

УДК: 633.63: 631. 531.12

ФОРМУВАННЯ САДИВНОГО МАТЕРІАЛУ МІСКАНТУСУ В ДРУГОМУ РОЦІ ВЕГЕТАЦІЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ЙОГО ВИРОЩУВАННЯ

ДОРОНІН В.А. — доктор сільськогосподарських наук, професор

КРАВЧЕНКО Ю.А. — кандидат сільськогосподарських наук

ДРИГА В.В. — молодший науковий співробітник

ДОРОНІН В.В. — молодший науковий співробітник

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, Київ, sugarbeet@ukr.net

Постановка проблеми. Найпоширенішими видами палива в Україні є нафтопродукти та природний газ, кількість яких прискореними темпами зменшується. У зв'язку з дефіцитом цих енергоносіїв та їх значним подорожчанням, все більше уваги приділяється пошуку та виробництву альтернативних джерел енергії, які можуть зменшити залежність держави від традиційних видів палива. Розвинуті країни світу мають величезні досягнення у розвитку та використанні біопалива. Сьогодні країни Європи (Австрія, Данія, Нідерланди, Норвегія, Фінляндія та Швеція) використовують від 40 до 65% екологічно чистої біоенергетики [1], в Україні використання такої енергії складає всього 3% [2].

Вагомою альтернативою традиційному пальному на сьогодні є біопаливо, яке виробляють з рослинної біоенергетичної сировини, що вирощують на малопродуктивних та деградованих землях, вилучених із сівозмін і не використовують для вирощування сільськогосподарських культур. За підрахунками експертів Інституту розвитку нерухомості, таких земель в Україні понад 1,1 млн. га [3].

Враховуючи сприятливі ґрунтово-кліматичні умови для вирощування рослин, найбільш перспективним видом біоенергетики для України є фітоенергетика. Практичний інтерес для виготовлення біопалива із фітомаси представляють такі рослини: просо прутоподібне (світч-грас), міскантус, сорго, цукрові буряки, кукурудза й ряд інших біоенергетичних культур [4,5,6]. Особливе місце в цьому списку займає інтродукована рослина міскантус — для виробництва твердих видів біопалива. За енергетичною цінністю тонна сухої маси міскантуса еквівалентна 400 кг сирової нафти. Міскантус можна використовувати не лише для отримання твердого біопалива, а й рідкого — етанолу [7].

Рослини цієї культури можуть існувати на одній ділянці протягом 15–20 років, досягати до 3,5 м у висоту і давати щорічний урожай сухої маси 12–18 т / га. Порівняно з пшеницею він вимагає в 2–3 рази менших витрат [8]. Міскантус належить до відділу покритонасінних (*Angiospermal*), роду (*Andersson*) [9] і відноситься до С4-рослин [10,11].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В Україні досліджували елементи технології, які забезпечують високу продуктивність міскантуса у виробничих плантаціях для переробки його на тверде біопаливо, а саме: питання схожості міскантуса залежно від глибини садіння ризом [12] та строків садіння [13], норм внесення мінеральних добрив [14], застосування регуляторів росту з метою підвищення продуктивності культури [15], ефективність застосування гербіцидів у посівах міскантуса [16].

На сьогодні розроблено спосіб отримання розсади *MISCANTHUS* x *GIGANTEUS* методом клонального розмноження [17] та спосіб вегетативного розмноження садивного матеріалу міскантуса [18].

Усі дослідження, що проводилися раніше і на сьогодні, спрямовані на розробку елементів технології, які забезпечують підвищення врожайності міскантуса і, відповідно — збільшення енергетичного потенціалу культури.

Для широкого впровадження міскантуса у виробництво з метою виготовлення твердого біопалива необхідно мати достатню кількість якісного садивного матеріалу. На сьогодні в Україні відсутня технологія вирощування садивного матеріалу міскантуса в умовах нестійкого зволоження, яка забезпечувала б високу приживлюваність ризом та їх максимальний вихід. Тому актуальним було вивчення особливостей формування маси кореневища міскантуса та приживлюваності

висаджених ризом залежно від умов вирощування, що й було метою досліджень.

Матеріали та методика досліджень. Програмою досліджень передбачалося дослідження особливостей формування кореневища міскантуса залежно від умов його вирощування в першій та другій роки вегетації.

Оскільки найбільш продуктивним є триплоїдний стерильний гібрид *Miscanthus* x *giganteus*, отриманий від схрещування диплоїдного *M. sinensis* та тетраплоїдного *M. sacchariflorus*. *Miscanthus* x *giganteus*, який має стерильний пилок і розмножується вегетативно, ризомами, які утворюються на 2–3 рік вегетації [19], то польові дослідження проводили саме з цим міскантусом на дослідному полі Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків Національної академії аграрних наук України, яке розміщене в центральній частині Правобережного Лісостепу України, зоні нестійкого зволоження, що характеризується помірно-континентальним кліматом, упродовж 2015–2017 рр.

Схемою досліду передбачено комплексне застосування елементів технології: фактор А — строки садіння ризом: перший строк — перша-третя декади квітня, другий строк — друга декада квітня-третья декада травня; фактор В — внесення абсорбенту *MaxiMargin*: контроль — без абсорбенту; замочування ризом у гелі абсорбенту; гранули абсорбенту в лунку; гранули абсорбенту в лунку + замочування ризом у гелі абсорбенту.

Перший строк — садіння ризом проводили раною весною, коли можна було розпочати їх садіння, а це були за роками досліджень перша-третья декади квітня. У цей період ґрунт був уже прогрітим і була достатня кількість вологи. Враховуючи, що міскантус теплолюбна і вологолюбна культура та для кращого прояву ефективності застосування абсорбенту другий строк садіння проводили через 21

добу в період коли середня добова температура повітря становила 10 °С і більше, ґрунт добре прогрітий, а вміст вологи був нижчий, ніж за першого строку садіння. За роками досліджень фактичні дати садіння ризом були різними.

Для створення сприятливих умов для приживлюваності ризом та росту і розвитку міскантусу і, відповідно, підвищення виходу садивного матеріалу, було передбачено застосування гранул та гелі абсорбенту MaxiMarin, які поглинають і утри-

мують у собі кількість рідини, що в сотні разів перевищує їх власну масу, а під час засухи віддають цю вологу рослинам.

Площа облікової ділянки — 12,25 м², повторність — чотириразова. Розміщення варіантів і повторень — рендимізова-

Таблиця 1. Вологість ґрунту (%) упродовж вегетаційного періоду залежно від елементів технології вирощування міскантусу

Варіант – внесення абсорбенту MaxiMarin	Фази розвитку			
	відростання	кущіння	вихід у трубку	закінчення вегетації
Перший строк садіння – 23 квітня				
Контроль – без абсорбенту	10,3	10,2	12,3	7,9
Замочування в гелі абсорбенту	10,6	10,6	13,0	8,4
Гранули абсорбенту в лунку	13,1	12,3	14,4	8,5
Гранули абсорбенту в лунку + замочування в гелі абсорбенту	14,1	12,8	14,7	8,7
Другий строк садіння – 14 травня				
Контроль – без абсорбенту	10,8	12,2	13,0	8,3
Замочування в гелі абсорбенту	11,1	12,7	14,4	8,7
Гранули абсорбенту в лунку	12,5	15,2	14,5	8,7
Гранули абсорбенту в лунку + замочування в гелі абсорбенту	14,7	15,2	15,1	8,8
НІР0,05 заг.	2,6	2,9	3,4	2,7
НІР0,05 строк садіння	1,3	1,4	1,7	1,6
НІР0,05 абсорбент	1,9	2,0	2,4	2,1

Таблиця 2. Динаміка висоти рослин (см) другого року вегетації залежно від агротехнічних заходів вирощування міскантусу

Маса ризому, г - фактор В	Варіант – внесення абсорбенту MaxiMarin – фактор С	Фази розвитку			
		відростання	кущіння	вихід у трубку	закінчення вегетації
Перший строк садіння (23 квітня) – (фактор А)					
20–30	Контроль – без абсорбенту	78,4	154,8	182,0	262,0
	Замочування в гелі абсорбенту	80,8	156,3	184,0	266,0
	Гранули абсорбенту в лунку	81,2	159,0	190,5	266,3
20–30	Гранули абсорбенту в лунку + замочування в гелі абсорбенту	82,8	164,0	191,3	267,8
60–90	Контроль – без абсорбенту	94,6	178,0	219,8	299,8
	Замочування в гелі абсорбенту	99,6	188,8	220,0	302,3
	Гранули абсорбенту в лунку	100,8	182,3	221,5	302,0
	Гранули абсорбенту в лунку + замочування в гелі абсорбенту	106,4	181,0	232,0	304,5
Другий строк садіння (14 травня) – (фактор А)					
20–30	Контроль – без абсорбенту	98,5	124,0	163,3	243,0
	Замочування в гелі абсорбенту	100,5	128,8	176,8	245,5
	Гранули абсорбенту в лунку	100,8	129,0	177,8	247,5
	Гранули абсорбенту в лунку + замочування в гелі абсорбенту	106,8	131,0	178,3	248,5
60–90	Контроль – без абсорбенту	123,5	156,0	191,5	280,0
	Замочування в гелі абсорбенту	125,3	159,8	192,3	283,0
	Гранули абсорбенту в лунку	125,3	160,0	197,5	286,3
	Гранули абсорбенту в лунку + замочування в гелі абсорбенту	126,8	161,0	200,8	289,3

Таблиця 3. Маса кореневища та вихід садивного матеріалу з рослин міскантусу другого року вегетації

Варіант	Маса кореневища, г			
	викопаного	в т.ч. гнилого	придатного для садіння	
			г	%
Контроль – без абсорбенту	2301	1834	567	23,6
Замочування в гелі абсорбенту	2534	1710	724	29,7
Гранули абсорбенту в лунку + замочування в гелі абсорбенту	2625	1827	798	30,4

ним способом. Садіння ризом проводили вручну з міжряддям 70 см і кроком садіння в рядку 70 см та загортання їх у ґрунт на глибину 8–10 см.

У польових дослідях визначали: вологість ґрунту за фазами росту та розвитку міскантусу, динаміку появи сходів (від перших поодиноких сходів до повних сходів) за методикою Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН [20], приживлюваність рослин (відношення схожих до висаджених ризомів) [21], висоту рослин в динаміці, наростання маси кореневища та вихід садивного матеріалу (ризом) за фазами розвитку залежно від умов вирощування [20].

Статистичну обробку експериментальних даних здійснювали за допомогою дисперсійного і кореляційного аналізів за методом Фішера [22] з використанням комп'ютерної програми Statistica 6.0 від компанії StatSoft.

Підготовку до садіння міскантусу проводили поетапно: з маточного поля відбирали кореневища, які доставляли в лабораторію та ретельно підготовлювали садивний матеріал. З кореневищ відбирали непошкоджені (не перемерзли від морозів) ризоми з масою згідно зі схемою дослідження.

Результати досліджень. Садивний матеріал міскантусу отримують із одно- або дворічних рослин. Викопають маточні кореневища, з яких отримують ризоми навесні, безпосередньо перед садінням або восени розділивши кореневища на ризоми, які зберігають в сховищах.

З'ясовано, що внесення абсорбенту МахіМарін у ґрунт перед садінням ризом сприяло кращій забезпеченості рослин вологою й у другому році їх вегетації. В усіх фазах росту і розвитку рослин вологість ґрунту за внесення гранул абсорбенту в ґрунт та спільного застосування гранул і гелі абсорбенту вологість ґрунту була достовірно вищою порівняно з контролем — без застосування абсорбенту за обох строків садіння (табл. 1).

Рівень вологості ґрунту в усі фази росту та розвитку рослин в другому році вегетації був меншим, ніж на плантації першого року. Це зумовлено інтенсивнішим ростом і розвитком рослин другого року вегетації порівняно з першим роком. Так, якщо у перший рік вегетації за першого строку садіння в контролі в фазу відростання рослин їх висота становила 43,8 см, в фазу куціння 83,0 см, в період закінчення вегетації 153,8 см, то в другому році вегетації в цьому варіанті висота

рослин була відповідно — 78,4, 154,8 та 262,0 см або більшою в 1,8, 1,9 та 1,7 разів (табл. 2).

Аналогічне збільшення висоти рослин в другому році вегетації, порівняно з першим, отримано в інших фазах розвитку міскантусу.

Висота рослин за обох строків садіння в усіх фазах розвитку також була значно більшою за використання абсорбенту порівняно з контролем — без абсорбенту. Найвищі рослини міскантусу були за спільного застосування гранул та гелі абсорбенту. Так, за другого строку садіння великих ризом масою 60–90 г в період закінчення вегетації в контролі висота рослин становила 280 см, а за спільного застосування гранул і гелі абсорбенту вона була більшою на 9,3 см і становила 289,3 см.

Інтенсивніший ріст і розвиток рослин другого року вегетації забезпечив формування більших за масою кореневищ, ніж за першого року (табл. 3).

Так, якщо рослини першого року вегетації формували маточні кореневища в контролі масою від 591,5 до 944,7 г, то у рослин другого року вегетації в контролі маса кореневища становила 2301 г або в 2,4–3,9 разів було більшою. Застосування абсорбенту забезпечило формування ще більшої маси кореневищ. Так, при замочуванні ризом в гелі абсорбенту маса кореневищ становила 2534 г і була більшою, ніж в контролі на 233 г. Найбільші за масою кореневища (2625 г) сформовані за спільного застосування гранул і гелі абсорбенту. Кореневища наскільки розрослися як в ширину, так і в довжину і мало придатні для викопування власноруч. Це дуже трудомістка робота, яка потребує великих енерговитрат.

За ретельної очистки маточних кореневищ від землі виявилось, що більша їх частина була гнилою та перемерзлою. Так, з контрольного варіанту лише 23,6%, а за спільного використання гранул і гелі абсорбенту 30,4% маси кореневища можна було використати для садіння, а решту було вибракувано. Аналогічні результати отримані за використання лише гелі абсорбенту. Великий відхід маси маточних кореневищ призвів до значного зменшення виходу садивного матеріалу — ризом (рис. 1).

Тобто, за виробництва садивного матеріалу доцільно використовувати рослини міскантусу першого року вегетації, оскільки маточні кореневища другого року вегетації, як правило, підмерзли, часково загинувши, що в результаті призводить до значного зменшення ризом, які придатні для садіння.

Висновки

1. Використання абсорбенту МахіМарін перед садінням ризом міскантусу забезпечило підвищення вологості ґрунту в другому році вегетації, особли-

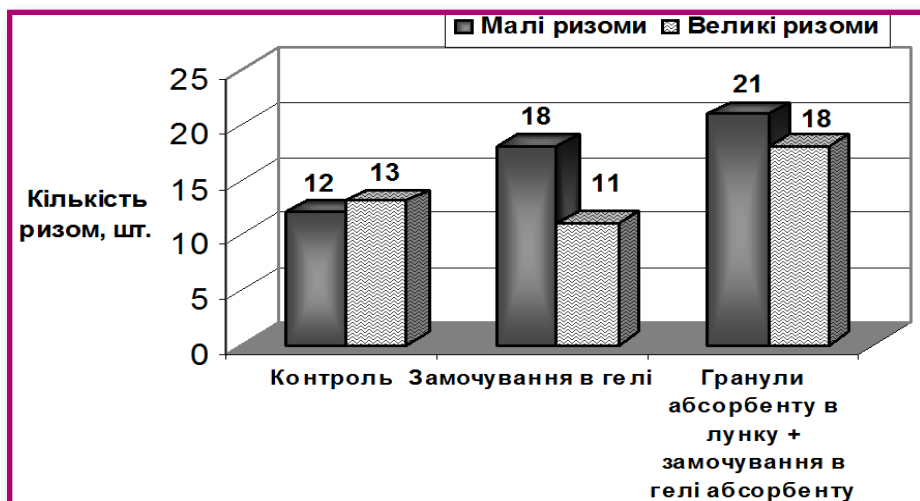


Рис. 1. Вихід ризом з кореневищ другого року вегетації залежно від застосування абсорбенту.

во у початкових фазах розвитку рослин, що сприяло створенню кращого водного режиму забезпечення рослин вологою упродовж всього періоду їх вегетації.

2. Інтенсивніший ріст і розвиток рослин другого року вегетації забезпечив формування більших в 2,4–3,9 разів за

масою кореневищ, ніж з рослин першого року вегетації. Найбільші за масою кореневища (2625 г) сформовані за спільного застосування гранул і гелі абсорбенту або в 1,2 рази вони були більшими, ніж в контролі — без абсорбенту.

3. Виявилось, що більша частина ма-

точних кореневищ була гнилою та перемерзлою. Лише 23,6–30,4% маси кореневища можна було використати для садіння, а решту було вибракувано. Великий відхід маси маточних кореневищ призвів до значного зменшення виходу садивного матеріалу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Друкований М. Ф. Розвиток комплексу біотехнологій — головний шлях розвитку аграрного сектора України. / М. Ф. Друкований, О. С., Яремчук І. В. Мазур // Збірник наукових праць ІБ-КіЦБ. Київ.— 2011.— Випуск 12.— С. 241.
2. Пояснювальна записка до Закону України про зменшення споживання природного газу стосовно котлів на біомасі та інших видах місцевого палива. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.journal.esco.co.ua/2006_2/art123.htm.
3. Експерти підрахували скільки в Україні малопродуктивних земель / Інститут розвитку нерухомості. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://irm.com.ua/news/eksperty-pidrahuvaly-skilky-v-ukrayini-maloproduktyvnyh-zemel/>
4. Гументик М. Я. Вирощування та використання органічної сировини для виробництва енергії. / Гументик М. Я. // Збірник наукових праць. Випуск 14.-Київ.-2012.-С.546.
5. Башняк І. С. Вирощування багаторічних злакових культур для виробництва біопалива. / І. С. Башняк., М. Я. Гументик // Ексклюзивні технології.-№ 3.-2010.-С.14–16.
6. Доронін А. В. Формування конкурентоспроможності альтернативних видів пального в контексті стратегії розвитку АПК України / А. В. Доронін // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків: Зб. наук. праць / Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків — Київ, 2013.— Вип. 19.— С. 181–187.
7. Байбакова О. В. Биоконверсия лигноцеллюлозного субстрата мискантуса в этанол / О. В. Байбакова // Фундаментальные исследования.— 2015.— Т. 2, № 13.— С. 2783–2786.
8. Энергоплантации. // Справочное пособие по использованию энергетических растений. / Н. С. Купцов, Е. Г. Попов. Минск.— Технология.— 2015.— 128 с.
9. Производство возобновляемых источников энергии в странах ЕС / Таран В. В., Магомедов А. Н. Д., Пономаренко П. Л. // Теория экономики и управления народным хозяйством: Вестник института дружбы народов Кавказа.-2011.-№ 17.-С.117–127
10. Курило В. Л. Мискантус — перспективна енергетична культура для виробництва біопалива / В. Л. Курило, М. Я. Гументик, В. М. Квак // Агробіологія: Збірник наукових праць. Білоцерків. нац. аграр. ун-т.— Біла Церква, 2010.— № 4 (80).— С. 62–66.
11. Williams M. J. Planting and Managing Giant Miscanthus as a Biomass Energy Crop / M. J. Williams, Joel Douglas / United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. Plant Materials Program // Technical Note No. 4, July 2011.
12. Гументик М. Я. Схожість мискантусу залежно від варіювання глибини садіння ризомів. / М. Я. Гументик // Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур. Випуск 12.— Київ.— 2011.— С.-55.
13. Квак В. М. Вплив строків садіння та глибини загортання ризом мискантусу на його польову схожість // Цукрові буряки.— 2012.— № 6.— С. 15–17.
14. Квак В. М. Ріст, розвиток і продуктивність мискантусу за різних норм добрив / В. М. Квак // ЗНП ІБКіЦБ.— 2012.— т. 14.— С. 548–551.
15. Зінченко О. В. Оцінка впливу регуляторів росту рослин на інтенсивність фотосинтезу, приживаність, морфологічні показники мискантусу гугантеусу. / Зінченко О. В. // Збірник наукових праць.— Київ.— 2013.— Випуск 19.— С. 47.
16. Макух Я. П. Ефективність дії гербіцидів. / Я. П. Макух, С. О. Ременюк. // Карантин і захист рослин.-2016 р.-№ 2–3.-С.24.
17. Роїк М. В. Отримання розсади MISCANTHUS x GIGANTEUS методом клонального розмноження / М. В. Роїк, Н. С. Бех, М. О. Коцар // Збірник наукових праць ІБКіЦБ, вип. 19.— 2013.— С 104–108.
18. Пат. 108992, МПК (2016.01), А01Н 4/00, А01В 79/00 Спосіб вегетативного розмноження садивного матеріалу мискантусу // Доронін В. А., Кравченко Ю. А., Доронін В. В., Дрига В. В., Ярошук Т. А., Ярошук І. Е.— № у 201600732; Заявл. 01.02.2016, Опубл. 10.08.2016, бюл. № 15.
19. McKervey Z., Woods V. B. and Easson D. L. Miscanthus as

an energy crop and its potential for Northern Ireland.— 2008.— 75 p.

20. Методика проведення досліджень у буряківництві / за ред. М. В. Роїка, Н. Г. Гізбулліна. Київ: ФОРМ Корзун Д. Ю., 2014. 374 с.

21. Ковальчук В. П., Васильев В. Г., Бойко Л. В., Зосимов В. Д. Сборник методов исследования почв и растений. Київ: Труд-ГриПол-XXI вік, 2010. 252 с.

22. Fisher R. A. Statistical methods for research workers. New Delhi: Cosmo Publications, 2006. 354 p.

АНОТАЦІЯ

УДК: 633.63: 631. 531.12

Формування садивного матеріалу мискантусу в другому році вегетації залежно від елементів технології його вирощування

Доронін В. А., Кравченко Ю. А., Дрига В. В., Доронін В. В. Інститут біоенергетичних культур та цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, Київ, 03110, Україна, e-mail: sugarbeet@ukr.net

Постановка проблеми. У статті викладено результати досліджень з особливостей формування садивного матеріалу мискантусу в першому та другому роках вегетації залежно від застосування елементів технології — строків садіння, маси ризом та абсорбенту — гранул і гелі. **Результати.** З'ясовано, що внесення абсорбенту MaxiMarin у ґрунт перед садінням ризом сприяло кращій забезпеченості рослин вологою і в другому році їх вегетації. Інтенсивніший ріст і розвиток рослин другого року вегетації забезпечив формування більших за масою кореневищ, ніж за першого року. Рослини другого року вегетації формували маточні кореневища в 2,4–3,9 разів більшими, але вихід садивного матеріалу був значно нижчим, ніж в першому році і становив лише 23,6–30,4% від маси кореневищ. **Висновки.** Використання абсорбенту MaxiMarin перед садінням ризом мискантусу забезпечило підвищення вологості ґрунту в другому році вегетації. Інтенсивніший ріст і розвиток рослин другого року вегетації забезпечив формування більших в 2,4–3,9 разів за масою кореневищ, ніж з рослин першого року вегетації, але вихід садивного матеріалу був значно нижчим.

Ключові слова: маса ризом, абсорбент, строк садіння, висота рослин, маса кореневища.

ABSTRACT

UDC: 633.63: 631. 531.12

Miscanthus planting material formation in the second year of vegetation depending on the cultivation technology

Doronin V. A., Kravchenko Yu. A., Dryha V. V., Doronin V. V. Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet, NAAS of Ukraine, 25 Klinichna str., Kyiv, 03110, Ukraine, e-mail: sugarbeet@ukr.net

Formulation of the problem. The article presents the research results on the peculiarities of the formation of the miscanthus planting material in the first and second years of vegetation as affected by the components of technology, namely the timing of planting, the weight of rhizomes and the absorbent (granules and gels). **Results.** It was found that the MaxiMarin absorbent application into the soil before planting with rhizomes contributed to the better provision of plants with moisture in the second year of their vegetation. The more intensive growth and development of plants in the second year of vegetation ensured the formation of larger rhizomes than in the first year. Plants of the second year of vegetation formed mother rhizomes in 2.4–3.9 times bigger, but the output of planting material was significantly lower than in the first year and was only 23.6–30.4% of the weight of rhizomes. **Conclusions.** The MaxiMarin absorbent use before miscanthus planting provided an increase in soil moisture in the second year of vegetation. The more intensive growth and development of plants in the second year of vegetation ensured the formation of large in 2.4–3.9 times by weight of rhizomes than from plants in the first year of vegetation, but the yield of planting material was significantly lower.

Keywords: mass rhizome, absorbent, time of planting, height of plants, mass of rhizomes.