

УДК633.282:620.952

МІСКАНТУС —

ПЕРСПЕКТИВНА БІОЕНЕРГЕТИЧНА КУЛЬТУРА

СІНЧЕНКО В.М., д. с.-г. наук, член-кореспондент НААН України

В Україні в останнє десятиріччя значна увага приділяється підвищенню ефективності використання біопалива та біоенергії, що дозволяє зменшити залежність національної економіки від імпорту енергоносіїв, знизити її енергоємність і забезпечити економічний розвиток. Тому, особливо в останні роки, в Україні відбуваються позитивні зміни в енергетичній політиці, спрямовані на просування біомаси в якості палива, що сприяє усвідомленню технічної раціональності спалювання біомаси у вигляді паливної тріски, січки, пелет та гранул. Відбувається становлення внутрішнього ринку твердих видів біопалива, що створює потребу в якісній сировині. Тому особливій уваги заслуговує напрям, пов'язаний із забезпеченням сировиною для виробництва твердого біопалива за рахунок вирощування нових видів високопродуктивних багаторічних рослин, що дає змогу гарантовано щорічно отримувати задану кількість біомаси необхідної якості.

Однією з таких рослин є міскантус гігантський. За рахунок високої врожайності сухої маси (20–25 т/га), високої теплотворної здатності, низької природної вологості стебел міскантус на час збирання (до 15%) є найефективнішою порівняно з іншими сільськогосподарськими культурами рослиною для виробництва біопалива. Міскантус ще цінний тим, що під час згорання біомаси виділяється менша кількість вуглекислого газу, ніж було абсорбовано рослинами в процесі фотосинтезу. Тому, використання біопалива з міскантусу не сприятиме парниковому ефекту.

Крім того, вирощування міскантусу позитивно впливає на родючість ґрунту, оскільки після чотирьох років вирощування у ґрунті накопичується 15–20 т/га кореневищ, що еквівалентно 7,2–9,2 т/га вуглецю.

Вирощування міскантусу гігантського для виробництва біопалива на землях сільськогосподарського призначення збереже від ерозії гумусний шар і в загальному покращить економічний та енергетичний стан країни.

Перспективним джерелом енергії на сьогодні є вирощування біоенергетичних культур для виробництва, яким властивий високий потенціал енерговіддачі. Тому важливим питанням для сільськогосподарських виробників є розробка й оптимізація технологій вирощування біоенергетичних культур. Високу продуктивність біомаси для виробництва біопалива забезпечує

міскантус гігантський, який за врожайністю сухої біомаси, ефективністю акумуляції сонячної енергії та екологічністю технології вирощування має переваги перед іншими енергетичними культурами.

В Україні попит на енергію з відновлюваних джерел із кожним роком зростає, збільшується інтерес до вирощування та впровадження високопродуктивних трав'янистих рослин таких, наприклад, як види роду *Miscanthus Anderss.*

В Україні створено цінний генофонд міскантусу (19 таксонів), який характеризується швидкістю, посухостійкістю, високою врожайністю фітомаси, підвищеним вмістом вуглеводів у наземній масі. Ці рослини можуть значною мірою забезпечувати в Україні високий продуктивний та енергетичний потенціал і вихід твердого біопалива з одиниці площі порівняно з традиційними культурами. Розроблені Інститутом біоенергетичних культур і цукрових буряків елементи технології вирощування, перероблення біомаси міскантусу, які рекомендуються для впровадження у виробництво нових, науково-обґрунтованих технологічних прийомів, починаючи з основного обробітку ґрунту і закінчуючи збиранням міскантусу, його зберіганням та переробкою.

Нині дослідження для більшості видів у межах роду міскантус гігантський орієнтовані в основному на польові випробування. Мало що відомо про генетику важливих агрономічних ознак, як початок проростання, встановлення фази цвітіння, поглинання поживних речовин, можливості переносити абіотичні й біотичні стресові умови дозволяє краще розуміти генетику даного виду, що сприятиме генетичному вдосконаленню рослин для отримання високих врожаїв. В різних країнах світу проводяться дослідження з гібридизації й адаптації гібридів різних видів міскантусу, отримання нових форм рослин із використанням методів поліплоїдизації, виявлення мінливості геному.

Міскантус гігантський невимогливий до ґрунтових умов, тому його можна вирощувати на деградованих, малопродуктивних землях. Завдяки розгалуженій кореневій системі рослини можна вирощувати на піщаних та супіщаних ґрунтах із низьким рівнем ґрунтових вод. Міскантус добре адаптований до несприятливих умов вирощування, зокрема до ґрунтів із підвищеним вмістом солей. Рослини можна вирощувати на ґрунтах, які не придатні для інших сіль-

ськогосподарських культур. На ґрунтах із відрегульованим водним режимом і підвищеним вмістом гумусу врожайність міскантусу гігантського підвищується на 20–31%.

У вимогах про відновлювану енергію, визначених Директивою ЄС, зазначено, що політика в сфері біопалива не повинна негативно впливати на наявність продуктів харчування й екологічний стан місцевості. Тому, відповідно до цих вимог, сировина для виробництва біопалива не може вирощуватися на землях із наступним статусом:

- землі з високим рівнем біорізноманіття (ліс та лісисті території, заповідні зони, біорізноманітні луки);
- землі з високим вмістом карбону (водноболотні угіддя, ліси з визначеним рівнем покриву);
- торфовища.

Для створення високопродуктивних плантацій слід враховувати біологічні особливості міскантусу гігантського та вимоги до ґрунтово-кліматичних умов, табл. 1.

Міскантус гігантський — холодновитривала та теплолюбива трав'яниста рослина. Коренева система його здатна витримувати періодичні пониження температури до — 23°C за умов наявності снігового покриву. Найбільш інтенсивний ріст і розвиток рослин відбувається за температурою повітря +25–32°C. В умовах України міскантус починає вегетацію у квітні місяці, коли температура ґрунту досягає 10–12°C, а закінчує з настанням заморозків у жовтні-листопаді. У перший рік вегетації рослини міскантусу особливо чутливі до морозу, тому в окремих випадках необхідний захист рослин (наприклад, за допомогою соломи та підгортяння). Найбільш уразливими рослини є під час перезимівлі після завершення першого року вегетації. Після другого року вирощування рослини адаптуються, внаслідок чого здатні витримувати пониження температури повітря до — 20°C.

Міскантус відноситься до вологолюбивої культури, але не переносить затоплення. Для отримання високого врожаю міскантус потребує близько 500–800 мм опадів за рік (на продукування 1 кг сухої маси необхідно близько 250 л). Загальна кількість опадів за весняно-літній період (квітень-серпень) повинна бути не менше 250 мм і розподілена рівномірно, помісячно. Коріння міскантусу може проникати на глибину до 2 м і ефективно використовувати наявні ресурси вологи. За

Таблиця 1.

Екологічні та агротехнічні умови вирощування міскантусу

посуши листки спочатку в'януть, скручуються та відмирають, що призводить до значних втрат біомаси.

Міскантус гігантський належить до світлолюбних культур. Він використовує значно більше сонячної енергії, ніж інші представники родини злакових. За недостатнього освітлення рослини витягуються та жовтіють, у них значно знижується інтенсивність фотосинтезу й кількість асимілантів. Особливо чутливі до освітлення рослини міскантусу в перший рік вегетації. А за пригнічення бур'яном зменшується кількість пагонів, що призводить до зниження врожайності навіть в наступні роки, знижується зимостійкість. Тому важлива умова під час вирощування в перший рік вегетації — це захист від бур'янів.

Важливою перевагою міскантусу є те, що його можна вирощувати на ґрунтах, які не придатні для вирощування інших сільськогосподарських культур. Але найсприятливіші умови для росту та розвитку досягаються на вологих, добре дренованих ґрунтах із кислотністю в межах рН — 6,5–7,5. За високої кислотності (рН нижче 5,5) ґрунти потребують вапнування.

Для формування максимального врожаю біомаси, міскантус потребує елементів живлення, а саме: на 1 т сухої маси рослини виносять із ґрунту близько 3 кг азоту, 1 кг оксиду фосфору, 4 кг оксиду калію.

Найвища концентрація елементів живлення (азоту, фосфору, калію) у листках та стеблах міскантусу спостерігається в період вегетації з початку весни до середини літа. Після закінчення активного росту та розвитку рослин, біогенні елементи мігрують у кореневище, де й накопичуються. По відновленню процесів вегетації ці елементи можуть бути легко використані рослинами.

Щоб запрацювали всі фактори ефективності вирощування міскантусу, доцільно підходити до кожного поля окремо, проаналізувавши кислотність ґрунту, наявність НРК гумусу та інші фактори.

При вирощуванні міскантусу гігантського обробіток ґрунту має бути спрямований на створення умов, які б забезпечили повне, дружнє проростання (приживлюваність), інтенсивний ріст і розвиток рослин упродовж усього вегетаційного періоду. Основним завданням ефективного обробітку ґрунту є створення найбільш сприятливого водно-повітряного, теплового та поживного режимів ґрунту впродовж усього періоду росту рослин. Крім покращення фізичних, хімічних і біологічних властивостей, якісний обробіток ґрунту сприяє контролю за чисельністю бур'янів, шкідників і збудників хвороб міскантусу гігантського.

Важливе значення має пошук та реалізація найбільш сприятливих енергетично вигідних та екологічно прийнятних способів обробітку ґрунту під міскантус з урахуванням ґрунтово-кліматичної зональності, місця, глибини поверхневого та глибокого обробітків, строків їх здійснення та якості виконання.

Абіотичні фактори та біологічні особливості міскантусу	Показники
Тепло:	
- мінімальна температура проростання ризом, °С	10-12
- температура, що спричиняє пошкодження сходів, °С	нижче 20
- оптимальна температура росту та розвитку, °С	25
- сума активних температур за вегетаційний період (вище +5°С)	1900-3500
- температура для початку розвитку листків, °С	5-10
- оптимальна температура повітря для процесу фотосинтезу, °С	28-32
Волога:	
- оптимальна вологість ґрунту, %	70
- транспіраційний коефіцієнт	397
- коефіцієнт водоспоживання, м3/ц	80-110
- потреба опадів у період вегетації, мм	700
- на продукування 1 кг сухої маси потрібно води, л	250
Середньорічна кількість опадів, мм	500-800
Кліматична зона	достатнього і нестійкого зволоження
Світло:	
Відношення до світла (довжина дня)	короткого дня
Використання ФАР, %	1,0-1,5
Тривалість вегетаційного періоду, днів	200
Ґрунт:	
Вимоги до реакції ґрунтового розчину	6,5-7,5
Рівень залягання ґрунтових вод	0,5-1,0
Оптимальна щільність ґрунту, г/см3	1,0-1,2 на чорноземах, 1,2-1,3 на сірих лісових
Вміст гумусу в ґрунті (шар 0-20 см), %	2,1-3,0
Рівень рухомого азоту в ґрунті, кг/га, д.р. за Корнфілдом	60-90
Вміст фосфору в ґрунті, кг/га, д.р. за Кірсановим	30-40
Вміст калію в ґрунті, кг/га, д.р. за Кірсановим	120-150
Вміст магнію в ґрунті, кг/га, д.р.	20-25
Нахил поля	до 7°
Заглиблення коренів у ґрунт, м	2,0-2,5
Тип кореневої системи	мичкувата
Оптимальна площа листової поверхні, см	листові пластинки: довжина – 100 ширина – 0,8-3,2
Живлення:	
За врожайності 20 т/га сухої маси міскантус з ґрунту виносить, кг/га, д.р.:	
- азоту NО3;	60
- фосфору P2O5;	16
- калію K2O	80

Тому найбільш зважено й адекватно слід підходити до конкретних ґрунтово-кліматичних умов зони, погодних умов та фітосанітарного стану ґрунту. На основі ретельного аналізу агрокліматичної ситуації та стану ґрунту, необхідне остаточне визначення зі способом основного обробітку ґрунту.

Теоретичними й практичними дослідженнями найбільш ефективним визначився напівпаровий обробіток ґрунту, який застосовується на маргінальних землях і полях сильно забур'яненних, який включає:

- мульчування ґрунту — це технологічна операція, яка проводиться для подібнення високорослих бур'янів, порослі, невеликих кущів;
- 2–3 разове луцнення поверхні поля дисковими боронами. Основною метою луцнення площ під міскантус гігантський є розпушування верхнього шару ґрунту, підрізання та подібнення бур'янів для кращого їх загортання ґрунтом під час оранки, запобігання втратам вологи від випарювання та створення сприятливих умов для її накопичення в період між луцненням та оранкою, створення агрофізичних передумов для оптимізації кришення пласта ґрунту та зменшення тягового зусилля під час проведення оранки. Площі, які тривалий час не оброблялися, рекомендується обробляти важкими дисковими боронами типу БДВП-7,2 на глибину 10–12 см. На полях, де переважають багаторічні коренепаросткові бур'яни (осот, гірчак, берізка польова та інші), проводиться дво- або триразове луцнення площ. Перше — дисковими знаряддями на глибину 8–10 см, друге — після масової появи бур'янів на глибину 12–14 см, а за потреби — третє, також дисковими боронами після відростання бур'янів. Така система обробітку дозволяє зменшити кількість бур'янів на 80–90%.

Для контролю за бур'янами після луцнення та відростання бур'янів застосовують гербіциди суцільної дії раундап-макс або 2,4Д аміну сіль та інші. Оптимальний строк для обробки бур'янів раундап-макс, коли пірий відростає до висоти 10–12 см. Норма внесення гербіциду — 6 л/га (витрата робочої рідини 200–250 л/га).

В сучасних умовах господарювання дедалі більшого розповсюдження набувають ресурсозберігаючі технології вирощування сільськогосподарських культур, які базуються не тільки на мінімізації обробітку ґрунту, а й на застосуванні помірно-оптимальних окупних доз добрив. У зв'язку з підвищенням цін на мінеральні добрива виникає необхідність детального вивчення збалансованого живлення міскантуса, визначення оптимальної норми та доз.

Під час старіння пагонів у осінньо-зимовий період частка азоту й інших поживних речовин транспортується в кореневище, які в наступному році ці поживні речовини повторно використовують для формування нового врожаю.

До основного удобрення міскантуса гігантського належить переважна частина рекомендованої чи розрахованої річної дози мінеральних добрив — в середньому 80–90%. Тому пропонуються наступні дози добрив і терміни їх застосування:

- азот (N) — 60–90 кг/га д.р. вноситься навесні після появи сходів;
- фосфор (P₂O₅) — 30–43 кг/га д.р. під оранку;
- калій (K₂O) — 120–150 кг/га д.р. під оранку;
- магній (MgO) — 20–25 кг/га д.р. під оранку.

Отже, мінеральні добрива (фосфорні, калійні та комплексні й мікродобрива вносяться під глибоку оранку, азотні — під ранньовесняну культивування).

Визначення норм мінеральних добрив можна зробити, скориставшись даними агрохімічного аналізу ґрунту конкретного поля, показниками забезпеченості ґрунту елементами живлення.

Глибока оранка проводиться через 10–15 днів після останнього луцнення. Вона проводиться оборотними плугами з метою якісного, глибокого розпушування ґрунту, загортання мінеральних добрив, поживних решток, бур'янів та створення умов для тривалого поліпшення водно-повітряного й поживного режимів ґрунту, якісного проведення подальших польових робіт. Проведення глибокої оранки поліпшує водопроникність ґрунту й накопичення в ньому води. Висока якість оранки досягається проведенням оборотними плугами фірми «Лемкен», а також вітчизняними ПНО-3–35, ПОНП-6. Оборотні плуги фірми «Лемкен» суттєво зменшують тягові зусилля, що дозволяє економити енергоресурси під час здійснення цієї технологічної операції.

Основними агротехнічними вимогами до оранки є: виконання її в оптимальні строки, достатнє обертання скиби, відсутність огривів, висота гребенів не більше 5 см, висота звальних гребенів і глибина борозен не більше 7 см, відхилення глибини — до 2 см, добре розпушення ґрунту, повне загортання верхнього шару, поживних решток та бур'янів.

До догляду за зябом рекомендовано включати також щільвання його як захід для підвищення вологозберігаючої ефективності системи обробітку ґрунту й знищення «підшови».

Через 10–15 днів після глибокої оранки в міру випадання дощів і появи сходів бур'янів поле обробляють широкозахватними агрегатами ЗПГ-24, АРВ-8.1–01 на глибину 5–6 см.

Ранньовесняний обробіток ґрунту проводиться за настання фізичної стиглості ґрунту на глибину до 4 см впоперек або під кутом 25–30° до напрямку оранки широкозахватними агрегатами ЗПГ-24.

Передсадильний обробіток ґрунту спрямований на максимальне збереження вологи, прогрівання ґрунту, знищення бур'янів, створення оптимальних умов

для проростання висаджених ризомів. Передсадильну культивування слід проводити у два сліди в різних напрямках до оранки на глибину 12–15 см агрегатами (Європак та іншими).

Серед агротехнічних і організаційно-господарських заходів під час вирощування міскантуса важливу роль відіграє передсадильна підготовка садивного матеріалу та сам процес садіння, тому всі операції з садіння ризом, щоб досягти високих сталих урожаїв біомаси впродовж використання плантації, необхідно проводити якісно й своєчасно.

Ризоми отримують із одно- або дво-річних рослин міскантуса. Викопування маточних кореневищ проводять, як правило, навесні, безпосередньо перед садінням (III декада березня-I декада квітня), попередньо зібравши наземну біомасу.

Викопані маточні кореневища міскантуса гігантського розділяють на ризоми та зберігають до садіння, але не більше 14 діб. Розділення кореневищ проводять вручну, після чого готові до садіння ризоми складають на поліетиленову плівку й змочують, щоб вони не пересихали. Зверху їх вкривають іншою плівкою, забезпечивши таким чином вологе середовище, де ризоми будуть зберігатися до садіння, так як сухі ризоми втрачають здатність до проростання, особливо за посушливої весни. В разі зберігання ризомів, у приміщенні температура повітря має бути в межах від 4 до 15°C. Низькі температури призведуть до підмерзання, що подовжує час проростання та знижує польову схожість ризомів. Збільшення температури під час зберігання впродовж 10 діб призводить до проростання ризомів, внаслідок чого під час садіння пробуджені бруньки можуть травмуватись, що негативно впливає на їх проростання.

За наявності стаціонарних сховищ із регульованим температурним режимом, з метою зменшення часу на підготовку садивного матеріалу навесні або інших організаційно-фінансових умов, викопування маточних кореневищ міскантуса можна проводити восени (у II–III декаді листопада залежно від погодних умов), і вже весною, безпосередньо перед садінням, їх розділяють на ризоми.

Великі ризоми (30–50 г) і середні (20–30 г), якщо рахувати за одиницею маси, більш продуктивні ніж малі (до 20 г), і рослина з таких ризомів у початковий період краще розвивається.

Головною вимогою до садивного матеріалу є кількість потенційних бруньок, які можуть прорости. Їх кількість має бути не менше 4–5 шт. на одній ризомі.

Дослідження показують, що оптимальні строки садіння ризомів міскантуса настають, коли температура ґрунту на глибині 5 см досягне 10–12°C та повітря — 15°C за фізичної стиглості ґрунту. Проводити садіння ризомів доцільно починаючи з середини квітня й до середини травня. Практи-

ка вважає оптимальним строком садіння з березня до 15 квітня, що пов'язано з використанням весняної вологи в ґрунті та забезпечує кращий ріст і розвиток рослин. Оскільки швидкий ріст і розвиток сприяє більшому накопиченню поживних речовин у кореневищах, а також дозволяє культурі краще переносити посуху й мороз.

Для зони Лісостепу України садіння ризомів міскантусу рекомендується здійснювати на глибину 14–20 см із густрою 15–20 тис./га ризомів, з міжряддям 70 см та кроком садіння в 50–70 см. Проведеними дослідженнями встановлено, що ущільнення ґрунту навколо висаджених ризомів зменшує їх польову схожість та продовжує період появи сходів.

Для механізованого садіння ризомів міскантусу використовують спеціальні садильні машини.

Оптимізація технологічних операцій і технічних засобів догляду за плантаціями міскантусу створює необхідні умови для росту й розвитку рослин, сприяє отриманню запланованої оптимальної для кожного поля врожайності біомаси за раціональних витрат на їх вирощування та значного зменшення витрат коштів на одиницю продукції.

Догляд за плантаціями міскантусу включає наступні технологічні операції:

- контроль за бур'янами під час вирощування міскантусу шляхом застосування хімічних засобів;
- розпушування ґрунту в міжряддях;
- захист міскантусу від шкідників і хвороб (за потреби).

Повільний початковий ріст і розвиток міскантусу суттєво знижує його здатність до конкуренції з бур'янами. В процесі посадки ризомів міскантусу проходить обробку ґрунту, тим самим сприяючи проростанню насіння бур'янів. Низька щільність садіння рослин залишає велику площу для активного росту бур'янів. Слід врахувати, що несвоєчасний контроль за бур'янами в процесі вегетації міскантусу в перший рік вегетації не тільки стримує ріст рослин, але й може спричинити відсутність куліни.

Тому післясходові обприскування проводять у фазі сім'ядоль — 2х листочків у бур'янів, застосовуючи гербіциди Пріма 911SE з нормою 0,6 л/га або Майс Тер Пауер або Май Тер 62% в.г. з нормою внесення 1,2 л/га, а також приліпач Біо Пауер 0,2 л/га. Насадження міскантусу обробляють за настанням фази інтенсивного пагоноутворення в культурі та появи масових сходів бур'янів.

Гербіцид Мілагро 240 SC, к.е. ефективний для захисту посівів міскантусу від сходів однорічних дводольних та злакових видів бур'янів.

Гербіцид Майс Тер Пауер застосовується для боротьби з однорічними та багаторічними дводольними й злаковими бур'янами, в т.ч. з такими шкочинними бур'янами як берізка польова та гірчак.

Гербіцид Тітус 25 в.г. + ПАТ Тренд (50 г/га + 0,2 л/га) застосовують після сходів

міскантусу проти злакових, а також дводольних бур'янів.

За результатами досліджень встановлено, що найбільшою шкодою рослинам міскантусу завдають такі ґрунтові шкідники, як дротяники — личинки коваліків, несправжні дротяники — личинки чорнишів, личинки пластинчастовусих жуків — хрущів і хлібних жуків.

Одним з ефективних способів контролювання чисельності цих шкідників є замочування ризомів міскантусу гігантського у розчині інсектицидів. Перед садінням ризомів міскантусу проводять їх замочування в розчинах інсектицидів системної дії з різними активними речовинами (імідаклопід, тіаметоксам або клотіанідин).

Замочуванням ризомів міскантусу в розчинах інсектицидів системної дії забезпечується захист кореневої системи цих рослин від личинок ґрунтових шкідників за рахунок створення захисної зони біля ризомів після їх садіння в ґрунт, а також проникнення інсектицидів у кореневу систему й збереження певної їх концентрації у молодій рослині протягом 3 і більше днів.

Рослини міскантусу можуть уражатися комплексом хвороб, основними з яких є бура плямистість, або гелмінтоспоріоз, бурий бактеріоз та іржа. Для боротьби з хворобами міскантусу необхідно проводити як профілактичні, так і захисні заходи. Враховуючи, що рослинні рештки є резерватом інфекції бурої плямистості, важливо проводити якісний обробіток ґрунту, що сприяє зниженню шкідливих мікроорганізмів.

Важливе значення має внесення збалансованих добрив, що підвищує стійкість міскантусу до хвороб.

Розпушування ґрунту в міжряддях проводять з метою поліпшення водно-повітряного режиму ґрунту, покращення умов для росту й розвитку рослин міскантусу в ранній період вегетації. Міжрядні розпушування сприяють поглинанню атмосферних опадів, зменшують щільність ґрунту в разі його надмірного ущільнення.

Перше розпушування ґрунту в міжряддях проводять за необхідності в період, коли тільки позначилися рядки сходів міскантусу гігантського. Захисна зона має становити 20–25 см. Міжрядний обробіток ґрунту здійснюють на глибину 3–5 см культиваторами типу УСМК-5,4, КРНВ-5,6–02 обладнаними однобічними лапами-бритвами шириною захвату 150–165 мм, які встановлюють по 2 на кожне міжряддя, а по центру — стрільчасту лапу захватом 330 мм або спереду лапи-бритви. Для більш ефективного знищення бур'янів позаду секції культиватора доцільно встановити пружинну борону.

Другий міжрядний обробіток ґрунту звичайно здійснюють через 14 днів після першого у фазі 5–7 листків у рослин міскантусу. Для цього використовують лапи-бритви та стрільчасті лапи, які встановлюють на глибину 7–9 см.

Через 14 днів після другого проводять

третій міжрядний обробіток ґрунту з присипанням бур'янів у рядках. Третій обробіток здійснюють за висоти міскантусу 35–40 см із комплектацією спеціальними підгортачами. Робоча ширина культиватора повинна співпадати із шириною садильної машини. Культиватори КРНВ-4,2 і КРНВ-5,6–02 агрегатуються з тракторами класу 14–20 кВт. Колію колісних тракторів за міжрядь 70 см встановлюють на ширину 1400 мм.

Якщо щільність ґрунту становить 1,20–1,25 г/см³, то необхідно провести розпушування міжрядь на глибину 8–10 см із одночасним підгортанням рослин міскантусу.

Присипання бур'янів ґрунтом в зоні рядків міскантусу проводиться в ранній період його розвитку.

Досвід показує, що 2–3 разове присипання бур'янів рівноцінне застосуванню ґрунтових гербіцидів. Присипання бур'янів у зоні рядків починають, коли їх сходи досягатимуть до 5 см. Для виконання цієї операції культиватори КРНВ-4,2 або КРНВ-5,6 комплектують захисними дисками, плоскорізальними лапами-бритвами з полічками.

Після утворення у рослин міскантусу пагонів висотою 20–30 см, для присипання бур'янів у зоні рядка використовують ті ж робочі органи. Під час присипання бур'янів ґрунтом у зоні рядків міскантусу слід дотримуватися агротехнічних вимог. Швидкість агрегату із застосуванням робочих органів для присипання бур'янів у зоні рядків — 5–6 км/год. За рахунок цієї технологічної операції можна забезпечити знищення бур'янів у зоні рядків на 90–95%.

Отже, контролювання бур'янів є одним із головних факторів, що значно впливає на досягнення високих урожаїв. Виходячи з цього, зрозуміло, що досягти високих результатів у боротьбі з бур'янами можливо тільки за інтегрованої системи контролювання чисельності бур'янів.

Збирання біомаси (січки) міскантусу гігантського проводять із листопада до березня за найменшої вологості. В листопаді вологість біомаси в середньому складає 40–45%, а в березні знижується до 20–25%. Вихід сухої біомаси та її якість багато в чому залежить від термінів збирання врожаю. В січні-лютому листя міскантусу опадає й врожайність біомаси знижується на 20–40%.

Для збирання біомаси використовують різні машини, залежно від потреб ринку. Зібраний урожай може бути у вигляді січки або тюків. У першому випадку проводиться збирання прямим комбайнуванням з одночасним подрібненням, у другому — скошування у валки з подальшим тюкуванням (роздільне комбайнування).

Біомасу зберігають під навісом. Для забезпечення висихання та недопущення гниття січки, її необхідно періодично перемішувати. В разі тюкування міскантусу слід подбати про безпечне зберігання тюків. Укладати тюки потрібно один на один, формуючи скирти, які розміщують впоперек напрямку пануючих вітрів. Відстань скирт

від лінії електропередач повинна бути не менше 15 м, від доріг — 20 м, від будівель та споруд — 50 м. Розриви між скиртами в одній парі мають бути не менше 6 м, між сусідніми парами — не менше 30 м.

Основними важелями економічного прогресу біоенергетичного комплексу є впровадження високоефективних технологій, що забезпечує підвищення продуктивності біоенергетичних культур і зменшення їх собівартості. Ця технологія, починаючи з другого року, забезпечує врожайність сухої маси 20–25 т/га, витрати на 1 га — 2188,5 грн., рівень рентабельності — 200–250%, затрати праці — 7,4 люд.-год./га.

Серед основних факторів, які впливають на ефективність вирощування міскантусу гігантського, важливе місце належить своєчасному й якісному виконанню технологічних операцій (підготовка ґрунту, садіння ризомів на визначену густоту, контролювання бур'янів, підтримання оптимального рівня водяного та живильного режимів ґрунту).

Останнім часом в Україні проводяться наукові дослідження нової біоенергетичної культури павловнії, яка забезпечує швидке отримання біомаси й ділової деревини та сприяє веденню інтенсивного сільськогосподарства. Цю культуру розробляли й удосконалювали в Іспанії на протязі 17 років. Основне призначення павловнії — створення технічних лісів. За рахунок посадки цієї культури є можливість зменшити процеси ерозії ґрунтів і отримати позитивні результати їх відновлення. Рослину можна використовувати на непродуктивних землях. Павловнія також зменшує викиди вуглекислого газу.

Ключовим параметром екологічних показників є те, що культура за мінімальний строк має можливість отримати максимальну кількість, і якість біомаси. Культурі притаманні високі темпи приросту маси, стійкість до морозів і посухи. Вона дає якісну деревину.

Ділової деревини за 5 років з 1 га можна отримати від 400 м³, і приблизно 30% її використати для переробки на тріску. Павловнія за обсягами отримання біомаси з 1 га переважає інші біоенергетичні культури. Деревина легко й швидко сохне, має високий коефіцієнт тепловіддачі та низьку зольність.

Саджанець після зрізу й збирання врожаю відростає заново від кореневої системи. В умовах клімату України отримання насіння павловнії неможливо, тому розмноження проводиться вегетативним способом. Для цього готують ями глибиною 60–70 см та діаметром до 1 метра. Сприятливим варіантом для ям є дерновий субстрат (суміш землі, піску та перегною). Хоча рослина є посухостійкою, в жару їй потрібен полив. На початку весни слід обрізати зайві гілки, тоді павловнія буде швидше рости. В середині травня доцільно внести перегній, що сприятиме швидкому росту культури.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Зінченко В. О. Міскантус — джерело енергетичної біомаси / В. О. Зінченко // Новини Агротехніки. — 2008. — № 3(63). — С. 40–41.
2. Технології та обладнання для використання поновлюваних джерел енергії в сільськогосподарському виробництві. Посібник / [Кравчук В., Таргоня В., Луценко М., Бабинець Т. та інші]; за ред. В. І. Кравчука, В. О. Дубровіна — Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, 2010. — 184 с.
3. Борчук И. Мискантус: в поисках энергии / Борчук И. // Зерно. — 2009 — № 8 — С. 26–31.
4. Квак В. М. Вплив строків садіння та глибини загортання ризомів міскантусу на його польову схожість / В. М. Квак // Цукрові буряки. — 2012. — № 6. — С. 15–17.
5. Методичні рекомендації з проведення передсадильного обробітку ґрунту і садіння ризомів міскантусу / В. Л. Курило, О. М. Ганженко, М. Я. Гументик та інші — К., 2012. — 22 с.
6. Щербаківа Т. О. Інтродукція видів та сортів роду *Miscanthus Anderss* в Національному ботанічному саду ім. М. М. Гришка НАН України // Вісті біосферного заповідника «Асканія Нова». — 2012. — 14. — С. 309–313.
7. Гументик М. Я. Урожайність біомаси міскантусу / М. Я. Гументик, В. М. Квак, О. І. Замойський // Біоенергетика. — 2013 — № 2 — С. 32–35.
8. Роїк М. В. Агропромислові енергетичні плантації — майбутнє України / М. В. Роїк, О. Г. Ягольник // Біоенергетика. — 2015 — № 2 (6) — С. 4–7.
9. Роїк М. В. Концепція виробництва і використання твердих видів біопалива в Україні / М. В. Роїк, О. М. Ганженко, В. Л. Тимошук // Біоенергетика. — 2015 — № 1(5). — С. 5–8.
10. Блюм Я. Б. Новітні технології біоконверсії / Я. Б. Блюм, Г. Гелетука, В. О. Дубровін та інші — К., 2010. — 324 с.

АНОТАЦІЯ

УДК633.282:620.952

МІСКАНТУС — ПЕРСПЕКТИВНА БІОЕНЕРГЕТИЧНА КУЛЬТУРА

СІНЧЕНКО В.М., д.с.-г. наук, член-кореспондент НААН

Анотація

У статті подається характеристика міскантусу гігантського. Міскантус — культура високоврожайна (20–25 т/га сухої маси), позитивно впливає на родючість ґрунту. Після чотирьох років вирощування в ґрунті накопичується 15–20 т/га кореневищ, що еквівалентно 7,2–9,2 т/га вуглецю. Міскантус — холодновитривала та теплолюбива трав'яниста рослина. Найбільш інтенсивний ріст та розвиток рослин відбувається за температури повітря +25–32 °С. Ріст і розвиток міскантусу досягаються на добре дренажних ґрунтах з кислотністю в межах рН 6,5–7,5. Висвітленню основні елементи технології виробництва міскантусу, починаючи з основного обробітку ґрунту і закінчуючи збиранням. Основним елементом технології є садіння міскантусу. Для зони Лісостепу України рекомендується садіння ризомів на глибину 14–20 см, густотою — 15–20 тис./га, міжряддям — 70 см та кроком садіння — 50–70 см. Боротьба з бур'янами проводиться хімічним способом (гербіцид Майе Тер Пауер, Тітус 25 в.г.) та шляхом розпушування міжрядь.

Ключові слова: міскантус, енергетична культура, технологія, урожайність, витрати.

АННОТАЦІЯ

УДК633.282: 620.952

Мискантус — перспективная биоэнергетическая культура

Синченко В. М., д.с.-х. наук, член-кореспондент НААН

В статье дается характеристика мискантуса гигантского. Мискантус — культура высокоурожайная (20–25 т/га сухой массы), положительно влияет на плодородие почвы. После четырех лет выращивания в почве накапливается 15–20 т/га корневищ, что эквивалентно 7,2–9,2 т/га углерода. Мискантус — холодостойкое и теплолюбивое травянистое растение. Наиболее интенсивный рост и развитие растений происходит при температуре воздуха +25–32 °С. Рост и развитие мискантуса достигаются на хорошо дренированных почвах с кислотностью в пределах рН 6,5–7,5.

В статье освещены основные элементы технологии производства мискантуса, начиная с основной обработки почвы и заканчивая уборкой. Основным элементом технологии является посадка мискантуса. Для зоны Лесостепи Украины рекомендуется посадка ризом на глубину 14–20 см, густотой — 15–20 тыс./га, междурядьем — 70 см и шагом посадки — 50–70 см. Борьба с сорняками проводится химическим способом (гербицид Майе Тер Пауэр, Титус 25 в.г.) и путем рыхления междурядий.

Ключевые слова: мискантус, энергетическая культура, технология, урожайность, затраты.

ABSTRACT

UDK633.282: 620.952

MISCANTHUS — PERSPECTIVE BIOENERGETIC CULTURE

Sinchenko V. M., d.s.-g. sciences, Corresponding Member of NAAS

The article gives the characteristics of *Miscanthus giganteus*. *Miscanthus* is a high-yielding crop with the dry mass yield of 20–25 t/ha which positively affects the soil fertility. After four years of growth on the site, 15–20 t/ha of rhizomes are accumulated in the soil, which is equivalent to 7.2–9.2 t/ha of carbon. *Miscanthus* is a cold-resistant and thermophilic grass. The most intense growth and development occur at a temperature from +25 to 32 °C. *Miscanthus* plants grow well on well-drained soils with acidity within the pH range of 6.5–7.5. The article highlights the main elements of the technology of *miscanthus* production, from soil tillage to harvesting. The key element of the technology is planting. For the zone of the Forest-Steppe of Ukraine, it is recommended to plant rhizomes to a depth of 14–20 cm, with a density of 15–20 thousand per ha, in rows of 70 cm and a step of planting 50–70 cm. Weed control is carried out through the application of chemicals (herbicide *MaisTer power*, *Titus 25 WG* and by loosening rows.

Keywords: *miscanthus*, energy crop, technology, yield, production costs.