

**Міністерство освіти і науки України
ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»
Департамент агропромислового розвитку Херсонської обласної
державної адміністрації**

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
З ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ
МІСКАНТУСУ В РІЗНИХ ҐРУНТОВО-КЛІМАТИЧНИХ
ЗОНАХ УКРАЇНИ**



Херсон – 2017

Друкується за рішенням Вченої ради ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет» (протокол №6 від 23 грудня 2016 р.)

Рекомендації підготовлені за результатами досліджень з виконання ПНД Міністерства освіти і науки України за напрямом «Агропромисловий комплекс, лісове і садово-паркове господарство, ветеринарія», секція 7 «Теорія і практика збільшення кількості і покращання якості рослинних (сільськогосподарських, харчових, фармацевтичних тощо) біоресурсів та забезпечення сталого природокористування», піднапрямок секції: 7.4 «Розроблення ресурсозберігаючих, біо- та нанотехнологій; екобезпечне, раціональне використання біоресурсів та виробництво органічної продукції рослинництва»

Матеріали підготували:

Колектив авторів – Рахметов Д.Б., Каленська С.М., Федорчук М.І., Рахметов С.Д., Коковіхін С.В., Федорчук Є.М., Федорчук В.Г., Поливода О.М.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1. ПОХОДЖЕННЯ МІСКАНТУСУ, ЙОГО БОТАНІЧНА ТА ЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА	5
2. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ МІСКАНТУСУ ЯК ЕНЕРГЕТИЧНОЇ КУЛЬТУРИ	9
3. ОСОБЛИВОСТІ КУЛЬТИВУВАННЯ ПРЕДСТАВНИКІВ РОДУ МІСКАНТУС	17
ВИСНОВКИ.....	21
ЛІТЕРАТУРА	22

ВСТУП

Енергетичні культури є важливою складовою біоенергетичного сектора ЄС. Європейська біоенергетична асоціація оцінює сьогоdnішній потенціал енергетичних культур в Євросоюзі на рівні 44-47 млн. т н.е./рік. Одна з цілей ЄС на 2020 рік – досягти 138 млн. т н.е. біомаси у валовому кінцевому енергоспоживанні, що відповідає 14% ВКЕ. Наявний потенціал енергетичних культур дозволяє покрити близько третини цієї потреби.

Одним з найбільш перспективних альтернативних джерел енергії на сьогодні є тверда біомаса органічного походження, в тому числі і рослинного, яка є екологічно чистим поновлюваним джерелом енергії. Енергія біомаси еквівалентна 2 млрд т у. п./рік, що становить близько 13-15% загального використання первинних енергоресурсів світу.

Вибір тієї чи іншої енергетичної культури залежить від багатьох факторів: типу ґрунтів, місцезнаходження ділянки та доступ до вологи, вид ландшафту тощо. Обов'язково потрібно визначитися з строками та способами збирання врожаю, його зберіганням, переробкою і транспортуванням (економічно доцільна відстань транспортування біомаси як палива не повинна перевищувати 50 км). Велика кількість рослин була досліджена для визначення потенційної можливості використання в якості енергетичних культур, але тільки деякі види досягли комерційного рівня та вирощуються на великих площах. Серед них найбільш поширеними є: міскантус, світчґрас, верба, тополя. Термін їх використання від 10-15 до 30 років, підготовка ґрунту для їх вирощування не вимагає великих енергетичних витрат, урожай збирають взимку або навесні з використанням звичайної сільськогосподарської техніки), а також цукровий та кормовий буряк і цукрове сорго.

В Україні недостатньо відпрацьована технологія вирощування енергетичних культур, в тому числі й міскантусу з врахуванням ґрунтово-кліматичних умов регіону. Актуальне значення має вивчення впливу екологічних факторів та технології вирощування на продуктивність цієї культури в різних ґрунтово-кліматичних умовах.

1. ПОХОДЖЕННЯ МІСКАНТУСУ, ЙОГО БОТАНІЧНА ТА ЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА

Природним місцями походження рослин з родини *Miscanthus* є терени Японії, Південних Курил, Манджурії, Кореї, Тайланду, Полінезії і Східного узбережжя США. Росте він дико і вирощується для опалення на теренах майже цілої Південно-Східної Азії і Центральних США. Цей рід об'єднує понад двадцять різних морфологічних видів.

Особливо швидким ростом і високою якістю характеризується *M.sinensis*. В натуральному середовищі ці рослини доростають до 6м висоти, діаметр стебел досягає навіть 6см, а вегетація може тривати 30 років.

До початку п'ятого століття міскантус застосовувався тільки в Китаї, як протиерозійну рослину. До Європи найправдоподібніше потрапив в XVI столітті, але трактувався тільки як оздобна рослина, зважаючи на утворення великих купин.

В 1935 році датський вчений Ансель Ольсен завіз до Європи японський клон, який став вихідним пунктом для селекції рослин, які використовуються на даний час. З огляду на великий врожай, Карл Фостер дав цій рослині назву *Miscanthus sinensis* "Giganteus". З наукової сторони почали займатись цією рослиною в 1983 році на Станції селекції рослин в Данії. З того часу проводяться інтенсивні дослідницькі праці в багатьох країнах Європи : Німеччині, Великобританії, Італії, Франції, Іспанії, Польщі.

Лінде-Лаурсен в 1993 році довів, що *Miscanthus sinensis* "Giganteus" є триплоїдом. У більшості верхівкових клітин коренів $2n=3x=57$ або 58 . Для роду *Miscanthus* основна кількість хромосом складає $x=19$. Клон, привезений Ольсеном, повстав найправдоподібніше через схрещення *M. sinensis* - диплоїда ($2n=2x=38$) і аллеотрипоїда *M.Sacchariflorus* ($2n=4x=76$). Тому не може розмножуватись генеретивно (має стерильний пилок). Під впливом результатів подальших дослідів змінено його назву на *Miscanthus x Giganteus*.

Miscanthus належить до відділу покритонасінних (Angiospermal), класу однодольні (Monocotyledoneae), ряду (Glumifloreae), родини злакові (Gramineae), роду *Miscanthus* (Andersson), вид – *Miscanthus giganteus* Greef & Deu.

В Європі цілковита площа вирощування міскантуса в 1995-1996 рр. становила біля 170га, в 1998 році була ще малою, а найбільша площа була в Швеції (300га). В 1993 році встановлено Європейську Сітку в 10 країнах і вирощування проводилось вже у 18 місцях. З 1994 року започатковуються великі міжнародні проекти, наприклад в Німеччині, де проводиться фірмою Vaba Oel AG.

Miscanthus giganteus є багаторічною трав'янистою рослиною з добре розбудованою кореневою системою. Маса коренів перед появою сходів складає біля 15- 25т сухої маси з гектара . Корені сягають до 2,5 метрів вглиб землі. Така коренева система сприяє дуже доброму використанню елементів живлення і води. Стебло є дуже міцним, з волосками або без них, з добре видимими вузлами. Забарвлення однорідне. З огляду на великий вміст в стеблі лігніну і целюлози, відзначається він великою витривалістю до механічних ушкоджень. В європейських умовах рослини досягають від 200 до 350 см висоти. В перший рік вегетації рослини досягають 200 см, на другий рік – 350 см, а в наступні – 400-450 см. Листові пластинки довгі, сплюснуті і ланцетовидні (у небагатьох видів овальні), без поперечних жилок, довжина 60-100 см і ширина 0,8-3,2 см. Ростуть поодинокі вузли, майже по всій довжині стебла. Забарвлені вони однорідно, яскраво- або темно-зеленого кольору. По середині листка проходить товстий головний нерв. На рослині листя утримується дуже довго, навіть на протязі зими. Суцвіттям є волоть, або колосовидна волоть, слабо розвинута, яка також довго залишається на рослині. Велика кількість генотипів не квітне або не утворює насіння [16]. Якщо внаслідок холодного клімату Східної Європи рослини не входять в стан спокою, то цвітуть вони між вереснем і листопадом [30].

Згідно з даними досліджень, проведених на Тайвані, рослини *Miscanthus* мають можливість адаптування і показують різну реакцію на умови

середовища. Вчені помітили, що поверхня листків клонів, які походять з гірських районів з субтропічним кліматом, в більшій мірі, покрита воском і має меншу кількість продихів на верхній частині листка, ніж у тих, що походять з низин з тропічним кліматом. Клони з гірських районів мають також меншу пропускну здатність продихів і іншу будову епідермісу, що запобігає надмірній втраті тепла під час транспірації [1].

Кліматичні умови територій походження міскантуса пристосували його до умов високої температури і інтенсивності сонячного опромінення. В нашому кліматі ріст рослин типу C_4 є обмежений низькими температурами. В Європі *Miscanthus* розпочинає ріст у квітні, коли температура ґрунту досягає $10-12^{\circ}\text{C}$, а закінчується під впливом приморозків в листопаді. Температура потрібна для початку розвитку листя і коливається між $+5$ і $+10^{\circ}\text{C}$, залежно від генотипу. Але це є одна з небагатьох рослин з механізмом фотосинтезу C_4 , яку можна вирощувати в умовах клімату Центральної та Східної Європи.

Хоча оптимальна температура для процесу фотосинтезу складає у міскантуса $+28-32^{\circ}\text{C}$, проте в умовах клімату Східної Європи сума добових температур є достатньою для досягнення високих врожаїв біомаси. В наших кліматичних умовах рослини *Miscanthus giganteus* піддаються впливу низьких мінусових температур. Вони найбільше ускладнюють закладання і утримання плантації. У рослин типу C_4 вразливість від холоду є вищою при світлі, ніж в темноті. В таких умовах настає фотоінгібіція. Рослина абсорбує більше світла, ніж потрібно до виснаження процесу фотосинтеза. Це може призвести до ушкодження у фотосинтезі C_3 , а в наслідок, до зменшення темпу вбирання вуглекислого газу. В умовах Європи висока концентрація сонячного опромінення з'являється однак рідко.

Найвища вразливість рослин виявляється під час першої зими після посадки. Доходить навіть до вимерзання 90% рослин. Це пояснюється наявністю холодних зим без снігового покриву. Помічено ріст толеранції рослин до низьких температур під час зими, коли одразу по посадці наступав спад температури нижче 0°C .

Одразу після мульчування соломою зернових або соломою міскантуса, зростає рівень перезимівки рослин з 79% до 92%. Весняні приморозки також призводять до втрат, але є не такими суворими з огляду на високу регенераційну здатність рослин. В літературі не зазначаються проблеми із зимуванням рослин в наступні роки. Після другого року вирощування, рослини переносять температури нижче -20°C , навіть без снігового покриву.

Під час вегетації міскантус гігантеус потребує біля 700 мм опадів. Його вимоги до води набагато перевищують середньорічні опади в Україні. Такі великі вимоги до води, не дивлячись на мале вживання води на продукування 1кг сухої маси (біля 250л), спричинені великим врожаєм біомаси, який отримується з одиниці площі.

Спосіб розмноження також має вплив на перезимівлі в перший рік. Рослини, розмножені поділом кореневищ, зимували краще, ніж розмножені з культур *in vitro*. Серед них краще перезимовували рослини великі (більше 5 бруньок), ніж малі (менше 5 бруньок). Кожна дія, яка призводить до покращення росту рослин в рік закладки плантації, підвищує рівень виживання. Головними чинниками є контроль забур'яненості, який в поєднанні зі зрошенням і азотно-фосфорним удобренням може покращити ріст рослин в рік закладання плантації. Іншим чинником, який покращує ріст, є мала глибина посадки кореневищ. Помічено кращий ріст рослин, коли кореневища були висаджені на глибину 2 і 6 см, ніж – на 10 см.

Досліджено також рівень ушкодження і здатність до регенерації після впливу на рослини *M. giganteus* морозом. Ці дослідження показали, що етап сходів був вразливий вже при температурі -2°C . Занотовано 40% ушкоджених рослин. Етап другого і четвертого листка не був вразливим на температуру до -4°C включно. При зниженні температур до -8°C зареєстровано 83% ушкоджених рослин, які були на етапі другого листка, які на 90% були здатні до регенерації, і 75% ушкоджених рослин, які були на етапі четвертого листка зі значно меншою здатністю до регенерації і яка складала 20%. У рослин, які не показали жодних видимих ушкоджень одразу після дії низьких від'ємних температур,

спостерігалось зниження темпу росту до 45 днів. Головним чином, загальмувався елонгаційний ріст стебла. Перші обстеження перезимівлі показали, що існує залежність між пошкодженнями, спричиненими пізніми морозами, та толеранцією до морозів у наступну зиму. При зниженні температури нижче 0⁰C одразу після посадки, проявляється підвищена стійкість до морозу під час зими.

2. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ МІСКАНТУСУ ЯК ЕНЕРГЕТИЧНОЇ КУЛЬТУРИ

Міскантус енергетичний – ідеальне джерело біомаси, який англійці називають культурою «відкрити і закрити ворота» – просто виходиш в поле, збираєш його в тюки, а потім «закриваєш ворота» на 12 місяців, нічого не витрачаючи на вирощування. Після висадки кореневищ міскантус енергетичний може рости на одному місці понад 20 років, щорічно даючи урожай біомаси.

Грунтово-кліматичні умови більшості регіонів України є сприятливими для вирощування багаторічних енергетичних рослин групи C₄, здатних інтенсивно трансформувати енергію сонця в енергоємну біомасу. Ці рослини не вибагливі до родючості ґрунту, не вимагають значного використання добрив і пестицидів, запобігають ерозії ґрунтів, сприяють збереженню та поліпшенню агроєкосистем і забезпечують низьку собівартість біомаси. Енергетичні рослини можна культивувати на малопродуктивних землях, яких в Україні, згідно зі статистичними даними, налічується понад 8 млн га.

До таких рослин належить міскантус (*Miscanthus*) – багаторічна культура родини тонконогових, яку протягом багатьох років вирощують в Америці і Західній Європі як джерело біоенергії. Одна тонна сухої маси міскантусу еквівалентна 400 кг сирової нафти, 1,7 т деревини, 515 м³ природного газу, або 620 кг кам'яного вугілля. Стебла міскантусу можуть бути заввишки до 4 метрів. Вони містять 64-71% целюлози, що обумовлює його високу енергетичну цінність.

В Україні вже створені і адаптовані до кліматичних умов високопродуктивні сорти міскантусу: «Осінній Зорецвіт», «Місячний промінь» та «Снігова королева».

При згорянні біопалива на основі рослинної біомаси в атмосферу викидається менше вуглекислого газу, ніж поглинається рослинами в процесі фотосинтезу. Утворюється в 20-30 разів менше оксиду сірки і в 3-4 рази менше золи в порівнянні з вугіллям.

Побічним продуктом виробництва рідкого і газоподібного біопалива і результатом згорання твердого біопалива є органічна речовина, яку можна використовувати в якості добрив.

Впровадження швидкозростаючих плантацій енергетичних культур в Україні знаходяться тільки на стадії експериментальних дослідів. Існують спроби вивести нові швидкорослі сорти багаторічних трав, а також адаптувати відомі культури до ґрунтово-кліматичних умов і технологій землеробства в Україні. Науково-дослідними питаннями вирощування енергетичних культур займаються співробітники Національного Аграрного Університету, компанія "Ріка-біопаливо", інтродукцією та селекцією нових культур і сортів займаються фахівці Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка ті інші вчені.

Плюси міскантусу полягають у тому, що він невибагливий, удобрює сам себе, швидко дає урожай. Його можна збирати на 2-3-ій рік. З цієї культури виробляють тверде біопаливо: пелети, брикети, паливну тріску.

Мінуси міскантусу, за даними європейських учених полягають у тому, що він виснажує ґрунт і після нього нічого не росте. Разом з тим в Європі міскантус вважають самою низьковитратною рослиною для виробництва біопалива.

В Сполучених Штатах на сьогодні проводяться активні дослідження міскантусу гігантського з метою розробки промислової технології виробництва та використання на біопалива. Ця культура відрізняється від інших високою врожайністю біомаси, особливо при низьких температурах в північних широтах, що значно нижче ніж необхідно для проса прутоподібного. Міскантус

показує суперечливу реакцію на добрива. Як і просо, міскантус дуже ефективно використовує поживні речовини в ґрунті, так як більшість з поживних речовин, які використовуються для формування стебел і листків повертаються назад в ґрунт. Невеликі потреби до поживних речовин роблять міскантус більш прибутковим ніж кукурудза та соя. Ця культура забезпечує біомаси від 12 до 20 тонн на акр. Не дивлячись на це в США просо прутоподібне (*Panicum virgatum*) на сьогодні вирощується на значно більших площах, ніж міскантус.

В Кентуккі (США) також високо оцінили можливості використання міскантусу на біопаливо. Збирають сировину щороку в січні, що дозволяє зменшити витрати на висушування трави. Він росте на бідних ґрунтах, майже не вимагає добрив і є продуктивним протягом 20 років. Біопаливо з міскантусу має вихід тепла 8000 британських теплових одиниць на фунт.

Доведено, що в умовах Нової Зеландії комерційно вигідно вирощування міскантусу для використання в якості біопалива. Він також може бути застосовано як підстилка для тварин. Траву рекомендується збирати в зимовий період, коли вона має низький рівень вологості. Травостій продуктивно використовується протягом від 20 до 30 років.

Міскантус є одним з найбільш екологічно чистих засобів виробництва біомаси як джерело відновлювальної енергії. Кожна тонна сировини, яка замінює вугілля, зменшує викиди вуглекислого газу в два рази.

Дослідження та практичне випробування міскантусу у Великобританії дозволили вважати його маловитратною культурою. Як багаторічна трава, він не потребує щорічних матеріальних витрат на основний обробіток ґрунту, на добрива та хімічні засоби захисту рослин. Це дозволяє фермерам більше часу сконцентрувати свої зусилля в іншому місці та призводить до підвищення загального обсягу виробництва і поліпшення на фермах рентабельності. Міскантус є прибутковим для бізнесу для британських фермерів.

В Україні в різних регіонах розпочато впровадження енергетичних рослин. Гарним прикладом є те, що на базі Білоцерківського національного аграрного університету розпочато експерименти з промислового вирощування

енергетичної культури – міскантусу. Доведено, що 1 т сухої маси міскантусу дорівнює 446 кг мазуту або 517 м³ природного газу. Кафедра механізації університету своїми силами розробила і виготовила посадкову машину, яка дає можливість за день висадити міскантусу на 1,5 га. Планується посівні площі довести до 50 га. На даному етапі посаджено плантацію в 12 га. Приживлюваність саджанців міскантус становить 50-70%. На перспективу планується досягти приживлюваності рослин до 90%.

Вітчизняними вченими сьогодні активно випробовуються та впроваджуються у виробництво нові та малопоширені енергетичні рослини. Велику увагу заслуговують багаторічні культури. Серед перспективних рослин важливе місце займають види роду міскантус. Актуальною задачею є використання цільових енергетичних рослин, які можуть зростати на непридатних для вирощування основних продовольчих рослин землях. Сьогодні у багатьох регіонах закладаються плантації багаторічних енергетичних рослин – тополі, верби, місканту, проса, щавнату, сіди, сільфію тощо.

Визначення кількості енергії в зразках здійснювали на калориметрі ИСО 200.

Серед багатьох трав'янистих рослин злакові займають важливе місце в плані їх розповсюдження у світі, значення та різнопланового використання. До найпродуктивніших злакових культур, які за останнє десятиріччя отримали широке визнання відносяться представники роду міскантус. Насамперед, це природний гібрид – міскантус гігантський. Рослини цього роду добре відомі як кормові, декоративні, технічні, целюлозоносні, фітомеліоративні тощо. В останній період основна увага, як наукової спільноти так і виробників привернута до напряму використання міскантусів у якості енергетичної рослини як джерело для виробництва різних видів біопалива.

Найважливіші властивості рослин міскантусу:

- Багаторічність – досліджувані в Україні представники роду міскантус характеризуються довголітнім періодом використання від 10-15 до 40 років.

- Висока урожайність – протягом тривалого періоду плантації міскантусу забезпечують від 60 до 150 т/га урожайності зеленої фітомаси.

- Висока продуктивність – за виходом сухої речовини рослини займають лідируючу позицію серед трав (забезпечують від 15-20 до 35 т/га на абс.суху. речовину).

- Високорослі рослини – формують високій травостій – 200-300 см, при достатній зволоженості рослини сягають висоти до 500 см.

- Є домінантами в трав'яних угрупованнях – часто утворюють суцільний травостій, а інколи невеличкими групами зростають спорадично (в природній флорі).

- Екологічна стійкість – посухо-, холодо-, морозо- (м.китайський), зимостійкість (всі інтродуковані).

- Висока адаптивна здатність рослин – швидко адаптується до умов культивування. Всі інтродуценти в Україні добре адаптуються.

- Успішність інтродукції – всі досліджувані види та форми в Україні пройшли етап інтродукції. Окремі з них розвиваються від насіння до насіння, а більшість представників не формують насіння. Розмножуються вегетативно - ризомами.

- Повна акліматизація рослин – інтродуковані в Україні види та гібриди успішно пройшли всі інтродукційні випробування, витримують вплив екологічних факторів, забезпечують на рівні або вище продуктивний потенціал ніж в районі походження та повністю акліматизувалися. Без допомоги людини з другого, третього року життя можуть формувати багаторічні плантації та зростати протягом десятиліть.

- Повна натуралізація – в умовах України окремі види та форми здатні формувати повноцінне насіння. Це дозволяє відзначити про можливість їх насінного розмноження. Крім цього всі досліджувані інтродуценти вегетативно дуже рухливі (як м.цукроквітковий), середньо рухливі (як м. гігантський) або слабо рухливі (як окремі форми м. китайського). Тобто слід зазначити про те, що незалежно від можливостей насінного розмноження, вони чудово

розмножуються вегетативно – ризомами, що в повній мірі забезпечує їм виживання в умовах культури або при потраплянні в природні умови так само ростуть, розвиваються та розмножуються успішно. На відміну від насінного розмноження, вегетативний спосіб обмежує їх швидке розмноження на певній території. Тому рослини можуть лише локально розповсюджуватися.

- Невибагливість до ґрунтів – рослини здатні зростати у різних типах ґрунтів. В Україні обмеження може представити дуже заболочені, кислі та дуже засолені ґрунти. Але високу продуктивність рослини забезпечують на багатих поживними речовинами, добре зволжених ґрунтах.

- Невибагливість до поживних речовин – є відомості про те, що рослини до внесення мінеральних добрив відзиваються неоднозначно. Результати наших біохімічних аналізів свідчать про те, що у кінці вегетації надземна маса рослин міскантусу має дуже низьку зольність. За рахунок відтоку поживних речовин з надземної частини рослин до кореневища у другу половину вегетації суттєво зменшується вміст мінеральних речовин у фітосировині. Серед багатьох видів досліджуваних енергетичних рослин (понад 500 зразків) міскантуси відзначаються найменшим вмістом золи під час технічної стиглості.

- Висока посухостійкість рослин. Міскантуси характеризуються високим рівнем посухостійкості протягом вегетаційного періоду. В той же час у посушливий період вегетації (липень-вересень 2015-2016 рр.) спостерігали суттєве в'янення надземної частини рослин, особливо листків. В окремих випадках форми міскантуса (м.) цукровквіткового та міскантуса гігантського повністю висихають без відновлення вегетації з початку вересня. Особливо суттєво рослини м. цукровквітового страждають від дефіциту вологи. У м. гігантського сильніше висихають листки нижнього ярусу. Чим сильніша посуха, тим менше листків у верхньому ярусі пагонів лишається зеленими, у яких відбувається фотосинтез. Наші спостереження дозволяють відзначити відносно високу посухостійкість форм та сортів м. китайського.

- Фітомеліоративна роль рослин – міскантуси характеризуються важливим значенням зростати відносно засолених, закислених, вологих або

посушливих умовах. Добре закріплюють схили чим попереджують ерозійні процеси.

- Роль рослин у фіторемерації – міскантуси добре зростають в умовах забруднення радіонуклідами, важкими металами, хімічними речовинами ґрунтах та здатні поліпшувати екологічну ситуацію. Рослини іммобілізують шкідливі речовини та можуть виконувати виключну роль у виносі і утилізації їх та відтворенні ґрунтів і забрудненого середовища.

В НБС ім. М.М. Гришка НАН України і в Дослідному господарстві Інституту фізіології рослин та генетики НАН України «Глеваха» та Дослідному полі ДВНЗ «Херсонський ДАУ» було закладено багаторічні плантації інтродукованих та виведених селекційним шляхом зразків (рис. 1).



Рис. 1. Різні види, форми та сорти *Miscanthus* у період активної вегетації (серпень, 2016)

Аналіз видового та формового різноманіття *Miscanthus*, зібраного у відділі культурної флори НБС ім. М.М. Гришка НАН України, свідчить про те, що вони суттєво вирізняються за біоморфологічними особливостями, габітусом, ростом та розвитком рослин. В результаті інтродукційної і

селекційної роботи створено три сорти *Miscanthus*: ‘Снігопад’ (*Miscanthus sacchariflorus*), ‘Велетень’ (*M. Sinensis*), ‘Гулівер’ (*Miscanthus* × *giganteus*) (рис. 2-4). Після Державного сортовипробування на сорти Гулівер та Снігопад отримані авторські свідоцтва та патенти.



Рис. 2. Міскантус гігантський, сорт Гулівер



Рис. 3. Міскантус цукроквітковий, сорт Снігопад



Рис. 4. Міскантус китайський, сорт Велетень

3. ОСОБЛИВОСТІ КУЛЬТИВУВАННЯ ПРЕДСТАВНИКІВ РОДУ МІСКАНТУС

Місце в культурі, вибір ділянки. Під плантацію міскантусу ділянку вибирають виходячи з біологічних особливостей рослин і вимог до екологічних факторів. Враховуючи, що вони продуктивно вирощується на одному місці до 25-30 років, то відповідно необхідно розмішувати їх на вивідному полі сівозміни, а також на закинутих, еродованих і рекультивованих землях. Завдяки потужній кореневій системі, вони становлять інтерес для закріплення схилів, ярів, піщаних ділянок. У зв'язку з цим, важливе значення рослини мають для вирощування в ґрунтозахисних сівозмінах.

Підготовка ґрунту. На ділянках, засмічених багаторічними коренепаростковими бур'янами, необхідно двічі луштити стерню дисковими знаряддями на глибину 8-10 см, а третій раз – лемішними лушцильниками ППЛ-10-25 або плоскорізами КПП-2,2, КПЕ-3,8 або КПШ-9 на глибину 12-14 см.

Для знищення коренепаросткових бур'янів необхідно поєднувати механічні прийоми обробки ґрунту з хімічними. Гербіциди можна вносити після першого луцення, коли проростає максимальну кількість багаторічних бур'янів. Найбільш ефективні в боротьбі з осотом є ефіри 2,4-Д в дозі 1,5-2,0 кг/га д.р., аміачна сіль 2,4-Д в дозі 2,0-2,5 кг/га д. р. при середньодобовій температурі повітря 12-14 ° С. Високоєфективним у боротьбі з багаторічними бур'янами є також застосування Раундапа або його аналогів (3-6 л/га, дози по препарату), що проводяться по бур'янах, що вегетують (за висоти 8-12 см). Це дозволяє практично очистити ґрунт від багаторічних бур'янів. При цьому до наступного механічного обробітку ґрунту необхідно витримувати інтервал до 2-х тижнів. Зяблеву оранку необхідно проводити у вересні-жовтні на глибину 25-27 см плугами з передплужниками. Це сприяє значному зниженню засміченості. Для кращого накопичення вологи в ґрунті і запобігання водної ерозії на ділянках зі схилами вище 4° весь обробіток необхідно проводити впоперек схилів. Для оранки використовують плуги ПЛН-5-35, ПЛН-6-35, ПН-4-35. В Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків розроблено Методичні рекомендації з проведення передсадивного обробітку ґрунту й садіння ризомів міскантусу.

Добрива. Найважливішою умовою отримання високих врожаїв рослин роду міскантус є система добрив, яка визначається з певними умовами. В цілому, при закладці плантацій під основний обробіток ґрунту необхідно вносити 40-60 т/га органічних добрив (перегною) і 60-90 кг/га діючої речовини фосфорно-калійних добрив.

На кислих ґрунтах перед оранкою вноситься вапно в нормі, що дозволяє довести гідролітичну кислотність до 1,0 норми. Азотні добрива в дозі 60-90 кг/га краще вносити під весняну культивуацію або у вигляді підживлення при міжрядному обробітку в період вегетації рослин. Крім цього щорічно під посадку міскантусу необхідно вносити 60-120 кг/га NPK. Фосфорно-калійне добриво слід вносити восени після збирання культури, азотні добрива – при весняному підживленні на початку вегетації.

Способи розмноження. Основним способом розмноження рослин різних видів міскантусу є вегетативний або розсадний. При цьому використовуються ризоми з 5-6 ростовими бруньками для кращого вкорінення. Ризоми розділяють з багаторічних кореневищ 3-4-річного віку, які викопують перед садінням. Оптимальним для рослин є ширина міжрядь 70 см. Залежно від агрокліматичної зони та умов вегетаційного періоду ширина міжрядь може змінюватися від 50 до 110 см. Відстань між рослинами в рядках у більшості випадках становить від 50 до 70 см, практикується також відстань від 45 до 90 см. Садіння ризом проводиться вручну або під плуг. Глибина заробки ризом становить 7-12 см, залежно від механічного складу та вологозабезпеченості ґрунту.

Оптимальним строком розмноження рослин міскантусу ризомами є ранньовесняний, при якому досягається повна приживлюваність. Досить високий показник укорінення рослин забезпечується і при осінньому та підзимньому строках посадки. За багаторічний період дослідження ми встановили, що рослина міскантусу добре приживається також у пізньовесняних та літніх строках садіння ризомами.

Для прискореного розмноження цінних форм та сортів міскантусу практикуються культура *in vitro*. Доведено також перспективність розмноження рослин шляхом живцювання (частинами зелених пагонів). Крім міскантуса гігантського, всі інші види можна розмножувати насінням. Але таке розмноження потребує 3-4 роки, щоб рослини досягли продуктивного періоду.

Догляд за плантаціями. Протягом перших двох, інколи трьох років вегетації, догляд за плантаціями міскантусу проводиться в режимі просапної культури. За звичай в перші роки рослина формує потужну кореневу систему та не відбувається змикання рядків. З часом, завдяки значному збільшенню кореневища та кількості надземних пагонів, утворюється суцільний травостій. У цей період міскантус є дуже конкурентним до бур'янів і не потребує обробітків міжрядь.

В перші роки вегетації на початку відростання при висоті рослин 15-20 см необхідно проводити розпушування міжрядь з одночасним внесенням азотних добрив в дозі 45-60 кг/га. Глибина обробітку становить 8-10 см.

В кінці вегетації, восени, обов'язково проводиться культивація з внесенням фосфорно-калійних добрив у дозі 60-90 кг/га діючої речовини.

В процесі експлуатації багаторічних плантацій через 4-5 років потрібно поверхнево вносити до 20 т/га органічних добрив. З метою уникнення ушкодження рослин, їх розкидають в кінці зими або рано навесні. Часткове внесення органічних добрив у ґрунт здійснюється при першій культивації. На кислих ґрунтах один раз в 4-5 років необхідно проводити вапнування.

Використовувати сировину можна вже на другий рік після посадки рослин міскантусу. Строки збирання надземної маси визначаються з напрямом використання сировини. Для переробки сировини на тверде паливо рослини збирають після висихання надземної частини. Залежно від видових особливостей цей період настає у кінці вересня на початку жовтня у міскантуса цукроквіткового, в кінці жовтня початку листопада – у м.гігантського, та з середини листопада – у м. китайського. Залежно від періоду настання сильних приморозків ці строки можуть змінитися. Варто також відзначити, що за сприятливі умови надземну масу міскантуса можна збирати протягом зимового періоду, завершуючи на початку весни до відростання рослин. За умови використання рослин у якості вуглеводовмісної сировини для біопалива другого покоління строки збирання їх припадає на період накопичення максимального вмісту цукрів в надземній масі. Це залежно від видових особливостей настає під час активної вегетації рослин з середини серпня до початку вересня, коли забезпечується значний вихід сухої речовини та цукрів.

Шкідники рослин. Є припущення про стійкість рослин міскантусу до шкідників та хвороб в умовах інтродукції. Результати спільних досліджень міжнародної групи вчених (Т.Р.Стефановська та Я.О.Лікар, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Д.Б.Рахметов, Національний ботанічний сад ім.М.М.Гришка НАН України, Е.Е.Льюїс,

Каліфорнійський університет, США, В.В.Підліснюк, університет Матея-Белла, Словаччина) фітофагів міскантусу дозволяють спростовувати думку про повну стійкість рослин. Інтродуценти роду міскантус можуть ушкоджуватися спеціальними шкідниками з класу комах та нематод. Вперше встановлено, що рослини може пошкоджувати гессенська муха. Міскантус є потенційним господарем для розвитку кукурудзяного жука та може сприяти розширенню його ареалу. Вирощування міскантусу в якості енергетичної культури на промисловому рівні, що передбачається в Україні найближчим часом, безперечно призведе до поступового його заселення шкідливими організмами. Існує загроза врожаю як міскантусу, так і продовольчих культур з родин *Poaceae* від спільних спеціалізованих шкідників. Отже, промислового вирощуванню міскантусу має передувати детальне вивчення оцінки ризиків, пов'язаних з фітофагами.

ВИСНОВКИ

У виробництві енергії використовують швидкорослі дерева й багаторічні трави з швидким відновленням після скошування та високими приростами урожаю біомаси. Ці культури є маловимогливими до ґрунтово-кліматичних умов, в результаті багаторічного беззмінного вирощування покращують структуру ґрунту, а опале листя і кореневі залишки, що залишаються в ґрунті, здатні покращувати його родючість.

Територія України має земельні площі, на яких з успіхом можна вирощувати енергетичні рослини, зокрема міскантус. Це дозволить ефективно використовувати незайняті малородючі ділянки і задіяти їх для отримання нового виду сільгосппродукції (біоенергетичної сировини), забезпечить енергетичну незалежність нашої держави.

ЛІТЕРАТУРА

1. Annual Statistical Report on the contribution of biomass to the energy system in the EU 27, АЕВІОМ, 2011. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ru.scribd.com/doc/73012151/2011-AEBIOM-Annual-Statistical-Report>
2. European Bioenergy Outlook. АЕВІОМ, 2013. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.aebiom.org/blog/aebiom-statistical-report-2013/>
3. Гелетуха Г.Г. Перспективы выращивания и использования энергетических культур в Украине. – 2014. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: uabio.org/img/files/docs/position-paper-uabio-10-ru.pdf
4. Энергетические растения в качестве сырья для биотоплива. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://agroinformer.com/article_view/31/%D1B2.html
5. Мискантус энергетический: «Открыт и закрыть ворота». – 2015. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://greenergy.com.ua/novosti/miskantus-e-nergeticheskij-ukrainskie-perspektivy/>
6. Олейник Е. Источник: Энергетические плантации. Возможно ли уменьшить зависимость Украины от импортируемых энергоносителей? / Е. Олейник, Н. Жовмир, К. Дрозд, Т. Еловицова // "Зелена енергетика", №3, 2007. – С.6-9. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://pelleta.com.ua/energeticheskie-plantacii-o481.html>
7. Рокитова О. Энергетические биотопливные культуры: Мискантус – за и против. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.infobio.ru/analytics/385.html>
8. Miscanthus (Miscanthus x giganteus) for Biofuel Production. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://articles.extension.org/pages/26625/miscanthus-miscanthus-x-giganteus-for-biofuel-production>].
9. Planting and Managing Giant Miscanthus as a Biomass Energy Crop. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb1044768.pdf
10. By Lisa Gibson Miscanthus for biofuels sprouts in Kentucky. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://biomassmagazine.com/articles/2807/miscanthus-for-biofuels-sprouts-in-kentucky>
11. What Is Giant Miscanthus? – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://homeguides.sfgate.com/giant-miscanthus-74644.html>
12. Miscanthus New Zealand Limited. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.miscanthus.co.nz/>.
13. Miscanthus, a revolutionary biomass crop. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.recrops.com/miscanthus>

14. The 'Wonder Crop'[http. – \[Електронний ресурс\]. – Режим доступу://www.terravesta.com/Growing](http://www.terravesta.com/Growing)

15. В Украине впервые высадят мискантус в промышленных объемах. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://agroportal.ua/news/tekhnologii/v-ukraine-vpervye-vysadyat-miskantus-v-promyshlennykh-obemakh/>

16. Рахметов Д.Б. Мискантус в Україні: інтродукція, біологія, біоенергетика / Д.Б. Рахметов, Т.О. Щербакова, С.Д. Рахметов – К.: Фітосоціоцентр, 2015. – 158 с.

17. Методичні рекомендації з проведення передсадильного обробітку ґрунту і садіння ризомів мискантусу / В.Л. Курило, О.М. Ганженко, М.Я. Гументик та ін. – К., 2012. – 22 с.

18. Фітофаги мискантусу гігантського /Т.Р.Стефановська, Е.Е.Льюїк, Я.О.Лікар та ін. //Карантин і захист рослин. – 2011. – №5 (178). – С.5-8.

Підписано до друку 07.12.2016 р. Формат 60x90 1/16
Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman.
Обсяг 1,4 умов. друк. арк. Тираж 100 примірників.

Віддруковано у Видавничому центрі «Колос»
ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»

73000, м. Херсон, вул. Стрітенська (Р. Люксембург), 23
Тел. (0552) 41-44-32

Свідоцтво ХС №6 від 12 жовтня 2000 року.