

**ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ МІСКАНТУСУ ЯК ЕНЕРГЕТИЧНОЇ КУЛЬТУРИ  
В АГРОЕКОЛОГІЧНИХ УМОВАХ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ**

*На основі аналізу результатів досліджень та наукових публікацій вітчизняних і зарубіжних вчених щодо біологічних особливостей та технології вирощування рослин *Miscanthus sinensis*, а також відомчих нормативно - правових документів узагальнено переваги і недоліки вирощування міскантусу в ґрунтово-кліматичних умовах Полісся, та обґрунтовано економічну недоцільність його використання як енергетичної культури в промислових масштабах у сучасних соціально-економічних умовах.*

**Вступ**

Існування сучасної цивілізації характеризується нераціональним використанням природних ресурсів і посиленням техногенно-антропогенним впливом на навколишнє середовище [3]. Особливо гострою екологічною проблемою є підвищення інтенсивності використання енергетичних ресурсів, наслідком чого стає їх виснаження та забруднення атмосферного повітря: понад 80 % антропогенної емісії парникових газів забезпечує енергетика, а більшу частину решти – транспорт [12]. Енергетичні потреби сучасного світу надто великі, а їх масштаб наблизився до такого стану, коли не лише економічні, а й природні фактори обмежують залучення в обіг традиційних енергетичних ресурсів. Однак, причиною виникнення такої ситуації, на думку [30], слід вважати не зростання темпів отримання енергії (яке обмежене надто багатьма параметрами), а відсутність зусиль у пошуках способів її якісного і раціонального використання, без збільшення масштабів споживання.

У структурі використання людством первинних енергоресурсів на частку відновлювальних джерел і біомаси наразі припадає лише 11 %, а за їх рахунок у світі виробляється лише 2 % електроенергії. Очікується, що до 2020 р. цей показник досягне 17 % [27]. Вже на початку XXI століття для енергетичних цілей використовується до 1 млрд. т. умовного палива рослинної маси, що еквівалентне 25 % світового видобування нафти. Не випадково у країнах екваторіального поясу саме біомаса залишається основним джерелом енергії. Її частка в енергобалансі країн, що розвиваються, складає біля 35 %, а у світовому споживанні енергоресурсів – 12 % [23].

Використання біомаси рослин і продуктів її переробки в якості джерела енергії обумовлене унікальними можливостями рослинної продукції, а саме:

- можливістю використання за потреби у будь-який час;
- широким спектром отримуваної продукції – тепло, електроенергія, біопаливо для транспортних систем, технічний етанол та ін.;
- можливість використання у межах сільських селітебних територій, де відсутнє централізоване опалення;
- висока екологічність [12].

Вирішення енергетичної проблеми на регіональному рівні за рахунок додаткового залучення біоенергії рослин і продуктів їх переробки у загальну енергетичну складову, може сприяти забезпеченню енергетичної незалежності як держави в цілому, так і окремих її регіонів зокрема. Маючи безпосереднє відношення до вивчення енергетичної продуктивності сільськогосподарських культур у різних біокліматичних областях і зважаючи на новизну і недостатню вивченість піднятої у статті проблеми, нами проведено літературний огляд вітчизняної та зарубіжної наукової інформації, що стосується можливості вирощування однієї з енергетичних культур - міскантусу як у промислових масштабах, так і у приватному секторі в умовах Полісся України з перспективою подальшого використання біомаси цієї культури як додаткового джерела енергії.

### **Продуктивність міскантусу як енергетичної культури та особливості його вирощування**

У розвинених країнах світу (США, Китай, Німеччина, Великобританія, Данія, Австралія, Іспанія, Польща та ін.) активно розвивається виробництво і використання енергетичних біопаливних культур. Як джерела органічної біомаси використовуються різні культури (кукурудза, ріпак, озима пшениця, соняшник, верба, тополя та ін.). Однією з нетрадиційних енергетичних культур, яка в останні два десятиліття цікавить дослідників, є міскантус або слоняча трава. Як у фаховій науковій літературі, так і у засобах масової інформації наразі з'явився цілий ряд повідомлень про енергетичну перевагу цієї культури перед іншими і широкі перспективи можливості її вирощування у промислових масштабах в умовах Полісся України без екологічних обмежень [9 – 11, 14, 16, 20 та ін.]. Сама ідея щодо використання міскантусу як біопалива почала реалізовуватися після його завезення в Україну понад десяти років тому.

Зазначимо, що питання особливостей вирощування міскантусу на теренах України наразі практично не вивчене. Промислові плантації як такі відсутні, дослідні насадження цієї культури також наявні лише на невеликих площах у окремих науково-дослідних установах - Національному ботанічному саду ім. М.М. Гришка та Ботанічному саду Житомирського національного агроєкологічного університету. Найбільш вагомим дослідженням щодо можливості та економічної ефективності створення промислових плантацій міскантусу в ґрунтово-кліматичних умовах, подібних до умов Полісся України, і використання вегетативної маси цієї культури як енергетичного матеріалу

проведені впродовж 2007-2010 рр. вченими Технологічно-природничого інституту, Інституту живлення і акліматизації рослин, Інституту агрохімії і ґрунтознавства в Пулавах (Республіка Польща) та Норвезького інституту досліджень землеробства і охорони довкілля (Норвегія). Досліди були закладені на промислових і дослідних плантаціях площею від 2 до 40 га на території Поморського і Мазовецького воєводств на ґрунтах IV і V класів бонітету [32].

В Україні фундаментальні дослідження щодо перспектив використання міскантусу як паливної сировини розпочаті лише декілька років тому. Згідно з цільовою програмою наукових досліджень НАН України „Біомаса як паливна сировина” („Біопаливо”), затвердженої розпорядженням Президії НАН України № 220 від 30.03.11 р., співробітниками Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка започатковано виконання тематики „Розробка генофонду перспективних джерел біоетанолу шляхом створення нових високопродуктивних форм міскантусу та проса прутіподібного”. Варто зазначити однак, що дана програма передбачає вивчення можливостей використання як енергетичних культур не лише міскантусу, а й інших видів рослин (гібридів кукурудзи, проса, озимих олійних культур та ін.).

Серед фахових публікацій вітчизняних учених наявні лише декілька праць [10, 14], які вміщують досить суперечливі результати досліджень. Переважна ж більшість інформації про міскантус – науково-популярні повідомлення в Інтернеті (часто без авторства), розраховані на пересічного користувача, що не є фахівцем у галузі сільського господарства, які не цитують фахових видань і часто повторюють один одного.

У наявній фаховій і науково-популярній літературі міскантус позиціонується як культура, здатна забезпечувати високі врожаї біомаси – близько 20 - 30 тонн сухої речовини з гектара [9–11, 14]. Чи дійсно можливе одержання таких врожаїв в агроекологічних умовах Полісся? Умови існування, до яких пристосовуються рослини, а отже й їх продуктивність значною мірою визначаються загальним потоком сонячного випромінювання (прямої та розсіяної радіації). Відомо, що субтропічна культура *Miscanthus sinensis* розпочинає вегетацію, коли температура ґрунту перевищує + 10 °С, а закінчує при настанні заморозків. Оптимальна температура для проходження активного фотосинтезу рослин становить +28...+32 °С. При вирощуванні міскантусу як енергетичної культури в Поліссі слід насамперед звернути увагу на максимальне використання ним фотосинтетично активної радіації (ФАР) в даних ґрунтово-кліматичних умовах. Ефективність використання сонячної радіації міскантусом, як і іншими культурами, характеризується коефіцієнтом корисної дії (ККД), що дорівнює відношенню кількості енергії, накопиченої в продуктах фотосинтезу, до кількості використаної сонячної радіації:

$$ККД = \frac{qV \cdot 100}{\sum Q_{\phi}} \quad (1);$$

де  $q$  – енергетична цінність рослин, ккал/г;

$V$  – біологічний урожай загальної сухої фітомаси, г/см<sup>2</sup>;

$\sum Q_{\phi}$  – сума ФАР за вегетаційний період, ккал/см<sup>2</sup>.

Величина ККД фітоценозу міскантусу залежить від дати початку вегетації рослин, густоти насадження, площі проективного покриття поверхні ґрунту листовим апаратом рослин у різні періоди вегетації, вологості ґрунту, кількості внесених добрив, а також погодніх умов, що склались на період вегетації культури. У літературі відсутні дані стосовно величини цього показника для міскантусу. Проте, для більшості фітоценозів суші, згідно з [25], використання ФАР не перевищує 3 %. Зважаючи на те, що 100 %-не проективне покриття листовим апаратом поверхні ґрунту в Поліссі досягається набагато пізніше початку вегетації культури, інтенсивність накопичення біомаси у цей період сповільнена, що й призводить до зменшення ККД фотосинтезу, а отже й до неможливості накопичення біомаси міскантусу в умовах Полісся в таких обсягах, які забезпечують ґрунтово-кліматичні умови субтропічної зони.

Крім ККД фітоценозу у фаховій науковій літературі використовується поняття «потенційний урожай» (ПУ) [26], під яким розуміють значення врожаю (біомаси), яке забезпечується приходом енергії ФАР при оптимальному протягом вегетаційного періоду режимові метеорологічних умов і показників ґрунтових режимів (водного, поживного тощо) – ґрунтової родючості. Потенційний урожай загальної сухої фітомаси, включаючи й підземну, може бути розрахований за формулою:

$$Y_{\text{пот}} = \int_0^{\tau_0} \frac{\eta_{\text{ном}}(t)}{g(t)} Q_{\phi}(t) dt \quad (2);$$

де  $\eta_{\text{ном}}(t)$  – функція (хід) потенційного ККД посіву культури протягом вегетаційного періоду;

$g(t)$  – калорійність рослин (ккал/г);

$Q_{\phi}(t)$  – функція денних сум ФАР протягом вегетаційного періоду (ккал/см<sup>2</sup>);

$\tau_0$  – тривалість вегетаційного періоду, днів.

Відзначимо, що ПУ залежить не тільки від суми ФАР, але й від величини потенційного коефіцієнта корисної дії посіву протягом окремих періодів вегетації.

Ще у другій половині минулого століття на основі приходів ФАР за вегетаційний період, отриманих Н.А. Ефімовою [6], Х.Г. Тоомінгом, складена карта потенційних урожаїв біомаси за вегетаційний період при ККД фотосинтезу 5 % і господарському урожаї 50 % для території колишнього СРСР. Показано, що за вегетаційний період із середньою температурою вище 10 °С врожай

господарсько цінних органів рослин (біомаса наземних органів) може варіювати в дуже широких межах – від 6 т/га у північних широтах до 35–37,5 т/га у південних. Для умов поліської частини України величина цього показника може досягати лише 12–15 ц/га. Враховуючи, температурний режим ґрунту і тривалість безморозного періоду в повітрі [2, 13], активне поглинання ФАР міскантусом в умовах Полісся України складає не більше 200–210 днів. Таким чином можна стверджувати, що продуктивність рослин, включаючи й міскантус, залежить від інтегрованого ефекту багатьох чинників, кожен з яких може лімітувати процеси життєдіяльності культури, а отже й обсяги накопичення нею біомаси. Ще раз зауважимо на той факт, що промислових чи дослідних плантацій міскантусу в Україні не створено і досліджень з визначення величини ККД ФАР його насаджень не проводилось. Натомість, у Республіці Польща, ґрунтово-кліматичні умови на території якої подібні до таких в Поліссі України, загальна площа, зайнята енергетичними культурами, становить понад 10,2 тис. га, з яких понад 1800 га припадає на насадження міскантусу (таблиця 1).

**Таблиця 1 – Площі, зайняті багаторічними енергетичними культурами в різних воєводствах Республіки Польща, 2009 р., га**

Воєводство	Вид енергетичної культури								
	<i>Salix viminalis</i> L.	<i>Miscanthus sinensis gigantea</i>	<i>Sida hermaphrodita</i> (L.)	Багаторічні трави	<i>Phalaris arundinacea</i> L.	<i>Populus</i> L.	<i>Betula</i> L.	<i>Alnus</i> L.	Разом
Нижньосілезьке	599,97	11,03					0,30	0,43	611,73
Куявсько-Поморське	197,99		1,30	281,63		0,50			481,42
Люблінське	305,65	10,75	3,42		14,69	5,01			339,52
Любуське	409,42			0,90				1,04	411,36
Лодзьке	210,92	1,59					3,29		215,80
Малопольське	61,83	9,48						1,31	72,62
Мазовецьке	762,44	1200,04	31,13			0,23	0,30		1993,14
Опольське	226,50	7,51	1,00	28,65	19,11	2,02	1,60		286,39
Підкарпатське	651,63	42,13	12,68			45,24			751,68
Підляське	156,52		3,83			4,01	1,70		166,06
Поморське	394,43	17,37	0,20			487,70	3,65		903,35
Сілезьке	258,91	2,85	39,24	17,17		0,71			318,88
Свентокшиське	98,64		0,50	28,49			0,20	0,22	128,05
Вармінсько-Мазурське	571,03	382,09	26,70		8,31	5,61			993,74
Великопольське	765,57	31,74		21,89	10,50	13,09	4,50	2,93	850,22
Західно-Поморське	488,97	116,22	2,60	985,42		83,79	1,27		1678,27
Разом	6160,42	1832,80	121,60	1364,15	52,61	647,91	16,81	5,93	10202,23

Зазначимо, однак, що сільські населені пункти Республіки Польща після вступу цієї країни до Європейського Союзу користуються різними формами державної і недержавної фінансової допомоги, що сприяє зростанню обсягів аграрного виробництва та підвищення рівня життя сільського населення. Значні дотації надаються населенню, що займається вирощуванням енергетичних культур (верби і міскантусу) у регіонах без центрального опалення. Детальний опис програм розвитку аграрної політики країни, у тому числі й пов'язаних із розвитком біоенергетики, та ходу їх реалізації поданий у роботі [4].

Максимальні площі, зайняті міскантусом, зосереджені на теренах Мазовецького, Вармінсько-Мазурського та Західно-Поморського воєводств, кліматичні умови в яких подібні до польських: середньорічна сума опадів коливається в межах 600 – 680 мм, а середньорічна температура повітря становить 5,8 – 6,6 °С (середня температура січня -2,0...- 3,5 °С, а липня - (+17,7...+18,0 °С).

Дослідженнями, які виконувались у 2006 – 2009 рр. на промислових і дослідних плантаціях у Польщі, доведено, що на продуктивність біомаси міскантусу значний вплив чинить нестача вологи та суми активних температур, внаслідок чого його продуктивність коливається від 4 до 27,3 т/га сухої біомаси. Крім того, їх результатами встановлено відмінності в урожайності біомаси міскантусу з дослідних і промислових плантацій, які становлять 20 – 50 % відсотків на користь дослідних плантацій. В цілому дослідники, які займаються вивченням економічної ефективності вирощування міскантусу в Польщі, вказують, що реальним є отримання від 12 до 15 т/га сухої біомаси цієї культури [32]. За даними досліджень [34, 35] середня врожайність міскантусу у Великобританії становить від 13 до 15 т/га. Все вище наведене свідчить про те, що одержання задекларованих у літературі [9, 10, 14] 30 т сухої біомаси з 1 га не більше, ніж вигадка, не підтверджена жодними експериментальними дослідженнями.

Відомо, що міскантус досить вологолюбна культура. Для продукування 1 кг сухої речовини він потребує не менше 250 л. води. Найбільш висока продуктивність рослин (при умові створення інших оптимальних умов росту і розвитку) проявляється у регіонах, де випадає 680 – 700 мм опадів на рік. Проте, при постійному надлишку води в ґрунті [11] у даної культури пригнічується розвиток. Зона Полісся достатньо забезпечена опадами, однак в останні 10 років спостерігається наявність посушливих періодів у теплий період року, тривалість яких сягає 14 – 30 днів, що значно знижує продуктивність вимогливих до вологи сільськогосподарських культур, зокрема й міскантусу, на що вказують і дослідження [32].

У проаналізованих нами літературних джерелах декларується дешевизна вирощування міскантусу, яка обґрунтовується тим, що кошти витрачаються один раз при створенні плантації, а надалі вона даватиме лише зиск і не

потребуватиме додаткових витрат коштів і енергії. Однак це далеко не так. Міскантус є алотриплоїдним стерильним гібридом, який не розмножується насінням. З огляду на це, його саджанці можуть бути отримані тільки вегетативним розмноженням шляхом поділу кореневищ на частини (ризомі) або через мікророзмноження в культурі *in vitro*. Метод вегетативного розмноження шляхом поділу досить простий, однак потребує значних витрат праці. На закладання плантації міскантусу площею 1 га необхідно 10 тис саджанців, саме тому вартість садивного матеріалу становить найбільшу частку витрат у вирощуванні цієї культури. Дослідженнями, виконаними в Польщі, встановлено, що вартість одержання 1 шт саджанця міскантусу в культурі *in vitro* становить 1,26 злотих (у цінах 2007 р.) [32]. Простими підрахунками можна визначити, що це складе 2,8 грн за штуку або 28 тис грн/га. Мінімальні витрати на саджанці, одержані в культурі *in vitro*, при закладанні плантації складуть 10 тис злотих/га або 22,5 тис грн/га. В Україні вартість ризомі міскантусу, одержаної шляхом поділу кореневища в середньому становить 1\$, відтак витрати на садівний матеріал складуть 10 тис \$/га. Який сільськогосподарський виробник в Україні зможе дозволити собі таку розкіш, якщо згідно з даними [20] окупність плантації становить 7 років – велике питання... . До речі, фахівці, які займаються вирощуванням міскантусу на теренах Житомирської області і пропагують його як дешеве джерело енергії, наразі самі не знають реальної вартості реалізації такого проекту, про що свідчать дані, наведені у щорічниках «Житомирщина інноваційна» [7, 8].

Крім того, у всіх опрацьованих нами літературних джерелах зазначається, що найбільша пошкоджуваність рослин міскантусу заморозками спостерігається у перший рік зимівлі після посадки, коли вимерзанню можуть піддаватися до 90 % рослин. Малий сніговий покрив або його повна відсутність роблять рослини незахищеними у сильний мороз і сприяють їх вимерзанню. Зважаючи на характер зим в останні 10 років, така ситуація цілком можлива і буде скоріше правилом, аніж винятком. Підвищити рівень перезимівлі до 79–92 %. дозволяє мульчування посадок міскантусу соломною зернових культур, що є додатковими витратами на вирощування даної культури, про які неохоче говорять її промоутери, що позиціонують цю рослину як безкоштовне джерело дешевої енергії – посадив і 30 років лише збираєш врожай.

Починаючи вирощувати міскантус у регіонах із домінуванням зернових, слід очікувати, що його вражатимуть шкідники та хвороби цих культур. У США міскантус вирощують у так званому «кукурудзяному поясі», де для кукурудзи шкідником номер один є кукурудзяний жук *Diabrotica virgifera*. Міскантус є цілком придатним для розмноження цього шкідника. На ньому також можуть розвиватися попелиці *Rhapalosichum maidis* та *Sipha flava*, які переносять вірусні хвороби та шкодять на сорго, пшениці й кукурудзі. Листогризуча совка *Spodoptera frugiperda* на міскантусі може завершувати свій розвиток,

пошкоджуючи його [31]. Встановлено, що *Miscanthus giganteus* може пошкоджувати гессенська муха *Mayetiola destructor* (Say) [24]. У дослідженнях [35] вказується на те, що у Великобританії міскантус пошкоджується вірусом *Barley yellow dwarf virus* (BYDV), який викликає жовту карликовість ячменю і переноситься більш ніж 100 видами попелиць. Зважаючи на те, що культура ця в Україні практично не вирощується, питання стійкості його до ураження хворобами і пошкодження шкідниками потребують ретельного вивчення, оскільки вирощування міскантуса у промислових масштабах може призвести до зростання чисельності шкідників і поширеності хвороб зернових культур – основних продовольчих культур в Україні.

Оскільки міскантус є багаторічною культурою, важливими є питання оцінки впливу тривалого його вирощування в монокультурі на агрохімічні властивості ґрунту. В роботах [9, 14] зустрічаються дані стосовно достовірного підвищення вмісту гумусу в ґрунті у результаті п'ятирічного вирощування міскантуса. Автори цієї статті критично відносяться до такого твердження, оскільки елементарні розрахунки його заперечують. Коренева система міскантуса не може зв'язувати вільний азот із повітря, як це роблять бобові культури за рахунок бульбочкових бактерій. Тому основна маса азоту надходить в його рослини у результаті мінералізації органічної речовини ґрунту. Навіть при урожаї сухої маси в 10 т/га за п'ятирічний термін винос азоту становитиме не менше 150 кг/га. Для такої кількості азоту потрібно мінералізувати не менше, ніж 3,5 т гумусу. Нами раніше встановлено [17, 18], що для підтримки бездефіцитного сальдо балансу гумусу в ґрунті і сталого функціонування системи «фітоценоз - гумусові речовини ґрунту» в режимі постійно високої продуктивності, доцільно відчувувати не більше 38-40 % органічного вуглецю від утворюваного в процесі річного циклу рослинами. За умови збільшення кількості відчужуваного органічного вуглецю за одночасної необхідності отримання високої продуктивності біомаси рослин, що має місце на енергетичних плантаціях міскантуса, виникає потреба у внесенні мінеральних і органічних добрив під цю культуру. Зазначимо, що з урожаєм 20 т/га сухої біомаси міскантус виносить 60 кг азоту, 16 кг фосфору і 80 кг калію. Загальне споживання макроелементів у розрахунку на одну тону сухої біомаси, залежно від її хімічного складу, становить (кг): N – 2 - 5, P – 0,8 - 1, K – 4 - 6, Ca – 0,8 - 1,0 [16].

Обмеження виробництва біомаси міскантуса в промислових масштабах в Україні, на наш погляд, обумовлено низкою об'єктивних причин: низкою рентабельністю отримання кінцевих енергетичних продуктів (пелет), відсутністю інфраструктури, пов'язаної з переробкою і реалізацією рослинної сировини. На відсутність рентабельності й необхідність залучення державних дотацій на вирощування цієї культури вказується й у роботі [35].

Говорити про високу економічну ефективність і надприбутки від вирощування міскантуса і тим більше рекомендувати його для вирощування у



приватному секторі пересічними громадянами досить зарано, оскільки питання це практично не вивчалось і економічно не обґрунтовувалось, тому що промислових чи дослідних плантацій цієї культури з терміном експлуатації хоча б 15 років (половина від рекомендованого строку) в Україні наразі не існує. Переносити ж результати, одержані на ділянках площею у кілька сотих гектара, де залучені значні обсяги неоплачуваної ручної праці, а дослідження виконані без дотримання вимог методики польового дослідження [5] на майбутні промислові плантації без проведення тривалих досліджень - неприпустимо.

Насамкінець, зазначимо ще один факт, який замовчують пропагандисти міскантусу, а саме те, що він наразі не внесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні. Відсутня ця культура й у «Переліку сортів рослин, що визнані перспективними для поширення в Україні на 2010–2011 рр.», затвердженому наказами Державної служби з охорони прав на сорти рослин № 3106 від 30.11.10 р. та № 3126 від 06.12.10 р. У Державному реєстрі виробників насіння та садівного матеріалу також не значиться жодна організація, яка займається вирощуванням садівного матеріалу міскантусу. Відповідно ж до вимог статті 23 чинного Закону України «Про насіння і садівний матеріал» [21], кондиційне насіння і садівний матеріал сортів, не занесених до Реєстру сортів рослин України і не визнаних перспективними за результатами державного випробування, можуть використовуватися для посівних цілей лише у випадках, якщо: 1) їх розмноження передбачене міжнародним договором для вивезення за межі України; 2) стосовно сорту рослин прийнято спеціальне рішення Міністерства аграрної політики та продовольства України; 3) власник сорту створює запас насіння у період проведення державного випробування сорту рослин; 4) насіння і садівний матеріал використовуються їх виробником для власних потреб без права реалізації; 5) насіння і садівний матеріал використовуються для селекційних і дослідних робіт, експонування. Дана інформація свідчить про те, що в Україні вирощування і реалізація посадкового матеріалу та товарної продукції міскантусу у промислових масштабах знаходиться поза законом. Реальні обсяги вирощування цієї культури не виходять за межі невеликих дослідних ділянок, тому рекомендації щодо організації енергетичних плантацій, без економічного обґрунтування і складеного бізнес-плану слід вважати, на наш погляд, науково необґрунтованими і передчасними.

### **Оцінка можливості вирощування міскантусу в зоні радіоактивного забруднення**

Наразі питання раціонального використання території зони радіоактивного забруднення, що утворилась внаслідок аварії на ЧАЕС, залишається не вирішеним до кінця у законодавчому плані. Це стосується, насамперед, території, які внаслідок проходження автореабілітаційних процесів можуть бути

віднесені до «умовно чистих». Відповідно до чинного Закону України «Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи» в редакції від 25 червня 2009 р. навіть у зоні гарантованого добровільного відселення (зона 3), не кажучи вже про зону безумовного (обов'язкового) відселення (зона 2), забороняється: будівництво нових підприємств, безпосередньо не пов'язаних із забезпеченням радіоекологічного та соціального захисту населення, а також умов його праці; будь-яка діяльність, що погіршує радіоекологічну ситуацію природокористування, яке не відповідає вимогам норм радіаційної безпеки; внесення пестицидів, гербіцидів без спеціального дозволу відповідних органів Кабінету Міністрів України, залучення учнів і студентів до робіт, які можуть негативно вплинути на стан їх здоров'я [22]. Саме тому ефективна роль земельних ресурсів у населених пунктах зон обов'язкового безумовного та гарантованого добровільного відселення навіть після 25-річного терміну, що минув з часу аварії на ЧАЕС, все ще залишається пасивною, а державне фінансування ведення сільськогосподарського виробництва на цих територіях наразі не проводиться. Окремими дослідниками пропонується вирощувати на радіоактивно забруднених землях енергетичні культури, зокрема *Salix viminalis* та *Miscanthus sinensis* [10, 15]. Культивування міскантусу на радіоактивно забруднених територіях слід вважати різновидом фітомеліорації. Навіть при використанні вегетативної маси, вирощеної в умовах радіоактивного забруднення, у технічних цілях, з нею доведеться поводитися як із радіоактивно небезпечною речовиною [1]. Інформація щодо особливостей накопичення радіонуклідів фітомасою міскантусу у фаховій літературі відсутня, оскільки такі дослідження не проводились. Єдині відомості, які авторам вдалося відшукати, це публікація у журналі «Пропозиція», датована 2006 р., де вказується, що «... рослини міскантусу накопичують незначну кількість цезію-137. Розрахунки коефіцієнтів переходу цезію-137 із ґрунту в рослини міскантусу показали, що його значення перебувають у межах 0,22 – 0,10 (Бк/кг/кБк/м<sup>2</sup>), що близько до значень коефіцієнтів переходу цезію-137 у зернові культури (озима пшениця, жито, ячмінь)» [10]. Однак такі дані викликають дуже великі сумніви і потребують ретельної перевірки, оскільки ще раз наголосимо, що ні промислових, ні дослідних плантацій міскантусу в Україні, зокрема в зоні радіоактивного забруднення, до цього часу не створено.

## **Висновки**

Резюмуючи вище викладене, зазначимо, що: 1) представлені у наукових публікаціях матеріали ні методично, ні методологічно не доводять переваги вирощування міскантусу як енергетичної культури в Поліссі України перед іншими сільськогосподарськими і лісовими культурами; 2) з метою наукового

обґрунтування можливості вирощування і використання міскантусу як енергетичної культури для промислових цілей в умовах Полісся України необхідно на типових ділянках, де в перспективі планується відведення площ під промислові плантації міскантусу, закласти спеціальні дослідні терміном не менше п'яти років; 3) розробити програму і методику досліджень, які обов'язково повинні пройти процедуру рецензування відповідними фахівцями, бути розглянутими і схваленими на розширених засіданнях науково-технічної ради вищого навчального закладу чи фахової лабораторії науково-дослідної установи, де виконуватиметься дослідна робота; 4) зареєструвати тематику наукових досліджень з присвоєнням їй номера державної реєстрації, а до її виконання залучити фахівців регіональних дослідних установ - центру «Облдержродючість», Інституту сільського господарства Полісся НААН України, НДІ сільськогосподарської радіології НУБіП України, Інституту захисту рослин НААН України.

## Література

1. *Алесахин Р.М.* Радиоактивное загрязнение почв как тип их деградации / *Р.М. Алесахин* // Почвоведение. – 2009. – № 12. – С. 1487–1498.
2. Атлас природных условий и естественных ресурсов Украинской ССР. – Главное управление геодезии и картографии при СМ СССР. – М., 1978. – 184 с.
3. *Беляев Л.С.* Энергетика мира как фактор устойчивого развития / *Л.С. Беляев, О.В. Марченко, С.П. Филипов* // Энергия, экономика, техника, экология. – 2001. – № 11. – С. 2–11.
4. *Власов В.І.* Сільське господарство Польщі після вступу до Європейського союзу / *В.І. Власов, М.П. Оніщук, О.В. Овсяніков* // Економіка АПК. – 2005. – №12. – С. 117–123.
5. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта / *Б.А. Доспехов.* – М.: Агропромиздат, 1985. – 352 с.
6. *Ефимова Н.А.* Распределение фотосинтетически активной радиации на территории Советского Союза / *Н.А. Ефимова* // Труды ГГО. – 1965. – Вып. 179. – С. 118–130.
7. Житомирщина інноваційна – 2010»: інформаційно-довідкове видання / Головне управління економіки Житомирської облдержадміністрації. – 2010 р. – с. 52.
8. «Житомирщина інноваційна – 2011»: інформаційно-довідкове видання / Головне управління економіки Житомирської облдержадміністрації. – 2011 р. – с. 85.
9. *Зинченко В.* Энергия Мискантуса / *В. Зинченко, М. Яшин* // Леспроектформ. – 2011. – № 6. – С. 134–140.

10. Зінченко В.О. Біогеліоенергія – наше енергетичне майбутнє / В.О. Зінченко, В.П. Кусайло // Пропозиція. – 2006. – № 8. – С. 130–132.

11. Каделя Л. Злакові дрова / Л. Каделя // The Ukrainian Farmer. – 2011 – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www.agrotimes.net/zlakovi\\_drova.html](http://www.agrotimes.net/zlakovi_drova.html).

12. Клименко А.В. Инновационные энергетические технологии – основа диверсификации мировой энергетики и обеспечения глобальной энергетической безопасности // А.В. Клименко, Б.Ф. Реутов // Энергия, экономика, техника, экология. – 2008. – № 5. – С. 2–10.

13. Краткий агроклиматический справочник Украины / под ред. К.Т. Логвинова. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 256 с.

14. Лось Л.В. Вирощування і газифікація біопалив – ефективний шлях вирішення „енергетичних” і екологічних проблем на прикладі міскантуса гігантеуса / Л.В. Лось, В.О. Зінченко, В.Р. Жайвороновський // Вісник ЖНАЕУ. – 2011. – № 2. – Т.1. – С. 46–57.

15. Мартенюк Г.М. Накопичення  $^{137}\text{Cs}$  вербовими рослинами / Г.М. Мартенюк, О.М. Мартенюк. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www.nbu.gov.ua/portal/chem\\_biol/avpch/Sg\\_T\\_E\\_n/2009\\_51/Statti/Martenyuk.pdf](http://www.nbu.gov.ua/portal/chem_biol/avpch/Sg_T_E_n/2009_51/Statti/Martenyuk.pdf).

16. Мискантус: Бизнес каталог – buymore.pro. – 2012. - [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www/buymore/pro/article/agrarnaya-rvomyshlennost/564/miskantus](http://www/buymore/pro/article/agrarnaya-rvomyshlennost/564/miskantus).

17. Надточій П. П. Модель круговорота углерода и критерии устойчивости системы «фитоценоз - гумусовые вещества почвы» / П.П. Надточій, Ф.В. Вольвач // Доклады АН Украины. – 1993. – № 8. – С. 165–171.

18. Надточій П.П. Екологія ґрунту: монографія / П.П. Надточій, Т.М. Мислива, Ф.В. Вольвач. – Житомир: Вид-во «ПП Рута», 2010. – 473 с.

19. Ничипорович А.А. Фотосинтез и некоторые принципы применения удобрений, как средство оптимизации фотосинтетической деятельности и продуктивности растений / А.А. Ничипорович // Агрoхимия. – 1971. – № 1. – С. 3–13.

20. Підкопитний Ф. Житомирянин Володимир Зінченко вирощує гігантську траву, яка може замінити газ і дрова: інтерв'ю / Ф. Підкопитний. – Житомир, 2010. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www.zhitomir.info](http://www.zhitomir.info).

21. Про насіння і садивний матеріал : Закон України // Відомості Верховної Ради України (ВВР). – 2003. – № 13. – С. 92.

22. Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи : Закон України // Відомості Верховної Ради УРСР (ВВР). – 1991. – № 16. – С. 198.

23. Рустамов Н.А. Биомасса – источник энергии / Н.А. Рустамов, С.И.Зайцев, Н.И Чернова // Энергия, экономика, техника, экология. – 2005. – № 6. – С. 20–28.

24. *Стефановська Т.Р.* Структура ентомокомплексу міскантусу гігантського *Miscanthus giganteus* / *Т.Р. Стефановська* [Електронний ресурс] // Наукові доповіді НУБіП. – 2012. – № 4 (33). – Режим доступу: [http://www.nbuiv.gov.ua/e-journals/Nd/2012\\_4/12str.pdf](http://www.nbuiv.gov.ua/e-journals/Nd/2012_4/12str.pdf).

25. *Тооминг Х.Г.* Перспективы прогноза эффективности изменения параметров растений и оценка максимального урожая / *Х.Г. Тооминг*. – В кн.: Программирование урожая сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1975. – С. 403–414.

26. *Тооминг Х.Г.* Солнечная радиация и формирование урожая / *Х.Г. Тооминг*. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 200 с.

27. Углеводородные ресурсы мира // *М.В Голицын, О.К. Баженова, Н.В. Пронина [и др.]* // Энергия, экономика, техника, экология. – 2006. – № 4. – С. 21–26.

28. *Шейдлин А.Е.* Некоторые проблемы энергетики / *А.Е Шейдлин* // Энергия, экономика, техника, экология. – 2005. – № 9. – С. 2–12.

29. *Шумный В.К.* Поиск возобновляемых источников целлюлозы для многоцелевого использования / *В.К Шумный, Н.А Колчанов, Г.В. Сакович [и др.]* // Вестник ВОГиС. – 2010. – Том 14. – с. 569–572.

30. Эволюция энергетики в XXI веке / *Е.П. Велихов, А.Ю. Гагаринский, С.А. Субботин, В.Ф. Цибульский* // Энергия, экономика, техника, экология. – 2009. – № 11. – С. 2–13.

31. Development and feeding of fall armyworm on *Miscanthus - giganteus* and switchgrass / *J.R. Prasifka, J.D. Bradshaw, R.L. Meagher [and all]* // *Jorn. Econ. Entomol.* – 2009. – Vol. 102. – P. 2154–2159.

32. *Grzybek A.* Modelowanie Energetycznego Wykorzystania Biomasy / *A. Grzybek*. – Wyd ITP, 2010. – 230 s.

33. *Miscanthus agronomy (for fuel and industrial uses): final project report NF0403* / Ministry of agriculture, fisheries and food. – Great Britain, 1999. – [Electronic resource]. – Access mode: [www.ienica.net/usefulreports/miscanannex.pdf](http://www.ienica.net/usefulreports/miscanannex.pdf)

34. *Miscanthus, its place in uk agriculture and farming: UK Agriculture.* – United Kingdom. – [Electronic resource]. – Access mode: [www.ukagriculture.com/crops/miscanthus.cfm](http://www.ukagriculture.com/crops/miscanthus.cfm).

35. *Nixon P.* Planting and growing miscanthus: rural development programme / *P. Nixon, M. Bullard*. – England, 2001. – 19 p.

---

---