

УДК 633.282: 620.952

Міскантус – універсальна культура сьогодення**В. М. Кателевський^{1а}, Ю. Л. Цапко^{*2б}**¹Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків, Київ, Україна²Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського», Харків, Україна

ІНФОРМАЦІЯ	АНОТАЦІЯ
Отримано 18.05.2024 Отримано після доопрацювання 18.07.2024 Затверджено до видання 30.07.2024 Доступно онлайн 31.07.2024	В оглядовій статті представлено результати вивчення джерел інформації щодо запровадження біологічної енергетики у відновленні родючості ґрунтів на деградованих землях. Особливу увагу звернено на підтверджені публікаціями результати визначення унікальних ремедіаційних (лікувальних) властивостей міскантусу гігантського, який здатний покращувати фізичні, фізико-хімічні та біологічні характеристики ґрунту. Ця універсальна енергетична культура, крім продукування значної кількості високоякісної біомаси з високою теплотворною здатністю, також секвеструє значну частку вуглецевого газу в стебла та корінні — більше, ніж повертає до атмосфери під час спалювання. Це позитивно впливає як на ґрунт, через збільшення його органічної складової, так і на атмосферу, а відтак — і клімат. В результаті пошуку спеціальних інформаційних джерел виявлено, що целюлозовмісна сировина, отримана з міскантусу, може замінити целюлозу бавовни у виробництві пороку, нітроцелюлози та інших вибухових речовин, що є надважливим для розвитку військової промисловості в плані власного виробництва патронів, снарядів, мін, ракет, бомб тощо, що посилить обороноздатність держави.
Ключові слова: бавовна; енергетичні культури; міскантус; порох; сировина	
*E-mail: tsapkoul@i.ua	

ORCID: ^a 0000-0001-5558-2181; ^b 0000-0001-6111-0877*Форма цитування:* Кателевський В. М., Цапко Ю. Л. Міскантус – універсальна культура сьогодення. *Агрохімія і ґрунтознавство*. Міжвід. темат. наук. зб. / ННЦ "ІГА ім. О.Н. Соколовського". Харків: 2024. Вип. 96. С. 52–57. <https://doi.org/10.31073/acss96-06>

В Україні запровадження біологічної енергетики в останні декілька років стало архіважливим завданням для сільськогосподарського виробництва у напрямі розвитку біоенергетики та виробництва біоенергетичних видів палива. Дійсно, це реальний шлях до здобуття енергетичної незалежності держави, досягнення якої ґрунтується на використанні інновацій у промисловому секторі. Біоенергетичні культури мають ряд переваг перед традиційними викопними видами енергетичних джерел для виробництва теплової та електричної енергії. Зауважимо, що за даними 2011 р., загальна площа під лігноцелюлозними енергетичними культурами в ЄС становила біля 130–140 тис. га. Близько 37 % цієї площі (50 тис. га) припадало на Румунію, де вирощується просо прутіподібне. У Великобританії під міскантус відведено 10–11 тис. га, у Швеції і Польщі під вербою зайнято, відповідно, 11 і 9 тис. га.

Порівняно з біопаливними енергетичними культурами першого покоління, енергетичні культури другого покоління вимагають менше ресурсів, виробляють більше енергії на основі земельної маси, зменшують викиди парникових газів і не конкурують безпосередньо за орні землі для виробництва продуктів харчування [1].

В Україні перед масштабним вторгненням російської федерації налічувалося декілька компаній, які вирощували енергетичні культури на комерційних засадах. Ще ряд підприємств планували найближчим часом вийти на цей ринок. Найбільш потужна з них — компанія «Salix Energy», що була заснована в 2010 році й мала найбільші в Україні плантації енергетичної верби, які були розташовані у Волинській та Львівській областях (> 1500 га). У 2013 р. компанія зареєструвала свій власний сорт енергетичної верби — Марцияна (єдиний офіційно зареєстрований в Україні). Компанія «Phytofuels» вирощувала цілий ряд енергетичних культур (просо прутіподібне, міскантус, верба, сорго цукрове та ін.) на площі понад 35 тис. га в Полтавській області. У наукових питаннях компанія тісно співпрацювала з Інститутом біомаси та сталого розвитку (м. Полтава) і Університетом Вагенінгена (Нідерланди). В Дніпропетровській області діяв агрохолдинг «KSG Agro», який володів 65 тис. га земель і успішно розвивав новий напрям свого бізнесу – вирощування міскантусу. В 2013 році на площі 33 га земель агрохолдингу закладено маточні плантації культури; у 2014 р. висадили ще 400 га міскантусу, а ще через рік загальна площа під цією енергетичною культурою досягла більше 2000 га. Паралельно тут розвивали промислову переробку біомаси міскантусу.

Жахлива війна, яку розв'язала російська федерація на території України 24 лютого 2022 року, і яка не припиняється вже третій рік, згубно відбивається на біосфері, літосфері, гідросфері, атмосфері Землі та педосфері, що ще більше наближує нашу унікальну Зелену Планету до кліматичного апокаліпсису. Забруднення атмосфери внаслідок масштабних пожеж, які призвели до великих втрат цінних природних ресурсів і виділення різноманітних газів, включаючи двоокис вуглецю, безумовно чинить тиск на клімат, через посилення парникового ефекту та почастищення кислотних опадів. Незважаючи на ці негативні об'єктивні реалії, процеси ґрунтоґенезу не зупиняються ні на мить. Тільки ґрунтам, як основі розвинутого життя на Земній кулі, відведено роль саме того «локомотиву», що здатний, незважаючи на форсмажорні катаклізми, забезпечувати рослини поживними речовинами, водою, повітрям, теплом і простором для зростання коріння, аби підтримувати і відновлювати родючість.

Побудова фортифікаційних споруд (бліндажів, окопів, насипів та штучних підвищень), глибокі вирви від бомбардувань, артилерійських та мінометних обстрілів порушили цілісність ґрунтового покриву (подекуди майже суцільно) через що, зруйновано структуру укладення материнських і навіть підстильних порід, шляхом перевертання на поверхню та перемішування генетичних горизонтів ґрунту. Пересування сухопутної військової техніки безпосередньо по полях, її ураження та пошкодження, падіння літаків, гелікоптерів та різновидів безпілотних літальних апаратів супроводжується забрудненням ґрунтів паливо-мастильними матеріалами, підсилює просочення нафтопродуктів та іншої рідини (солярки, бензину, мастил, кислот, лугів тощо) на значні глибини в ґрунті. В результаті таких мілітарних руйнувань ґрунтоґенез суттєво гальмується, а для відновлення родючості пошкоджених ґрунтів необхідно застосувати заходи з ремедіації, тобто лікування ґрунтів. Мілітарно деградовані ґрунти підлягають ремедіації тільки після детального обстеження території на наявність мін та нерозірваних боєзарядів. Цей процес є найскладнішим і найтривалішим заходом, який, без застосування спеціальної броньованої техніки, на деяких вщент зруйнованих ґрунтах може затягнутися на довгі роки. Втім застосування відповідних заходів з активізації біологічного фактору ґрунтоутворення, саме завдяки тому що життєдіяльність біоти ні на долю секунди не дозволяє загальмувати ґрунтоутворювальний процес, забезпечуючи розвиток і формування ґрунтів; і може значно прискорити реабілітацію мілітарно деградованих ґрунтів.

Комплексний підхід до відновлення зруйнованих війною ґрунтів найбільш доцільно здійснювати запровадженням «альтернативної енергетики» в сільськогосподарському виробництві, головним принципом якої, є реалізація концепції відновлювальної енергетики з отриманням значних обсягів біомаси шляхом вирощування енергетичних культур, насамперед шляхом вирощування Міскантусу гігантського (*Miscanthus giganteus*).

Міскантус є тією енергетичною культурою, яка потребує ретельної уваги в контексті обговорення найперспективніших рослин-енергетиків. Міскантус відомий як Слонова трава — швидкозростаючий очерет, родини м'ятликових, багаторічна трав'яна злакова культура, що розмножується вегетативно за допомогою ризом. Міскантус гігантський є рослиною з високою теплотворною здатністю, стебла якої містять 61–71 % целюлози.

Рослина належить до групи C₄, як така, що має високу фотосинтетичну активність. Це дуже важливий показник у визначенні впливу міскантусу на навколишнє природне середовище. Після одноразової посадки рослини, її повзуче кореневище буде щорічно давати нові пагони. До групи C₄ відносять також такі культури: цукровий очерет, сорго, кукурудза.

Шлях фотосинтезу цих рослин (C₄) отримав власну назву, оскільки первинним продуктом фіксації CO₂ у цьому випадку є органічна сполука не з трьома, а з чотирма атомами вуглецю, як у щавлевооцтовій кислоті. Такий тип фотосинтезу мають тропічні рослини спекотних країн.

Міскантус — витривала рослина, на одному місці може зростати до 25–30 років і навіть більше, а за необхідності вилучається гербіцидом. Міскантус практично не потребує витрат, бо після посадки, крім перших двох-трьох років, не вимагає особливого догляду.

Висаджування рекомендується проводити у квітні, ідеальний термін для збирання врожаю — весна. Найбільшої продуктивності досягає у період вирощування від 4 до 7 року після посадки. У перший рік урожай не збирають, але парості скошуюють і залишають на поверхні ґрунту як добриво. Промисловий урожай другого року можна починати збирати навесні третього року.

Рослина не вибаглива до внесення добрив, хоча на бідних ґрунтах легкого гранулометричного складу, особливо в перші роки, може виникнути потреба в удобренні і застосуванні гербіцидів для знищення бур'янів. Підійдуть засоби від бур'янів, що

застосовуються за вирощування кукурудзи. У рік посадки важливо приділити увагу контролю забур'яненості плантацій. За умов достатнього освітлення врожаї цієї культури будуть набагато більшими. Гербіциди можуть бути потрібні лише протягом перших двох років вирощування — потім листовий покрив, що опадає зимою заважатиме росту бур'янів, тобто пригнічує їх розвиток та зростання. Єдине серйозне випробування для рослини — безсніжна холодна зима. Особливо небезпечна перша зимівля. Міскантус погано переносить високу кислотність та високий рівень ґрунтових вод.

Низькі експлуатаційні витрати на вирощування відкривають широкі перспективи використання цієї унікальної культури. Урожай збирають за допомогою звичайних кормозбиральних комбайнів, а зібрана маса йде на виробіток тепла або переробляється в паливні брикети.

Після зимового листопаду та опадів пагонів, рослини Міскантусу висихають до вмісту вологи на рівні 15-20 %. Залежно від місця посадки і клімату, щорічне збирання біомаси очікують вже через два роки після посадки, тобто на третій рік — найкраща пора для цього весна (квітень).

Міскантус не формує насіння під час зростання у Центральній Європі. Тому, розмноження рослини має бути зроблено вегетативним способом [2, 3]. Міскантус гігантський розмножується кореневими паростками — ризомами, які висаджують за допомогою посадкової машини. За відсутності спеціальної техніки іноді ризоми висаджують картоплесаджалками.

Щільність висаджування становить від 15 тис. одиниць рослин на гектар для закладання розсадника і до 20 тис. рослин на гектар на промисловій плантації. Рекомендується проводити посадку у квітні.

Особлива цінність міскантусу полягає у невибагливості до ґрунтових умов. Завдяки глибокій і розгалуженій кореневій системі, рослину можна вирощувати на малородючих ґрунтах, навіть дуже бідних, а також на деградованих, піщаних, супіщаних ґрунтах та на ерозійно небезпечних ділянках на схилах до 7°. Водовикористання у цієї рослини значно менше ніж у багатьох деревних порід, а потреби в нітрогені та інших поживних елементах — значно нижчі порівняно з відомими сільськогосподарськими культурами.

Потужна коренева система, яка досягає 2,5 метра в глибину, дозволяє легко споживати поживні речовини і воду, що дає змогу вирощувати Міскантус на землях, які певний час не використовувалися. Наприклад, землі, які зазнали радіаційного забруднення (в результаті Чорнобильської катастрофи площа сільгоспугідь, забруднених радіацією, в Україні становить 3,5 млн га) та мілітарно деградовані ґрунти, як наслідок агресії рф, площа яких оцінюється не менше 3 млн га.

Крім того, міскантус демонструє підвищену стійкість до хвороб і шкідників, тому не потрібно часто проводити фітосанітарну обробку площ його зростання, що, своєю чергою, зменшує витрати на його вирощування і запобігає додатковому забрудненню навколишнього середовища.

Загалом, міскантус толерантний до майже всіх типів ґрунтів, але найпродуктивніше проявляє себе на добре дренованих ґрунтах при середній кількості річних опадів. Він добре зростає на ґрунтах важкого гранулометричного складу, де продукує велику кількість біомаси, яку відносно легко збирати і переробляти існуючою технікою і, зрозуміло з вищенаведеного, має властивість суттєво покращувати екологічну ситуацію.

Міскантус є енергетичною культурою, що секвеструє вуглець — абсорбує CO₂ з атмосферного повітря більше, ніж повертає до атмосфери при спалюванні. Після чотирьох років вирощування у ґрунті накопичується 15-20 т/га кореневищ, що еквівалентно 7,2–9,2 т/га вуглецю [4]. Тобто, вирощування міскантусу сприяє нормалізації клімату. Останнє підтверджується ще й тим, що продукти згоряння тріски та пелетів міскантусу у 20–30 разів менше містять оксиду сірки та у 3–4 рази менше залишають золи, ніж від спалювання вугілля.

Результати визначення хімічного складу підтверджують вміст целюлози в межах 44 %, лігніну — 17 %, геміцелюлози — 24 % [5].

Для формування стабільно тривалий час (15-20 років) функціонуючої плантації потрібно два-три роки. Ліси, наприклад, накопичують біомасу десятиліттями, і 100-140 років є нормальним віком для зрілого лісу. Легко порівняти ефективність накопичення сухої біомаси деревини різних порід і агропромислового вирощування міскантусу як технічної культури [6, 7].

Значна частина потужної кореневої системи міскантусу, яка секвеструвала вуглець ґрунту та атмосфери, поступово перетворюється на гумус, що значно покращує властивості ґрунту та позитивно впливає на біорізноманіття. Завдяки цьому міскантус

проявляє потужні ремедіаційні (лікувальні) властивості, які забезпечують відтворення родючості ґрунту [8, 9].

Значущість вирощування міскантусу — корисної енергетичної культури з високою ремедіаційною здатністю, найбільшою є за використання на зруйнованих та замінованих територіях, що було підтверджено вченими Загребського університету в Хорватії, країні яка зазнала нищівних руйнувань від війни на власній території у 90-х роках.

Отже, привабливість вирощування міскантусу можна викласти у таких аспектах:

- невибагливий до ґрунтових умов;
- майже не потребує добрив та застосування біоцидів (гербіцидів, пестицидів, фунгіцидів тощо) та стимуляторів росту;
- добре зростає на ґрунтах з активною кислотністю 4,5–7,5 одиниць рН, в умовах з кількістю опадів від 500 мм за рік, та за температури повітря влітку +25–32 °С [10];
- врожай збирають навесні — у березні або квітні, при цьому біля 25 % листового опаду залишається на поверхні ґрунту та слугує мульчою та накопичувачем детриту, корисного для структуроутворення;
- після розкладання, значна частка опаду перетворюється на гумус, тим самим забезпечуючи самовідновлення родючості ґрунту;
- стійкість міскантусу відображується у продуктивності плантації, яка практично не залежить від зовнішніх умов.

Порівняння продуктивності міскантусу з традиційними енергоносіями:

- одна тонна сухої маси міскантусу еквівалентна 750 кг вугілля;
- порівняння витрат (у дол. США) на отримання 1 Гкал тепла з різних видів енергоносіїв: газ — \$35; мазут — \$28; вугілля — \$21; міскантус — \$4–15;
- продуктивність міскантусу у 4–5 разів вища за продуктивність лісових насаджень; якщо вирощувати ліс 80 років то отримують деревину – 400 т з га, а з одного га міскантусу впродовж 80 років буде отримано близько 2000 тонн;
- при спалюванні міскантус виділяє від біля 18 МДж/кг, або 5 кВт/год/кг енергії, тоді як дрова із дуба – 19 МДж;
- 1 т паливних гранул з міскантусу приблизно еквівалентна 440 кг сирової нафти, 820 кг кам'яного вугілля, 515 м³ природного газу, 1,2 т деревини або 420 кг дизельного палива [11].

Зареєстрований в Україні у державному реєстрі рослин Міскантус гігантський сорт «Осіній зорецвіт» № 150903, створений в Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків, здатен протягом 20-ти років на одному місці зростання продукувати 20 т/га сухої речовини з високою теплотворною здатністю, забезпечуючи вихід енергії – 360 ГДж/га [12].

У вищенаведеному матеріалі не відображено ще одну властивість міскантусу, яка, на наш погляд, відкриває перед цією культурою необмежені перспективи — у постачанні якісної стратегічної лігноцелюлозної сировини для виробництва порошу. Справа в тому, що у виробництві порошу, а відтак і боеприпасів, використовують бавовну. Також продукцію з бавовни переробляють на нітроцелюлозу, яка йде на виготовлення снарядів.

Головний наратив, що без бавовни не можна виготовити сировину для виробництва порошу та нітроцелюлози, який існував у 20-му сторіччі, доволі довго тримав у напрузі оборонну промисловість багатьох країн і також України. У минулому в радянському союзі бавовну вирощували в азійських республіках і постачали на заводи військової промисловості.

Верховна Рада України спростила вирощування в державі для оборонних потреб бавовника ухваливши 20 березня 2024 р. законопроект №10427-1 в першому читанні; за цей документ проголосували 287 парламентаріїв. Така відносно велика підтримка народними обранцями законопроекту зумовлена тим, що на внутрішньому ринку бавовна потрібна для військових, для легкої промисловості та й для самих аграріїв, оскільки є проблеми з експортом і є проблеми з рентабельністю традиційних для України культур. Вирощування бавовни може стати великим плюсом для агросектора, якщо українські аграрії бачитимуть, що бавовна дає гарну рентабельність.

Вже 23 квітня 2024 р. Верховна Рада ухвалила в цілому законопроект № 10427-1 про внесення змін до деяких законів України щодо поширення сортів бавовника в Україні [13]. Зміни в законодавстві дозволяють аграріям відродити вирощування бавовни на півдні України, пік якого припадав на 50-ті роки минулого сторіччя. У ті часи Херсонська фабрика з обробки бавовняної сировини входила в десятку найбільших у Європі. Зараз мова йде про вирощування бавовни на площі 30 тис. га або вдвічі менше за умов зрошування, що дасть змогу забезпечити потребу України в бавовняній сировині, яка оцінюється у 10 тис. тонн [14, 15].

За часи продовження великої війни за незалежність Україна навчилася вирішувати проблеми різними шляхами обираючи найбільш доцільні в кожному конкретному випадку. Так у винаході, який відноситься до хімічної промисловості висвітлено можливість отримання целюлози і лігніну з целюлозовмісної сировини, джерелом якої запропоновано використовувати міскантус або плодове оболонки злакових культур, або соломі злакових культур [16]. В іншому винаході наведено спосіб отримання целюлози для хімічної переробки з целюлозовмісної тріски міскантуса [17]. Таким чином, стає зрозумілим, що за створення відповідних умов з хімічної переробки целюлозовмісної сировини, здобутої з міскантуса, в Україні цілком можливо виробництво порошу, нітроцелюлози та інших вибухових речовин без використання бавовни. Це дасть можливість наростити потужності оборонної промисловості з виробництва гостро дефіцитних боеприпасів середніх і великих артилерійських калібрів, а також ракетного палива.

Висновок

Міскантус — універсальна рослина сьогодення, вирощування якої здатне забезпечити значними обсягами біомаси паливні котельні для виробництва теплової та електричної енергії. Його здатність до відтворення родючості ґрунтів та невибагливість до ґрунтових умов, а також ремедіаційні (лікувальні) властивості є особливо цінними як у період воєнного стану, так і в повоєнній відбудові агропромислового сектору держави. Культура здатна більше абсорбувати вуглецевого газу та накопичувати його у стеблах та корінні ніж повертати до атмосфери при спалюванні, що сприяє нормалізації клімату. Завдяки можливості отримання целюлози і лігніну з целюлозовмісної сировини міскантуса його вирощування сприятиме зміцненню обороноздатності держави. Отже напрям досліджень, пов'язаних з вирощуванням і використанням продукції з міскантуса, є важливим як для сільського господарства, енергетики країни, так і для військової галузі й безумовно потребує подальшого розвитку.

Список використаних джерел

1. Ashworth A. J., Taylor A. M., Reed D., Tyler D. D., Allen F. L., Keyser P. D. Life cycle assessment of regional switchgrass feedstock production compared to nitrogen input scenarios and legume-intercropping systems. *Journal of Cleaner Production*. 2015. 87. 227-234. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.10.002>
2. Clifton-Brown J., Breuer J., Jones M. Carbon mitigation by the energy crop, Miscanthus. *Global Change Biology*. 2007. 13(11). 296-307. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2007.01438.x>
3. Heaton E. A., Dohleman F. G., Long S. P. Meeting US biofuel goals with less land: The potential of Miscanthus. *Global Change Biology*. 2008. 14(9). 2000-2014. URL: <https://www.scrip.org/reference/referencespapers?referenceid=47434>
4. Зінченко В. О. Міскантус – джерело енергетичної біомаси. *Новини Агротехніки*. 2008. 3(63). С. 40-41.
5. Dohleman F. G., Long, S. P. More productive than maize in the midwest: How does miscanthus do it? *Plant Physiology*. 2009. 150(4). 2104-2115. <https://doi.org/10.1104/pp.109.139162>
6. Sanderson M. A., Adler P. R. Perennial forages as second generation bioenergy crops. *International Journal of Molecular Sciences*. 2008. 9(5). 768-788. <https://doi.org/10.3390/ijms9050768>
7. Henry R. J. Evaluation of plant biomass resources available for replacement of fossil oil. *Plant Biotechnology Journal*. 2010. 8(3). 288-293. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7652.2009.00482.x>
8. Vodiak Ya., Tsapko Yu., Kucher A., Krupin V., Skorokhod I. Influence of Growing *Miscanthus x giganteus* on Ecosystem Services of Chernozem. *Energies*. 2022. 15(11). 4157. <https://doi.org/10.3390/en15114157>
9. Tsapko Yu., Starchenko O., Vodiak Ya. Using the ecosystem services potential of Chernozem to restore war-damaged land. *International Journal of Environmental Studies*. 2023. 80(2). 399–409. <https://doi.org/10.1080/00207233.2023.2179760>
10. Сінченко В. М. Міскантус — перспективна біоенергетична культура. *Біоенергетика*. 2022. 2. С. 15–19. <https://doi.org/10.47414/be.2.2017.253807>
11. Степанушко Л. Міскантус гігантський: гаряча пропозиція. *Пропозиція*. 16.03.2017. URL: <https://propozitsiya.com.ua/miskantus-gigantskiy-goryachee-predlozhenie>
12. *Міскантус в Україні*. Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України. Київ: ТОВ «ЦП «Компрінт», 2019. 256 с. URL: https://bio.gov.ua/sites/default/files/documentation/miskantus_v_ukrayini.pdf
13. Соломчук Д. Вирощування бавовника в Україні може стати перспективним напрямком для аграріїв. *Офіційний вебпортал Парламенту України*. 20 березня 2024. URL: https://www.rada.gov.ua/news/news_kom/247649.html
14. Павлиш О. Рада ухвалила закон про бавовник: потрібен для виробництва порошу. *Економічна правда*. 23 квітня 2024. URL: <https://www.epravda.com.ua/news/2024/04/23/712797/>
15. Бриль Р. В Україні відроджують вирощування бавовни. Потрібно для виробництва порошу. *LIGA.net*, 4 квітня 2024, 17:27. URL: <https://biz.liga.net/ekonomika/all/novosti/v-ukraine-vozzrozhdayut-vyrashchivanie-hlopka-nuzhno-dlya-proizvodstva-poroha>
16. Спосіб переробки целюлозовмісної сировини. Патент RU2456394C1. 2010.
17. Спосіб здобування целюлози для хімічної переробки з целюлозовмісної сировини. Патент RU2763878C1. 2020.

UDC 633.282: 620.952

Miscanthus is a universal culture today**V. M. Katelevskij¹, Yu. L. Tsapko^{2*}**¹**Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet, Kyiv, Ukraine**²**National Scientific Center "Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O. N. Sokolovsky", Kharkiv, Ukraine*****E-mail:** tsapkoul@i.ua

The review article presents the results of a study of sources of information on the introduction of biological energy in the restoration of soil fertility on degraded lands. Special attention is paid to the published results of the determination of the unique remedial (healing) properties of giant miscanthus, which is able to improve the physical, physico-chemical and biological characteristics of the soil. This versatile energy crop, in addition to producing large amounts of high-quality biomass with high calorific value, also sequesters a significant proportion of carbon dioxide in the stems and roots—more than it returns to the atmosphere during combustion. This has a positive effect on both the soil, due to the increase in its organic content, and the atmosphere, and thus the climate. As a result of the search for special information sources, it was found that cellulose-containing raw materials obtained from miscanthus can replace cotton cellulose in the production of gunpowder, nitrocellulose and other explosive substances, which is extremely important for the development of the military industry in terms of its own production of cartridges, shells, mines, rockets, bombs etc., which will strengthen the state's defense capability.

Keywords: cotton; energy crops; miscanthus; gunpowder; raw materials

Citing: Katelevskij, V. M., Tsapko, Yu. L. (2024). Miscanthus is a universal culture today. *AgroChemistry and Soil Science*, 96, 52-57. <https://doi.org/10.31073/acss96-06> [in Ukrainian]

References

1. Ashworth, A. J., Taylor, A. M., Reed, D., Tyler, D. D., Allen, F. L. & Keyser, P. D. (2015). Life cycle assessment of regional switchgrass feedstock production compared to nitrogen input scenarios and legume-intercropping systems. *Journal of Cleaner Production*, 87, 227-234. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.10.002>
2. Clifton-Brown, J., Breuer, J., & Jones, M. (2007). Carbon mitigation by the energy crop, Miscanthus. *Global Change Biology*, 2007, 13(11), 296-307. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2007.01438.x>
3. Heaton, E. A., Dohleman, F. G. & Long, S. P. (2008). Meeting US biofuel goals with less land: The potential of Miscanthus. *Global Change Biology*, 14(9), 2000-2014. Retrieved from <https://www.scrip.org/reference/referencespapers?referenceid=47434>
4. Zinchenko, V. O. (2008). Miscanthus – a source of energy biomass. *News of Agrotechnics*, 3(63), 40-41 [in Ukrainian].
5. Dohleman, F. G., & Long, S. P. (2009). More productive than maize in the midwest: How does miscanthus do it? *Plant Physiology*, 150(4), 2104-2115. <https://doi.org/10.1104/pp.109.139162>
6. Sanderson, M. A., Adler, P. R. (2008). Perennial forages as second generation bioenergy crops. *International Journal of Molecular Sciences*, 9(5), 768-788. <https://doi.org/10.3390/ijms9050768>
7. Henry, R. J. (2010). Evaluation of plant biomass resources available for replacement of fossil oil. *Plant Biotechnology Journal*, 8(3), 288-293. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7652.2009.00482.x>
8. Vodiak, Ya., Tsapko, Yu., Kucher, A., Krupin, V., & Skorokhod, I. (2022). Influence of growing *Miscanthus x giganteus* on ecosystem services of chernozem. *Energies*, 15(11), 4157; <https://doi.org/10.3390/en15114157>
9. Tsapko, Yu., Starchenko, O. & Vodiak, Ya. (2023). Using the ecosystem services potential of Chernozem to restore war-damaged land. *International Journal of Environmental Studies*, 80(2), 399–409. <https://doi.org/10.1080/00207233.2023.2179760>
10. Sinchenko, V. M. (2022). Miscanthus: a new promising energy crop. *Bioenergy*, (2), 15–19. <https://doi.org/10.47414/be.2.2017.253807> [in Ukrainian]
11. Stepanushko L. (2017). Miscanthus giant: a hot offer. *Propozitsiya*. 16.03.2017. URL: <https://propozitsiya.com/ua/miskantus-gigantskiy-goryachee-predlozhenie> [in Ukrainian]
12. *Miscanthus in Ukraine*. (2019). Institute of bioenergy crops and sugar beets of the National Academy of Sciences of Ukraine. Kyiv: LLC "CP "Comprint". Retrieved from https://bio.gov.ua/sites/default/files/documentation/miskantus_v_ukrayini.pdf [in Ukrainian].
13. Solomchuk, D. (2024). Growing cotton in Ukraine can become a promising direction for farmers. *Official website of the Parliament of Ukraine*. March 20, 2024. Retrieved from https://www.rada.gov.ua/news/news_kom/247649.html [in Ukrainian].
14. Pavlysh, O. (2024). The Council passed a law on cotton: it is needed for the production of gunpowder. *Economic truth*. April 23, 2024. Retrieved from <https://www.epravda.com.ua/news/2024/04/23/712797/> [in Ukrainian].
15. Bryl, R. (2024). Cotton cultivation is being revived in Ukraine. It is needed for the production of gunpowder. LIGA.net, April 4, 2024. Retrieved from <https://biz.liga.net/ekonomika/all/novosti/v-ukraine-vozrozhdayut-vyrashtivanie-hlopka-nuzhno-dlya-proizvodstva-poroha> [in Ukrainian].
16. Method of processing cellulose-containing material. Patent RU2456394C1. 2010. [in Ukrainian].
17. Method for producing cellulose for chemical processing from cellulose-containing raw materials. Patent RU2763878C1. 2020 [in Russian].