical origin and soil type and duration of cultivation. The highest fat content was characterized by the vegetative mass of *Miscanthus x giganteus* grown on typical chernozem, and *silphium pennifolium* and *Sida hermaphrodita* on gray forest soil.*

*With an increase in the duration of cultivation of energy crops, the fat content in their vegetative mass changed somewhat. When growing *Miscanthus x giganteus* on gray forest soils, typical chernozems and sod podzolic sandy soils, a decrease in the fat content in its vegetative mass was observed in the third year of cultivation compared to the first.*

*In the above-ground vegetative mass of *Sida hermaphrodita* grown on gray forest soils and typical chernozems, the fat content was higher in the third year of vegetation compared to the first, while on typical chernozem, on the contrary, a decrease was observed.*

*Cultivation of *Silphium perfoliatum* on gray forest soils was accompanied by an increase in fat in the above-ground vegetative mass of this crop, and on typical chernozem and soddy podzolic sandy soil, on the contrary, a decrease in the third year, compared to the first year of vegetation.*

**Key words:** gray forest soil, typical chernozem, soddy podzolic sandy soil, miscanthus, Pennsylvanian mallow, *Silphium penyzanolisty*, fat, cultivation.

**Постановка проблеми.** Вирощування енергетичних культур дозволяє отримувати відновлювану сировину для виробництва пелет, брикетів, біогазу або рідкого біопалива, а також кормову сировину для галузі тваринництва за використанням деградованих сільськогосподарських угідь [2].

Енергетичні культури включають: енергетичну вербу, тополь, міскантус, світч-грас, сорго, сильфій пронизанолистий, мальву пенсільванську та ін. Вибір культури залежить від типу ґрунту, клімату та кінцевої мети (тепло чи газ). Технологія вирощування багаторічних культур (верба, міскантус) суттєво відрізняється від традиційного землеробства. Оскільки плантація закладається на декілька десятиріч [3].

Посадковим матеріалом для верби використовують живці (пагони 20 см), для міскантуса – ризоми (кореневища) в період ранньої весни, поки в ґрунті багато вологи. Щільність для верби це зазвичай 13–15 тисяч живців на 1 га. Догляд найважливіший у перший рік. Енергетичні культури дуже вразливі до конкуренції в перший рік життя. Гербіцидний захист полягає у обов'язковій обробці від злакових та дводольних бур'янів. Міжрядний обробіток полягає у механічному розпушуванні для доступу кисню [7].

Збирання зазвичай проводиться в період спокою (зима – рання весна), коли вологість стебел мінімальна. Циклічність: вербу зрізають кожні 2–3 роки,

міскантус – щороку. Середня врожайність сухої маси міскантусу становить 10–25 тонн з гектара на рік. Вирощування цих культур вирішує одразу кілька завдань: фіторе mediaція – очищення ґрунтів від токсикантів та забезпечують енергетичну галузь сировиною [9].

Вибір енергетичних культур залежить не лише від їхньої теплотворної здатності, а й від біологічного потенціалу виживання в конкретних кліматичних умовах. Міскантус, мальва та сільфій належать до різних ботанічних родин, що визначає їхні вимоги до вологи, світла та ґрунтів. Міскантус гігантський (*Miscanthus x giganteus*) – це багаторічний злак, що є стерильним гібридом. Він вважається «королем» енергетичних культур завдяки типу фотосинтезу  $C_4$ , який дозволяє надзвичайно ефективно використовувати сонячну енергію та воду [1]. Коренева система представлена потужним кореневищем (ризом), що залягає на глибині до 30 см. Воно слугує депо для поживних речовин, які восени відтікають із пагонів у корінь. Максимальний урожай дає з 3-го року. Міскантус теплолюбний, однак сучасні сорти під сніговим покривом можуть витримувати і мінусові температури. Потреба у волозі за вегетаційний період становить від 500–600 мм опадів на рік. Урожайність міскантусу в сухій масі від 15 до 25 т/га, а енергетичний еквівалент: 1 тонна сухого міскантусу  $\approx$  450–500 м<sup>3</sup> природного газу [4].

Мальва пенсільванська (*Sida hermaphrodita*) – культура походить з Північної Америки та належить до родини Мальвових. На відміну від міскантусу, вона може розмножуватися насінням, що значно здешевлює закладання плантації. Стебло мальви пряmostояче, висотою до 3–4 метрів, з часом здерев'яніє. Має низький вміст хлоридів, що важливо для захисту котлів від корозії. Мальва високо морозостійка та здатна рости на бідних, піщаних ґрунтах [5]. Це одна з найбільш невибагливих культур. Мальва є чудовим медоносом, що дозволяє використовувати плантації для бджільництва до моменту збору врожаю. Урожайність у сухій масі 12–20 т/га (залежно від вологості регіону). Збирають мальву у січні-березні, коли вологість стебел падає до 15–20 %, що дозволяє одразу проводити пресування в брикети [13].

Сільфій пронизанолістий (*Silphium perfoliatum*) – багаторічна рослина родини Айстрових. За зовнішнім виглядом нагадує соняшник, але має здатність рости на одному місці понад 15 років. Сільфій має дуже глибоку стрижневу кореневу систему (до 2–3 метрів), що робить його надзвичайно посухостійким. Окрім енергетичних цілей, сільфій є високобілковим кормом і лікарською рослиною. Листки зростаються навколо стебла, утворюючи «чаші», які збирають дощову воду та росу, допомагаючи рослині вижити в спеку. Урожайність сільфію у зеленій масі (для біогазу) – до 60–80 т/га (2 укуси) у сухій масі (для спалювання) – 10–18 т/га [16].

Важливо розуміти, що в перший рік жодна з цих культур не дає промислового врожаю (йде нарощування кореневої системи). Повноцінна експлуатація починається: Міскантусу – з 3-го року, мальви – з 2-го року, а сільфію – з 2-го або 3-го року [15].

Хоча основне призначення енергетичних культур – генерація тепла та електрики, завдяки високому вмісту цукрів, білків та клітковини, вони знаходять широке застосування у тваринництві. Це дозволяє фермерам створювати замкнуті цикли: частина врожаю йде на опалення ферми, а частина – на корм худобі. Сільфій пронизанолістий (*Silphium perfoliatum*) – «Суперфуд» для ВРХ, він вважається найбільш цінною кормовою культурою серед усіх біоенергетичних рослин. За поживністю він наближається до люцерни та кукурудзи. Зелена маса містить від 14 % до 22 % сирого протеїну (у фазі бутонізації). Вітамінно-мінеральний склад

багатий на каротин, кальцій та фосфор, що критично важливо для лактуючих корів. Через високу соковитість сільфій чудово силосується [14]. Найкраще змішувати його з кукурудзою або злаковими травами для балансу цукрів. Плантація служить 15 років, що знімає необхідність щороку витрачатися на посівну кампанію.

Мальва пенсільванська (*Sida hermaphrodita*) – корм та ліки. Мальва цікава не лише як джерело маси, а й як біологічно активна добавка. Листя мальви містить до 25 % протеїну. Її можна згодовувати у вигляді зеленої підкормки, сіна або силосу. У рослині містяться слизові речовини, які позитивно впливають на травлення тварин, запобігаючи запальним процесам у шлунково-кишковому тракті (особливо у телят та молодняку) [8]. Найчастіше мальва використовується для годівлі великої рогатої худоби, овець та кролів.

Міскантус гігантський (*Miscanthus x giganteus*) – від підстилки до «структурного» корму. Міскантус має високий вміст лігніну та целюлози, тому як основний корм він малоефективний. Проте він незамінний у технічних аспектах тваринництва. Ідеальна підстилка – це основна сфера застосування міскантуса в Європі. Подрібнений міскантус вбирає вологу в 3–4 рази краще за солому. Він майже не містить пилу та спор грибків, що зменшує ризик респіраторних захворювань у коней та птиці. Після використання така підстилка швидко розкладається, перетворюючись на якісний компост. Дієтична клітковина: у раціонах ВРХ подрібнений міскантус (у невеликих кількостях) використовують як «структурний» компонент. Він стимулює жуйку та моторику рубця, коли основний раціон занадто рідкий або концентрований [10].

Якщо ці культури (особливо сільфій та сорго) використовуються для виробництва біогазу, то залишок після бродіння (дигестат) є ідеальним органічним добривом. Повернення дигестату на поля з енергетичними культурами дозволяє майже повністю відмовитися від мінеральних добрив [6].

Хімічний склад вегетативної маси енергетичних культур визначає їхню енергетичну цінність (як палива) та поживність (як корму). Оскільки ці рослини мають різні біологічні цикли, їхній склад суттєво змінюється залежно від фази вегетації та часу збирання [12].

Міскантус гігантський (*Miscanthus x giganteus*) – це типова лігноцелюлозна культура. Його склад ідеально збалансований для спалювання, але бідний для травлення. Целюлоза (40–50 %) – це основний компонент, що забезпечує високий вихід енергії та спиртів при переробці. Лігнін (10–25 %) – «природний клей», який надає стеблу жорсткості. Саме високий вміст лігніну робить міскантус чудовим паливом (підвищує температуру згоряння), але заважає травленню тварин. Геміцелюлоза (25–35 %) – полісахарид, що легко розкладається при термічній обробці. Зольність (2–4 %) – дуже низький показник золи порівняно з соломою злаків, що запобігає утворенню шлаків у котлах [14].

Мальва пенсільванська (*Sida hermaphrodita*). Хімічний склад мальви змінюється найбільш радикально: влітку це білкова культура, взимку – дерев'янисте паливо. Сирий протеїн у фазі бутонізації досягає 15–22 %. Це робить її конкурентом бобових трав. Жири (2–3 %) містяться переважно в листі, підвищуючи калорійність корму. Клітковина у період вегетації становить близько 20–25 %, але до моменту зимового збору (на паливо) зростає до 45–55 %, а вміст білка падає до мінімуму (2–3 %). Мальва накопичує значну кількість мінералів (кальцію та фосфору), що корисно для кісткової системи тварин [7].

Сільфій пронизанолистий (*Silphium perfoliatum*) за хімічним складом найбільш близький до силосної кукурудзи, але з вищим вмістом цукрів та протеїну.

Цукри (12–18 %) ісокий вміст водорозчинних вуглеводів забезпечує відмінне консервування (бродіння) при силосуванні та високий вихід метану в біогазових установках. Сирий протеїн (14–20 %) концентрується в соковитих листках. Сильфій містить повний набір незамінних амінокислот (лізин, метіонін), що рідкість для грубих кормів. Дубильні речовини та сапоніни наявні в невеликих кількостях, мають антисептичну дію на шлунок тварин [9].

Для енергетики найкращим є міскантус через найнижчий вміст азоту та сірки (менше шкідливих викидів при спалюванні) та високий лігнін. Для біогазу найкращим є сильфій через високий вміст легкоферментованих цукрів. Для кормів – мальва та сильфій перевершують міскантус за вмістом протеїну в 5–7 разів [3].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Накопичення жиру (ліпідів) у вегетативній масі енергетичних культур є важливим показником, оскільки жири мають найвищу питому теплоту згоряння серед усіх органічних компонентів (близько 37–39 МДж/кг). Останні дослідження (2023–2025 рр.) зосереджені на тому, як тип ґрунту та стресові чинники впливають на синтез ліпідів у надземній частині міскантуса, мальви та сильфію [1].

У вегетативних органах (стебла, листя) вміст сирого жиру зазвичай не перевищує 2–6 % від сухої маси. Проте дослідження показують, що цей показник не є константним. Основна концентрація жирів (до 70–80 % від загальної кількості в рослині) зосереджена в листовій пластинці, де вони входять до складу мембран хлоропластів та воскового нальоту (кутикули). Максимальний вміст жиру спостерігається у фазі інтенсивного росту, а до моменту збору на паливо (після заморозків) він знижується через окислення та відтік поживних речовин до кореневищ [5].

Згідно з останніми публікаціями (зокрема дослідженнями на базі польських та німецьких експериментальних станцій), тип ґрунту опосередковано впливає на жирність через водний режим та доступність мікроелементів [6].

Легкі (піщані) та деградовані ґрунти. Рослини, вирощені на бідних піщаних ґрунтах з дефіцитом вологи (наприклад, мальва пенсільванська), часто демонструють підвищений вміст захисних ліпідів та восків на поверхні листя. Це адаптивний механізм для зменшення транспірації (випаровування). Вміст сирого жиру може зростати на 0,5–1,2 % порівняно з посівами на родючих ґрунтах [14].

Важкі (глинисті) та перезволожені ґрунти. Сильфій пронизанолистий на важких ґрунтах формує більшу біомасу, але питома частка жирів у ній нижча. На перезвожених ґрунтах активізується синтез гідрофільних сполук (цукрів), а не ліпофільних (жирів). На багатих азотом ґрунтах рослини схильні до накопичення протеїнів, що часто супроводжується «розбавленням» концентрації ліпідів [11].

Дослідження підтверджують пряму кореляцію між вмістом сирого жиру та LHV (*Lower Heating Value* – нижча теплота згоряння). Кожне збільшення вмісту жиру на 1 % підвищує теплотворну здатність сухої біомаси приблизно на 0,3–0,4 МДж/кг. Це робить селекцію на «жирність» вегетативної маси перспективним напрямом для створення «супер-палива». Зокрема, розглядаються методи генетичної модифікації (криспер-технології) для блокування розпаду ліпідів у стеблах під час дозрівання. Тип ґрунту впливає не стільки на генетичний потенціал накопичення жиру, скільки на інтенсивність формування захисного воскового шару. Посуха на легких ґрунтах стимулює накопичення ліпідів у міскантусу та мальви. Високий вміст жиру в сильфії є критичним, оскільки 1 г жиру дає вдвічі більше метану, ніж 1 г вуглеводів [13].

**Мета дослідження** – вивчення вмісту жиру у надземній вегетативній масі енергетичних культур, вирощених на різних ґрунтах.

**Матеріали та методи досліджень.** Дослідження по вивченню вмісту жиру у надземній вегетативній масі енергетичних культур проводили протягом 2023–2025 рр. в умовах трьох типів ґрунтів (сірий лісовий, чорнозем типовий, дерново підзолистий піщаний). Енергетичні культури були представлені міскантусом, мальвою пенсільванською та сільфієм пронизанолистим. Територія вирощування енергетичних культур включала с. Гнівани Тиврівського району, Вінницької області – сірий лісовий ґрунт. с. Станілівка Погребищенський район, Вінницька область – чорнозем типовий. с. Грозино Коростенський район, Житомирської області – дерново підзолистий піщаний ґрунт.

Формування зразків для досліджень надземної вегетативної маси енергетичних культур проводили після її збору в осінні час методом точкових проб.

Визначення жиру у наземній вегетативній масі проводили в науково-дослідній лабораторії інституту сільського господарства Полісся УААН м. Житомир.

**Виклад основного матеріалу досліджень.** Аналіз результатів досліджень табл. 1 показує, що вміст жиру у надземній вегетативній масі міскантусу залежав, як від типу ґрунтів, так і від року проведення досліджень. Так, найвищий вміст жиру у надземній вегетативній масі міскантусу вирощеного на всіх типах ґрунтів (сірий лісовий, чорнозем типовий, дерново підзолистий піщаний) спостерігався у 2023 році та склав 1,90 % 1,88 % та 1,73 % відповідно. В наступних 2024 та 2025 році вміст жиру у надземній вегетативній масі даної культури, вирощеної на сірих лісових ґрунтах був нижчим у 1,45 рази і 1,53 рази порівняно з 2023 роком. У надземній вегетативній масі місуантусу вирощеного на чорноземі типовому вміст жиру у 2024 і 2025 році був нижчим, порівняно з 2023 у 1,46 рази і 1,35 відповідно.

Таблиця 1

**Вміст жиру у надземній вегетативній масі міскантусу, %**

Тип ґрунтів	Роки досліджень					
	2023		2024		2025	
	Фактичний вміст	В середньому по варіанту досліджень	Фактичний вміст	В середньому по варіанту досліджень	Фактичний вміст	В середньому по варіанту досліджень
Сірий лісовий	1,77 1,90 1,89 2,07	1,90 ± 0,12	1,24 1,37 1,45 1,20	1,31 ± 0,11	1,25 1,34 1,19 1,21	1,24 ± 0,06
Чорнозем типовий	1,79 2,03 1,97 1,85	1,88 ± 0,11	1,41 1,27 1,14 1,31	1,28 ± 0,11	1,41 1,23 1,54 1,39	1,39 ± 0,12
Дерново підзолистий піщаний	1,72 1,63 1,82 1,77	1,73 ± 0,08	0,99 1,04 1,07 1,12	1,05 ± 0,05	0,95 1,02 0,88 0,91	0,94 ± 0,06

За вирощування міскантусу на дерново підзолистих піщаних ґрунтах вміст жиру у надземній його вегетативній масі в 2024 і 2025 році був нижчим у 1,64 рази

і 1,85 порівняно з 2023 роком відповідно. Найвищий вміст жиру у надземній вегетативній масі міскантусу у 2023 і 2024 році виявлено за вирощування даної культури на сірих лісових ґрунтах. Так, вміст жиру у надземній вегетативній масі міскантусу, вирощеного на чорноземах типових та дерново підзолистих піщаних ґрунтах був нижчим у 2023 і 2024 році відповідно у 1,01 і 1,03 рази та 1,09 і 1,24 рази порівняно з 2023 роком. В 2025 році найвищий вміст жиру у надземній вегетативній масі виявлено за вирощування даної культури на чорноземі типовому. В середньому за період досліджень у надземній вегетативній масі міскантусу, виявлено у варіанті за вирощування даної культури на чорноземі типовому. Так, середній за 2023–2023–2025 рр. вміст жиру у надземній вегетативній масі, вирощеного на чорноземі типовому був вищим у 1,02 рази в порівнянні з сірим лісовим та 1,48 рази порівняно з дерново підзолистим піщаним.

Вміст жиру

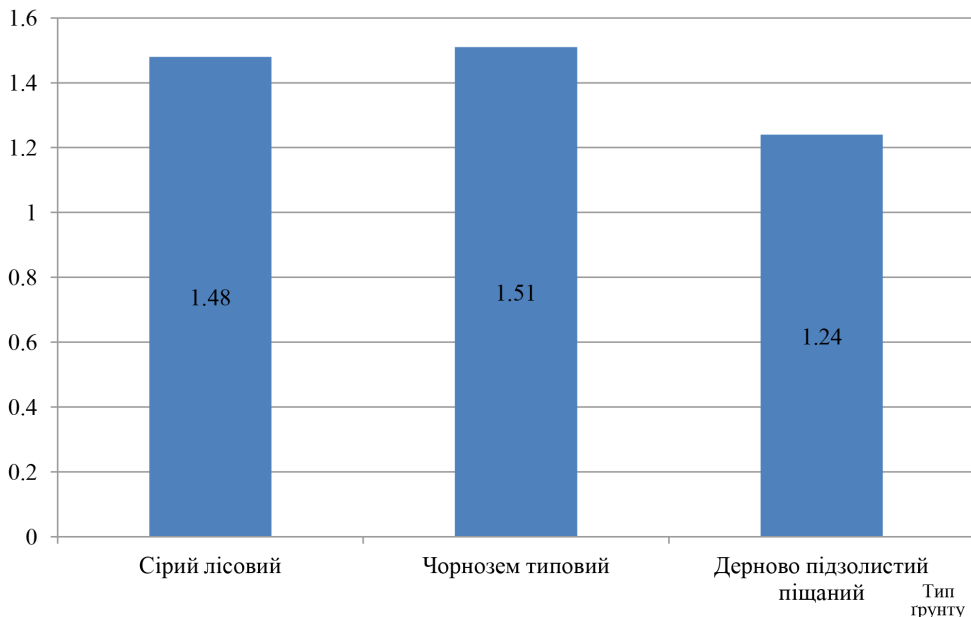


Рис. 1. Вміст жиру у надземній вегетативній масі міскантусу, в середньому за 2023–2025 рр., %

Результати досліджень наведені в табл. 2 показують тенденцію вмісту жиру у надземній вегетативній масі мальви пенсільванської, залежно від років досліджень та типу ґрунтів. Так, у вегетативній масі мальви пенсільванської вирощеної на сірих лісових ґрунтах, виявлено підвищений вміст жиру у 2025 році, який склав 2,13 %, тоді як у 2024 та 2023 році даний показник був нижчим у 1,09 і 1,14 рази відповідно. У надземній вегетативній масі мальви пенсільванської, вирощеної на чорноземах типових, вміст жиру у 2023 і 2024 році був нижчим у 1,03 і 1,04 рази відповідно порівняно з 2025 роком.

Деяку іншу тенденцію вмісту жиру виявлено у надземній вегетативній масі мальви пенсільванської, вирощеної на дерново підзолистих піщаних ґрунтах. Зокрема, найвищим вмістом жиру характеризується надземна вегетативна маса мальви пенсільванської, вирощеної у 2023 році на дерново підзолистих піщаних

грунтах, яка склала 1,53 %, тоді як у 2024 і 2025 даний показник, був нижчим у 1,05 і 1,05 рази відповідно.

Таблиця 2

**Вміст жиру у надземній вегетативній масі мальви пенсільванської, %**

Тип ґрунтів	Роки досліджень					
	2023		2024		2025	
	Фактичний вміст	В середньому по варіанту досліджень	Фактичний вміст	В середньому по варіанту досліджень	Фактичний вміст	В середньому по варіанту досліджень
Сірий лісовий	1,83	1,87 ± 0,10	2,04	1,95 ± 0,09	2,06	2,13 ± 0,16
	1,91		1,91		2,36	
	1,77		1,84		2,13	
	2,00		2,03		1,98	
Чорнозем типовий	1,83	1,79 ± 0,05	1,80	1,76 ± 0,08	1,86	1,84 ± 0,06
	1,71		1,77		1,94	
	1,84		1,84		1,86	
	1,80		1,64		1,79	
Дерново-підзолистий піщаний	1,52	1,53 ± 0,06	1,51	1,46 ± 0,05	1,39	1,36 ± 0,03
	1,63		1,40		1,43	
	1,50		1,45		1,37	
	1,49		1,50		1,32	

Характеризуючи результати досліджень, необхідно відмітити, що найвищим вмістом жиру надземна вегетативна маса мальви пенсільванської характеризувалась за вирощування на сірих лісових ґрунтах. Так, вміст жиру у надземній вегетативній масі мальви пенсільванської на сірих лісових ґрунтах в 2023, 2024 та 2025 році був вищим порівняно з чорноземом типовим відповідно у 1,04, 1,11 та 1,15 рази та з дерново підзолистим піщаним у 1,22, 1,33 і 1,56 рази.

В середньому за роки досліджень (рис. 2) 2023-2025 рр. у надземній вегетативній масі мальви пенсільванської, вміст жиру виявлено при вирощуванні даної культури на сірих лісових ґрунтах. Так, вміст жиру у надземній вегетативній масі мальви пенсільванської вирощеної чорноземах типових і дерново підзолистих піщаних був нижчим у 1,1 і 1,36 рази, порівняно з сіримим лісовими ґрунтами відповідно.

Характеризуючи вміст жиру у надземній вегетативній масі сільфію пронизанолистого, вирощеного на сірих лісових ґрунтах, необхідно відмітити (табл. 3), що найвищий показник, який склав 1,95 % спостерігався у 2025 році. У 2024 році він практично не змінився, тоді як у 2023 році виявився нижчим у 1,13 рази. За вирощування сільфію пронизанолистому на чорноземах типових найвищий вміст жиру у вегетативній масі даної культури виявлено у 2024 році, який склав 1,83 %, тоді як у 2023 році і 2025 році даний показник був нижчим у 1,02 рази і 1,05 рази відповідно.

Найвищий вміст жиру у надземній вегетативній масі сільфію пронизанолистого, вирощеного на дерново підзолистих піщаних ґрунтах виявлена у 2023 році, яка склала 1,75 %, тоді як у 2024 та 2025 році даний показник був нижчим у 1,03 рази та 1,11 раз відповідно.

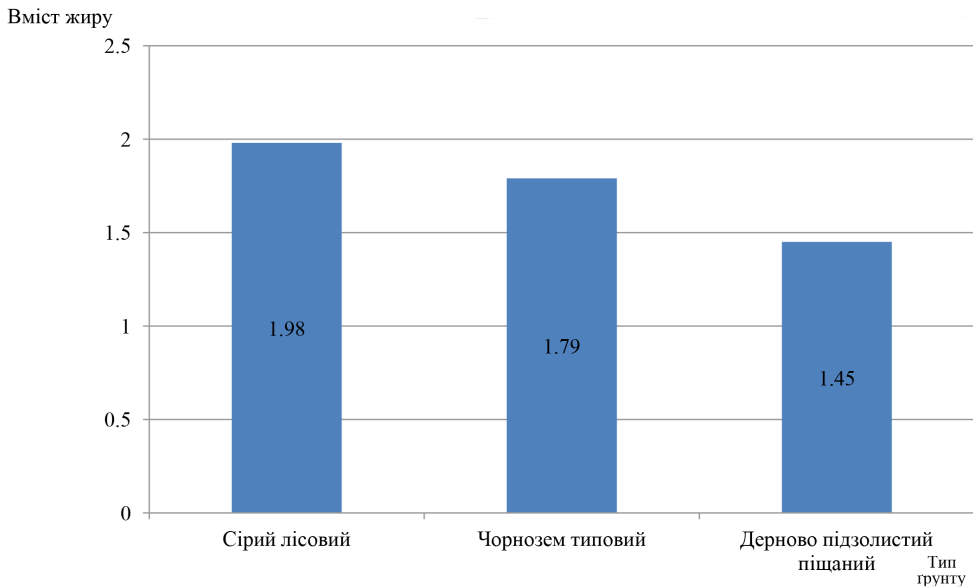


Рис. 2. Вміст жиру у надземній вегетативній масі мальви пенсільванської, в середньому за 2023–2025 рр., %

В порівнянні вмісту жиру у надземній вегетативній масі сільфію пронозанолистого залежно від типу ґрунту в 2023 році суттєвих відмінностей не виявлено. В 2024 році найвищий вміст жиру у надземній вегетативній масі сільфію пронизанолистого виявлено за вирощування даної культури на сірих лісових ґрунтах, який склав 1,94 %, тоді, як на чорноземі типовому та дерново підзолистому піщаному даний показник був нижчим у 1,06 рази і 1,24 рази відповідно. В 2025 році вміст жиру у надземній вегетативній масі сільфію пронизанолистого вирощеного на сірих лісових ґрунтах склав 1,95 % тоді, як на чорноземах типових та дерново підзолистих піщаних ґрунтах даний показник був нижчим у 1,13 рази і 1,24 рази відповідно.

В середньому за 2023–2025 роки вміст жиру у надземній вегетативній масі сільфію пронизанолистого (рис. 3), склав на сірих лісових ґрунтах 1,87 %, чорноземах типових 1,78 % та дерново підзолистих 1,67 %. Найвищий вміст жиру в середньому за роки досліджень виявлено у надземній вегетативній масі сільфію пронизанолистого вирощеного на сірих лісових ґрунтах, який склав 1,87 %, тоді, як на чорноземі типовому і дерново підзолистому піщаному даний показник був нижчим у 1,05 раз і 1,11 рази відповідно.

Характеризуючи вміст жиру у вегетативній масі між енергетичними культурами, вирощеними у на різних ґрунтах протягом 2023–2025 років (рис. 4), необхідно відмітити певні відмінності. Так, за вирощування енергетичних культур на сірому лісовому ґрунті найвищий вміст жиру спостерігався у мальви пенсільванської, який складав 1,98 % тоді, як у міскантусу і сільфію пронизанолистого даний показник був нижчий у 1,33 рази і 1,06 рази відповідно.

Найвищий вміст жиру у надземній вегетативній масі енергетичних культур, вирощених на чорноземі типовому виявлено у мальви пенсільванської практично однаковий із мальвою пенсільванською вміст жиру у надземній вегетативній масі сільфію пронизанолистого, який був у межах 1,78 %. У вегетативній масі

Таблиця 3

## Вміст жиру у надземній вегетативній масі сільфію пронизанолистого, %

Тип ґрунтів	Роки досліджень					
	2023		2024		2025	
	Фактичний вміст	В середньому по варіанту досліджень	Фактичний вміст	В середньому по варіанту досліджень	Фактичний вміст	В середньому по варіанту досліджень
Сірий лісовий	1,81	1,72 ± 0,06	2,02	1,94 ± 0,11	1,93	1,95 ± 0,06
	1,77		2,07		2,02	
	1,68		1,89		1,98	
	1,68		1,81		1,88	
Чорнозем типовий	1,92	1,79 ± 0,12	1,81	1,83 ± 0,06	1,72	1,73 ± 0,03
	1,80		1,77		1,79	
	1,84		1,92		1,75	
	1,63		1,84		1,69	
Дерново-підзолистий піщаний	1,73	1,75 ± 0,05	1,71	1,69 ± 0,05	1,55	1,57 ± 0,08
	1,70		1,61		1,67	
	1,83		1,74		1,62	
	1,77		1,70		1,47	

Вміст жиру

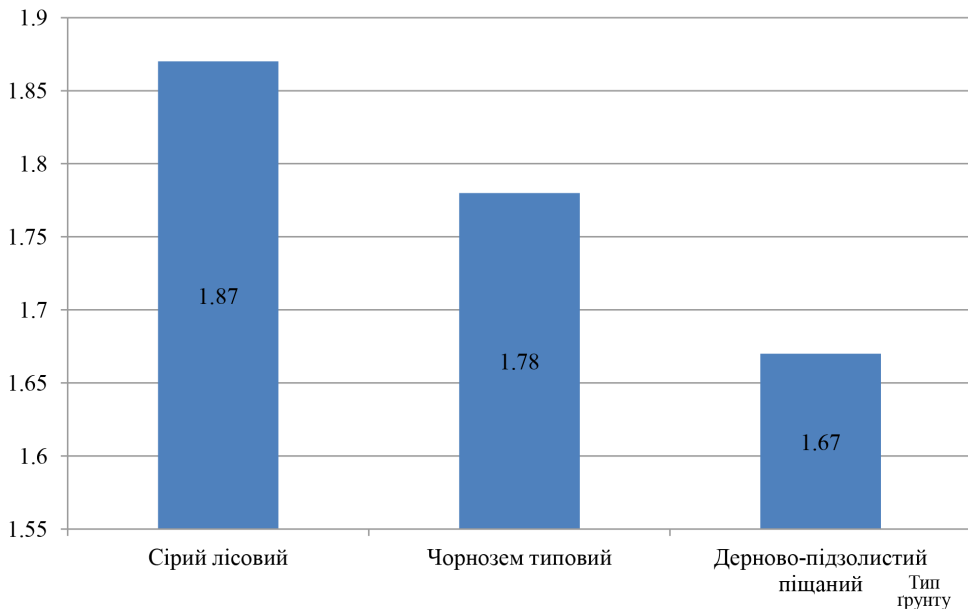


Рис. 3. Вміст жиру у надземній вегетативній масі сільфію пронизанолистого, в середньому за 2023–2025 рр., %

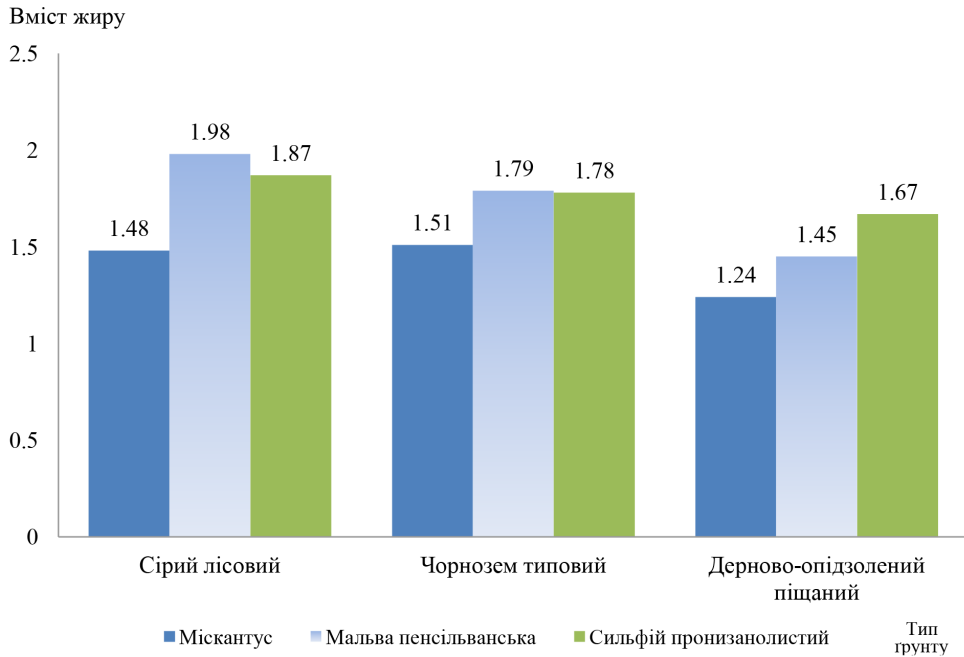


Рис. 4. Порівняльна оцінка вмісту жиру у надземній масі енергетичних культур, %

міскантусу вміст жиру виявився нижчим у 1,85 рази порівняно з мальвою пенсільванською та 1,78 рази порівняно із сильфієм пронизанолистим.

На дерново підзолистих піщаних ґрунтах найвищий вміст жиру у надземній вегетативній масі виявлено у сильфію пронизанолистого. Так, вміст жиру у надземній вегетативній масі сильфію пронизанолистого, вирощеного на дерново підзолистих піщаних ґрунтах, який склав 1,67 % був вищим у 1,34 рази і 1,15 рази, порівняно з міскантусом та мальвою пенсільванською.

**Висновки і пропозиції.** Вміст жиру у надземній вегетативній масі енергетичних культур залежав від ботанічного походження рослин та типу ґрунтів. Вміст жиру у надземній вегетативній масі міскантусу, вирощеного на чорноземах типових був вищим у 1,02 рази порівняно з сірим лісовим та 1,48 рази порівняно з дерново-підзолистим піщаним.

У вегетативній масі мальви пенсільванської та сильфію пронизанолистого виявлено найвищий вміст жиру за вирощування їх на сірих лісових ґрунтах, який переважав в аналогічну сировину, одержану на чорноземах типових та дерново підзолистих піщаних у 1,1 рази і 1,05 рази та 1,36 рази і 1,12 рази відповідно.

У вегетативній масі мальви пенсільванської, вирощеної на сірих лісових ґрунтах вміст жиру був вищим у 1,33 рази за міскантус та 1,06 рази за сильфію пронизанолистий. На чорноземах типових у вирощеній надземній вегетативній масі мальви пенсільванської вміст жиру був вищим порівняно з міскантусом у 1,18 рази, тоді як у надземній вегетативній масі сильфію пронизанолистого даний показник суттєво не відрізнявся. На дерново підзолистих піщаних ґрунтах вміст жиру у надземній вегетативній масі сильфію пронизанолистого у був вищим порівняно з міскантусом та мальвою пенсільванською у 1,34 рази і 1,15 рази відповідно.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Роїк М. В., Курило В. Л., Гументик М. Я., Ганженко О. М. Фітоенергетичні культури. *Агроном*. 2013. Вип. 3. С. 193.
2. Diachuk O., Chepeliev M., Podolets R., Trypolska G., Venger V., Saprykina T., Yukhymets R. Transition of Ukraine to the renewable energy by 2050 results of modeling of the reference and alternative scenarios for the development of energy sector. Kyiv: Publishing house "Art Book" Ltd, 2017. 88 p.
3. Kaletnik G., Honcharuk I., Okhota Yu. The Waste-Free Production development for the energy autonomy formation of Ukrainian agricultural enterprises. *Journal of environmental management and tourism*. Vol. XI, № 3(43). 2020. P. 513–522. DOI:10.14505/jemt.v11.3(43).02 [https://doi.org/10.14505/jemt.v11.3\(43\).02](https://doi.org/10.14505/jemt.v11.3(43).02)
4. Dey S., Sreenivasulu A., Veerendra K., Rao V., Babu A. Renewable energy present status and future potentials in India: an overview. *Innovation and Green Development*. 2022. Vol. 1. Art. 100006. URL: [www.journals.elsevier.com/innovationand-green-development](http://www.journals.elsevier.com/innovationand-green-development)
5. Роїк М. В., Сінченко В. М., Іващенко О. О. та ін. Міскантус в Україні. Київ : ЦП «Компрінт». 2019. 256 с.
6. Енергетичні культури: сортимент, біологія, екологія, агротехнологія: колективна монографія / М. І. Кулик та ін. Полтава : Астроя, 2023. 220 с.
7. Lohosha R., Palamarchuk V., Krychkovskiy V., Kolisnyk O., Vasyliov O. Specifics of cultivation, productivity, and energy efficiency of miscanthus giganteus for solid biofuel production. *Polityka Energetyczna*. 2025. Vol. 28, Issue 1. P. 99–112. DOI: 10.33223/epj/196384
8. Panchenko K. S., Pospelov S. V. The effect of *Malva sylvestris* L. plant density on its productivity. *International Scientific Journal Grail of Science*. № 25, 2023. p. 160–162. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.17.03.2023.025>
9. Гелетуґа Г. Г., Железна Т. А. Біоенергетика в Україні: стан розвитку, бар'єри та шляхи їх подолання. *Біоенергетика*. 2014. No 1. С. 16–19.
10. Квак В. М., Ганженко О. М., Зиков П. Ю., Хіврич О. Б. Визначання площі листової поверхні в різних видів міскантусу розрахунковим методом. *Новітні технології*. 2017. No 5. URL: <http://jna.bio.gov.ua/article/view/122228>
11. Шевчук Р. В., Гук Б. В., Шевчук Г. М., Ювчик Н. О. Енергетична і економічна ефективність вирощування сільфії пронизанолистої на тверде біопаливо. *Біоенергетика*. 2015. No 1. С. 28–29.
12. Шевчук Р. В., Ровна Г. Ф., Кір'янчук К. І. Вплив азотних добрив на врожайність сільфії пронизанолистої за вирощування на тверде біопаливо. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2013. С. 121–123.
13. Franzaring J., Holz I., Kauf Z., Fangmeier A. Responses of the novel bioenergy plant species *Sida hermaphrodita* (L.) Rusby and *Silphium perfoliatum* L. to CO<sub>2</sub> fertilization at different temperatures and water supply. *Biomass and Bioenergy*. 2015. P. 574–583.
14. Schorpp Q., Müller A. L., Schrader S., Dauber J. Agroecological potential of the cup plant (*Silphium perfoliatum* L.) from a biodiversity perspective. *J. für Kulturpflanzen*. 2016. Vol. 68 (12). P. 412–422.
15. Titei V. The evaluation of biomass of the *Sida hermaphrodita* and *Silphium perfoliatum* for renewable energy in Moldova. *Scientific Papers*. 2017. Vol. LX. P. 534–540.
16. Titei V. The Perspective of Cultivation and Utilization of the Species *Silphium perfoliatum* L. and *Helianthus tuberosus* L. in Moldova. *Bulletin UASMV*. 2013. Vol. 70 (1). P. 160–166.

Дата першого надходження статті до видання: 30.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026