

# Особливості формування садивного матеріалу міскантусу гігантського залежно від елементів технології вирощування

В. А. Доронін\*, В. В. Дрига, Ю. А. Кравченко, В. В. Доронін

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна,  
\*e-mail: vladimir.doronin@tdn.org.ua

**Мета.** Виявити біологічні особливості росту й розвитку рослин та формування садивного матеріалу міскантусу гігантського залежно від елементів технології вирощування. **Методи.** Польовий, лабораторний, візуальний, вимірювально-ваговий, математично-статистичний. **Результати.** Досліджено особливості росту й розвитку біоенергетичної культури міскантусу, формування садивного матеріалу залежно від комплексного застосування елементів технології, а саме: строків висаджування, маси ризом, гранул і гелю абсорбенту МахіМагін у період садіння. Встановлено, що приріст висоти рослин, збільшення площі листків та формування стебел міскантусу залежали як від строків садіння ризом, їх величини, так і від застосування абсорбенту. За трирічний період приріст висоти рослин був інтенсивнішим, а площа листової поверхні – найбільшою у разі застосування абсорбенту, порівняно з контролем у всіх фазах розвитку за обох строків садіння незалежно від маси ризом. У середньому найбільша площа листової поверхні – 1905,9 см<sup>2</sup> – була на період закінчення вегетації за другого строку садіння великих ризом за спільного використання гранул та гелю абсорбенту. Збільшення наземної маси за рахунок висоти рослин, площі листової поверхні та кількості стебел сприяло підвищенню продуктивності фотосинтезу, що впливало на збільшення кореневої системи – виходу садивного матеріалу міскантусу. Виявлено прямі сильні кореляційні зв'язки між цими показниками та масою кореневища. З наростанням наземної маси збільшувалася маса кореневища, а відповідно й вихід садивного матеріалу – ризом. За спільного внесення гранул і використання гелю абсорбенту найінтенсивніше наростала наземна маса рослин і, відповідно, найбільшою була маса кореневища: в перший строк садіння малих ризом вдвічі більшою, ніж на контролі та становила 1090,5 г, за садіння великих ризом – у 2,4 раза та 1763,9 г відповідно. За другого строку спільне застосування гранул і гелю абсорбенту забезпечило збільшення маси кореневища за садіння малих ризом у 1,9, великих – у 2,1 раза порівняно з контролем. **Висновки.** Між інтенсивністю наростання наземної маси – висотою рослин, кількістю листків, площею листової поверхні, кількістю бруньок і масою кореневища виявлено прямі сильні кореляційні зв'язки. Наростання наземної маси рослин сприяло збільшенню кореневої системи – виходу садивного матеріалу. У всіх фазах розвитку рослин наростання маси кореневища було інтенсивнішим у разі використання абсорбенту, незалежно від строків садіння ризом, порівняно з контролем. Спільне використання гранул і гелю абсорбенту забезпечило формування найбільшої маси кореневища.

**Ключові слова:** *Miscanthus giganteus*, висота рослин, площа і кількість листків, маса кореневища, коефіцієнт кореляції, ризом.

## Вступ

За останні роки у світі та в Україні, у зв'язку з недостатньою кількістю енергоносіїв і відчутним їх подорожчанням, дедалі більше уваги приділяють виробництву біопалива з високопродуктивних енергетичних культур. Енергетичні рослини цінні високим урожаєм і невибагливістю до умов вирощування. В Україні є вже певні напрацювання щодо застосування альтернативного палива за таки-

ми напрямками, як виробництво біоетанолу на базі спиртових та цукрових заводів, виробництво твердого біопалива та збільшення площ під вирощування біоенергетичних культур для забезпечення потреб вітчизняного агросектору в біопаливі.

Практичний інтерес для виготовлення твердих видів біопалива із фітомаси становлять такі рослини, як просо лозоподібне (свічграс), сорго та деякі інші біоенергетичні культури. Однією з них є міскантус [1–3]. Ця рослина, вирощувана в більшості областей України, може давати велику кількість біомаси за найменших витрат [4]. Під Міскантус (*Miscanthus Anderss.*) належить до підродини Просові (*Panicoideae*), родини Тонконогові (*Poaceae*) [5]. Види міскантусу є рослинами з C<sub>4</sub>-типом фотосинтезу [6]. Це дуже потужна й витривала рослина. Після одноразового висаджуван-

Volodymyr Doronin  
<http://orcid.org/0000-0001-9355-881X>  
Viktoriiia Dryha  
<http://orcid.org/0000.0001.8085.5313>  
Yuliia Kravchenko  
<http://orcid.org/0000.0001.7561.1023>  
Volodymyr Doronin Jr.  
<http://orcid.org/0000-0001-0349-4467>

ня її повзуче кореневище щорічно утворюватиме нові пагони [8].

У літературних джерелах наведено інформацію про деякі елементи технології промислового вирощування міскантусу для виготовлення біопалива. Найкраще перезимовують найбільші кореневища. Мінімальна рекомендована глибина висаджування ризом – близько 15 см (з огляду на можливість промерзання). Невеликі кореневища (менше 10 см), посаджені дуже глибоко, можуть не подолати відстань, необхідну для проростання нових стебел на поверхні ґрунту [7]. Досліджувалися питання схожості міскантусу залежно від глибини та строків садіння ризом [8, 9], норм внесення мінеральних добрив [10], застосування регуляторів росту з метою підвищення продуктивності культури [11], ефективність застосування гербіцидів у посівах міскантусу [12]. Дослідження, що стосуються його вирощування, передбачають розроблення елементів технології, які забезпечують підвищення врожайності міскантусу і, відповідно, – збільшення енергетичного потенціалу культури.

Для промислового вирощування міскантусу гігантського необхідно мати достатню кількість садивного матеріалу. Однак вичерпно не опрацьовано технологій вегетативного розмноження садивного матеріалу цієї культури, яка б забезпечувала високу приживлюваність ризом та максимальний їх вихід. Наведене підкреслює актуальність вивчення особливостей росту й розвитку міскантусу залежно від комплексного застосування елементів технології, зокрема строків висаджування, маси ризом та внесення в ґрунт абсорбенту, що й було завданням дослідження.

*Мета досліджень* – виявити біологічні особливості росту й розвитку рослин та формування садивного матеріалу міскантусу гігантського залежно від елементів технології вирощування.

### Матеріали та методика досліджень

Програмою досліджень передбачалося розробити спосіб вегетативного розмноження садивного матеріалу міскантусу (ризом), який забезпечить максимальну їх приживлюваність та сприятиме підвищенню виходу ризомів у перший рік вегетації.

Польові дослідження з рослинами міскантусу гігантського (*Miscanthus giganteus* J.M.Greef & Deuter ex Hodkinson & Renvoize) проводили протягом 2015–2017 рр. на дослідному полі Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України

(Київська обл., Васильківський р-н, с. Ксаверівка), розміщеному в центральній частині Правобережного Лісостепу України – зоні нестійкого зволоження, що характеризується помірно континентальним кліматом.

Схемою дослідів передбачалося комплексне застосування елементів технології: *фактор А* – строки висаджування ризом (перший (ранній) – перша половина квітня, другий (пізніший) – перша половина травня); *фактор В* – маса ризом: 20–30 і 60–90 г; *фактор С* – внесення абсорбенту MaxiMarin: контроль – без абсорбенту; замочування ризом у гелі абсорбенту; внесення гранул абсорбенту в лунку; гранули абсорбенту в лунку + замочування ризом у гелі абсорбенту.

Об'єктом досліджень були рослини міскантусу гігантського (*Miscanthus × giganteus* J.M.Greef & Deuter ex Hodkinson & Renvoize). Спостереження за ростом та розвитком культури проводили на рослинах першого року вегетації.

Гранули та гель абсорбенту MaxiMarin поглинають і утримують у собі кількість рідини, яка в сотні разів перевищує власну їх масу, а під час засухи віддають цю вологу рослинам, що створює сприятливі умови для максимальної приживлюваності садивного матеріалу, росту й розвитку рослин і добре впливає на підвищення виходу садивного матеріалу (ризом).

Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий вилугуваний, середньоглибокий, малогумусний, грубопилувато-легкосуглинковий на карбонатному лесі. Вміст гумусу (за методом Тюріна) становить 2,64%, рухомих форм фосфору й обмінного калію (за Чиріковим) – 180 та 160 мг/кг ґрунту відповідно, вміст азоту, що легко гідролізується (за Корнфілдом), – 280 мг/кг ґрунту. Кислотність ґрунту (рН) – 6,6. Глибина гумусового горизонту – 100–120 см.

Площа облікової ділянки – 12,25 м<sup>2</sup>, повторність – чотириразова. Розміщення варіантів і повторень – рендимізованим способом. Висаджування 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 дослідах визначали: динаміку появи сходів (від перших поодиноких до повних) за методикою Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН [13], приживлюваність рослин (відношення схожих до висаджених ризомів) [14], інтенсивність приросту рослин (висота рослин, куцїння – кількість сходів з однієї ризоми, площа листової поверхні, кількість листків)

за фазами розвитку [13]. Статистично обробляли експериментальні дані за допомогою дисперсійного і кореляційного аналізу за методом Фішера [15] з використанням комп'ютерної програми Statistica 6.0 від компанії StatSoft.

Підготовка до висаджування міскантусу була поетапною: з маточного поля відбирали кореневища, які доставляли в лабораторію та ретельно підготовлювали садивний матеріал. З кореневищ відбирали непошкоджені (не перемерзлі) ризоми з масою згідно зі схемою досліджу.

Під час проведення польових досліджень у всіх варіантах було дотримано умов єдиної відмінності та факторіальності, дотримано типові й однакові умови (ґрунтово-кліматичні, агротехніка та ін.), крім факторів, що вивчали.

### Результати досліджень

Строки появи сходів є початком відліку для наступних фаз росту й розвитку рослин. За раннього строку садіння перші сходи помічено в 2015 р. на 21-шу добу, в 2016 р. – на 28-му, в 2017 р. – на 35-ту добу від початку садіння, за пізнішого строку висаджування – на 14, 19 та 21-шу добу відповідно. За другого (пізнішого) строку сходи з'являлися раніше, ніж за першого (раннього) в усі роки досліджень, що зумовлено температурним режимом і вологозабезпеченням у період висаджування та отримання сходів. Відповідно, чим вища середня добова температура повітря, тим інтенсивніше проростають сходи міскантусу.

За другого строку садіння тривалість міжфазних періодів була меншою порівняно з першим. За обох строків садіння ризом у 2016 р. фенологічні фази розвитку проходили швидше, ніж у 2015 та 2017 рр. (табл. 1).

Критерієм оцінки елементів технології вирощування садивного матеріалу є коефіцієнт його виходу, який залежить від якості висаджених ризом, їх здатності до проростання, приживлюваності, а також агротехнічних і ґрунтово-кліматичних умов вирощування

садивного матеріалу. З'ясовано, що у варіантах із застосуванням абсорбенту приживлюваність ризом була істотно вищою порівняно з контролем. Висока приживлюваність ризомів, сприятливі ґрунтово-кліматичні та агротехнічні умови забезпечують швидкий ріст і розвиток рослин міскантусу гігантського та збільшення виходу маточників.

Встановлено, що приріст висоти рослин культури залежав як від строків висаджування ризом, їх величини, так і від використання абсорбенту (табл. 2).

У середньому за три роки приріст висоти рослин був інтенсивнішим у разі застосування абсорбенту, порівняно з контролем протягом усіх фаз розвитку як за першого, так і другого строку садіння. Так, за першого строку у фазі відростання рослин у разі замочування малих ризом (масою 20–30 г) у гелі абсорбенту висота рослин була більшою на 3,1 см, ніж у контролі і становила 44,1 см, за другого строку – 6,3 і 42,2 см відповідно. Аналогічні результати отримано за висаджування малих ризом із використанням гранул абсорбенту та сумісного застосування гранул і гелю.

За висаджування великих ризом (масою 60–90 г) висота рослин у всі фази їх розвитку була вищою, порівняно з малими ризомами як у контролі, так і в разі застосування абсорбенту. Зокрема, за першого строку садіння в контролі висота рослин, отриманих з малих ризом, у фазі відростання рослин становила 41,0 см, а отриманих з великих ризом була більшою на 17,5 см і становила 58,5 см. За сумісного використання гранул і гелю абсорбенту приріст висоти рослин, отриманих з великих ризом, за першого строку садіння був більшим на 25,7 см, а за другого строку – на 15,7 см порівняно з рослинами, отриманими з малих ризом. Тобто на приріст висоти рослин міскантусу істотно впливала якість садивного матеріалу – розмір висаджуваних ризом.

Достовірного впливу строків висаджування на показник висоти рослин не виявлено в усі фази розвитку рослин, за винятком фази

Таблиця 1

#### Фенологічні фази росту й розвитку рослин міскантусу залежно від строку садіння ризомів (на добу від дати садіння)

Фаза росту й розвитку	Перший (ранній) строк садіння			Другий (пізніший) строк садіння		
	2015 р.	2016 р.	2017 р.	2015 р.	2016 р.	2017 р.
Повні сходи	50	63	76	43	42	72
Кущіння	82	80	98	75	56	77
Вихід у трубку	100	108	114	95	81	118
Закінчення вегетації	179	193	182	158	168	157

Примітка. Спостереження проводили в контрольних варіантах.

**Динаміка висоти рослин міскантусу (см) залежно від елементів технології  
(середнє за 2015–2017 рр.)**

Маса ризом, г – фактор В	Внесення абсорбенту MaxiMargin – фактор С	Фаза росту й розвитку			
		відростання	кущіння	вихід у трубку	закінчення вегетації
Перший (ранній) строк садіння – фактор А					
20–30	Контроль – без абсорбенту	41,0	85,3	109,3	137,8
	Замочування ризом у гелі абсорбенту	44,1	90,6	115,3	143,0
	Гранули абсорбенту в лунку	42,7	92,0	114,1	144,4
	Гранули абсорбенту в лунку + замочування ризом у гелі абсорбенту	45,4	93,8	116,7	146,5
60–90	Контроль – без абсорбенту	58,5	97,8	122,9	162,1
	Замочування ризом у гелі абсорбенту	61,9	102,3	128,5	165,1
	Гранули абсорбенту в лунку	70,4	103,2	131,1	168,4
	Гранули абсорбенту в лунку + замочування ризом у гелі абсорбенту	71,7	107,4	132,3	172,9
Другий (пізніший) строк садіння – фактор А					
20–30	Контроль – без абсорбенту	35,9	89,3	107,8	138,4
	Замочування ризом у гелі абсорбенту	42,2	94,4	112,7	142,2
	Гранули абсорбенту в лунку	41,2	95,6	115,9	145,3
	Гранули абсорбенту в лунку + замочування ризом у гелі абсорбенту	44,8	97,2	115,9	146,2
60–90	Контроль – без абсорбенту	55,8	98,5	121,7	154,8
	Замочування ризом у гелі абсорбенту	59,3	101,6	124,5	158,5
	Гранули абсорбенту в лунку	59,9	102,5	126,4	163,3
	Гранули абсорбенту в лунку + замочування ризом у гелі абсорбенту	60,5	108,2	130,1	171,6
НІР <sub>0,05</sub> загальна		14,0	8,7	5,3	11,5
НІР <sub>0,05</sub> строки садіння		5,0	3,1	1,9	4,1
НІР <sub>0,05</sub> маса ризом		5,0	3,1	1,9	4,1
НІР <sub>0,05</sub> абсорбент		7,0	4,3	2,7	5,8

повних сходів, де вони були вищими як за садіння малих, так і великих ризом у перший – ранній строк порівняно з другим.

За фазами розвитку найінтенсивніше збільшувалася висота рослин у міжфазний період «відростання рослин–кущіння» за обох строків садіння. При цьому не спостерігалось закономірного збільшення висоти рослин залежно від застосування абсорбенту. Так, у контролі за першого строку висаджування великих ризом приріст висоти рослин становив 48,4 см, а в разі замочування ризом у гелі абсорбенту – 40,4 см, за другого строку – 42,7 та 42,3 см відповідно. За висаджування малих ризом в обидва строки садіння приріст висоти рослини був більшим, ніж за садіння великих ризом. Але в міжфазні періоди «кущіння–вихід у трубку» та «вихід у трубку–закінчення вегетації» приріст висоти рослин за садіння великих ризом був більшим, ніж малих.

З'ясовано, що площа листової поверхні рослин залежала як від застосування абсорбенту, так і від строків садіння та маси ризом (табл. 3).

У разі застосування абсорбенту площа листової поверхні була найбільшою порів-

няно з контролем упродовж усіх фаз розвитку за першого, обох строків садіння незалежно від маси ризом. У середньому за роки досліджень отримано найбільшу площу листової поверхні – 1905,9 см<sup>2</sup> – на період закінчення вегетації за другого строку садіння великих ризом і за спільного використання гранул і гелю абсорбенту. За першого строку площа листків у цьому варіанті була істотно меншою (на 215,9 см<sup>2</sup>) порівняно з другим строком і становила 1690,0 см<sup>2</sup>. За висаджування малих ризом площа листків була меншою за обох строків, порівняно з садінням великих ризом. Аналогічні результати отримано за обох строків за використання абсорбенту впродовж вегетації – за фазами розвитку.

Приріст площі листової поверхні був найінтенсивнішим у міжфазний період «вихід у трубку–закінчення вегетації» в усіх варіантах як залежно від строків садіння, так і від маси ризом та застосування абсорбенту. Якщо в міжфазні періоди «відростання рослин–кущіння» та «кущіння–вихід у трубку» не спостерігали закономірного приросту площі листків залежно від застосування технологічних операцій, то в міжфазний період

Таблиця 3

**Площа листової поверхні (см<sup>2</sup>) у динаміці залежно від елементів технології вирощування міскантусу  
(середнє за 2015–2017 рр.)**

Маса ризом, г – фактор В	Внесення абсорбенту MaxiMarin – фактор С	Фаза росту й розвитку			
		відростання	кущіння	вихід у трубку	закінчення вегетації
Перший (ранній) строк садіння – фактор А					
20–30	Контроль – без абсорбенту	41,9	243,2	386,9	995,0
	Замочування ризом у гелі абсорбенту	51,4	246,9	423,9	1078,4
	Гранули абсорбенту в лунку	56,0	239,1	411,6	1238,0
	Гранули абсорбенту в лунку + замочування ризом у гелі абсорбенту	60,7	246,1	409,4	1340,6
60–90	Контроль – без абсорбенту	101,0	357,1	451,3	1308,4
	Замочування ризом у гелі абсорбенту	130,3	365,9	480,4	1389,7
	Гранули абсорбенту в лунку	224,8	396,4	493,9	1501,4
	Гранули абсорбенту в лунку + замочування ризом у гелі абсорбенту	401,2	467,3	512,3	1690,0
Другий (пізніший) строк садіння – фактор А					
20–30	Контроль – без абсорбенту	53,0	169,0	359,7	1257,8
	Замочування ризом у гелі абсорбенту	89,7	221,6	411,0	1309,1
	Гранули абсорбенту в лунку	128,6	246,3	452,6	1313,4
	Гранули абсорбенту в лунку + замочування ризом у гелі абсорбенту	109,4	224,3	454,7	1431,8
60–90	Контроль – без абсорбенту	104,5	242,4	457,1	1318,5
	Замочування ризом у гелі абсорбенту	169,6	282,1	492,9	1364,0
	Гранули абсорбенту в лунку	161,1	329,9	586,1	1547,7
	Гранули абсорбенту в лунку + замочування ризом у гелі абсорбенту	252,8	331,2	648,5	1905,9
НІР <sub>0,05</sub> загальна		125,2	64,8	109,7	346,3
НІР <sub>0,05</sub> строки садіння		36,1	18,7	31,7	100,0
НІР <sub>0,05</sub> маса ризом		62,6	32,4	54,8	173,1
НІР <sub>0,05</sub> абсорбент		51,1	26,4	44,8	141,4

«вихід у трубку–закінчення вегетації» таку залежність помічено. Так, за садіння малих ризом масою 20–30 г у перший строк, застосування абсорбенту забезпечило збільшення площі листків від 46,4 (замочування в гелі абсорбенту) до 323,1 см<sup>2</sup> (спільне застосування гелю та гранул абсорбенту), порівняно з контролем. За висаджування великих ризом приріст листової площі був на 181,1–254,8 см<sup>2</sup> більшим, ніж за садіння малих. Аналогічні результати отримано за обох строків садіння.

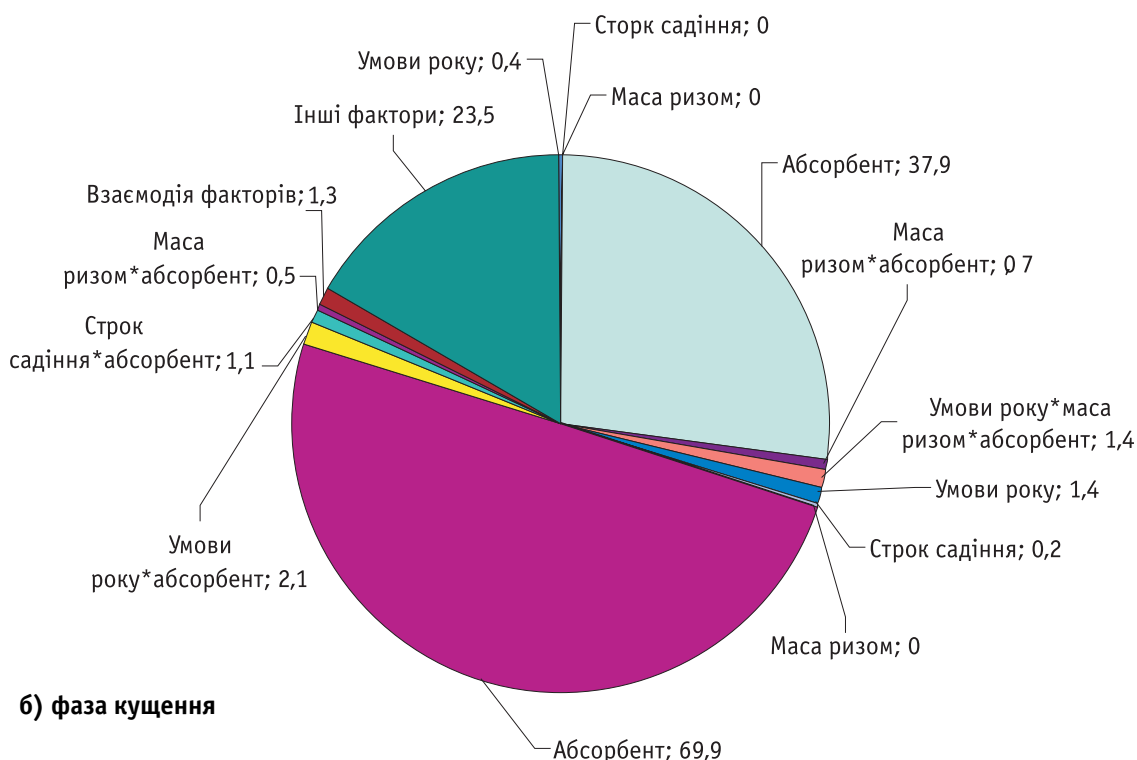
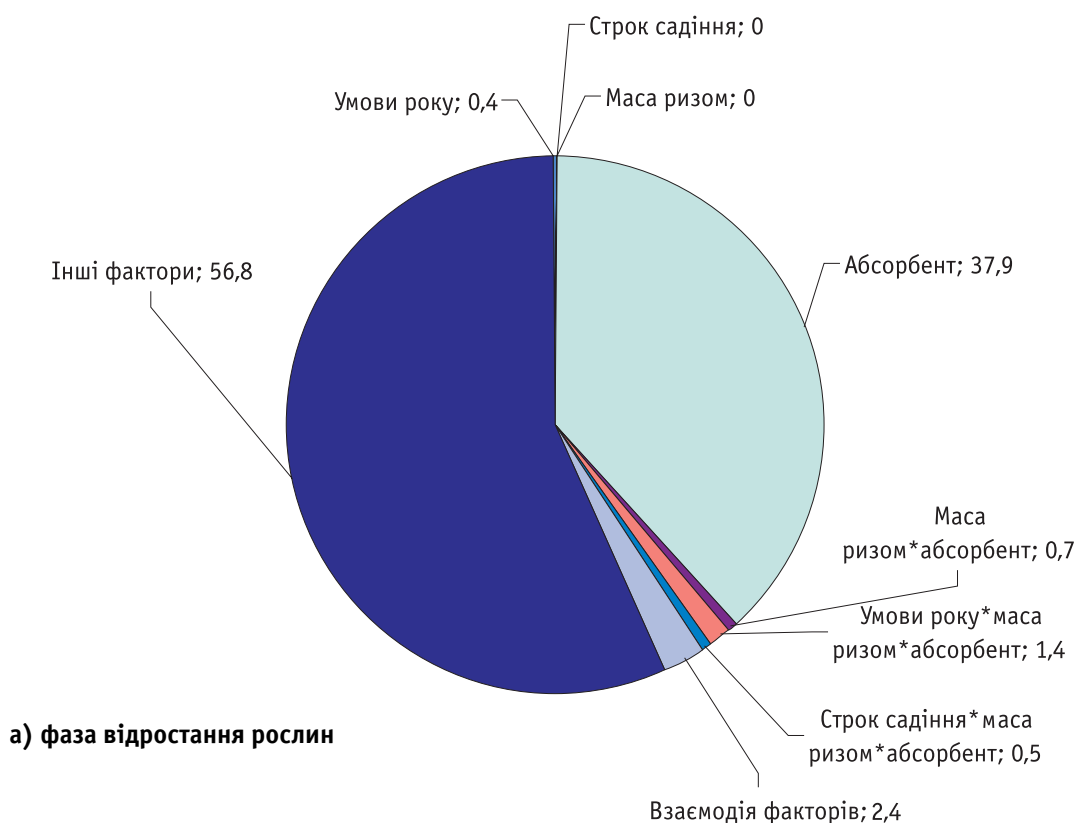
На збільшення площі листків частка впливу фактора «абсорбент» у середньому за трирічний період досліджень була значною і становила у фазах: повних сходів – 37,9%, кущіння – 69,9%, виходу в трубку – 34,8%, на період завершення вегетації – 24,6% (рисунк).

У всі фази росту й розвитку міскантусу на збільшення площі листків значно впливали й інші фактори – від 23,5% (фаза кущіння) до 56,8% (фаза повних сходів).

Кількість утворених пагонів міскантусу (кущіння) дуже важлива для отримання добре розвинутої наземної маси (врожая рослин), а також розгалуженої кореневої систе-

ми і, відповідно, – виходу садивного матеріалу. За трирічний період, в обох строках висаджування та в усі фази росту й розвитку рослин найбільше пагонів формувалося за використання абсорбенту. Так, у перший строк садіння малих ризом за спільного застосування гранул і гелю абсорбенту на період закінчення вегетації було сформовано 24,3 стебла, в контролі – 22,0 стебла. Аналогічні результати отримано й за другого строку.

Збільшення наземної маси – висоти рослин, площі листової поверхні та кількості стебел – сприяло підвищенню продуктивності фотосинтезу й впливало не лише на врожайність культури, а й на збільшення кореневої системи – виходу садивного матеріалу. Між цими показниками та масою кореневища виявлено прямі сильні кореляційні зв'язки. Так, за садіння ризом у перший (ранній) строк у контролі – без застосування абсорбенту, коефіцієнт кореляції між масою кореневища й висотою рослин становив 0,91, між масою кореневища і площею листків – 1,0, між масою кореневища й кількістю листків на рослині – 0,81, між масою кореневища і кількістю бруньок на ньому – 0,90.



У разі вирощування садивного матеріалу в перший (ранній) строк за сумісного застосування гранул і гелю абсорбенту також встановлено сильні кореляційні зв'язки між масою кореневища та біометричними показниками наземної маси рослин міскантусу. Зокрема, коефіцієнт кореляції між масою

кореневища й висотою рослин становив 0,89, масою кореневища і площею листків – 0,97, масою кореневища і кількістю листків на рослині – 0,61, масою кореневища і кількістю бруньок на ньому – 1,00.

Порівняльний аналіз коефіцієнтів кореляції між масою кореневища та біометрич-

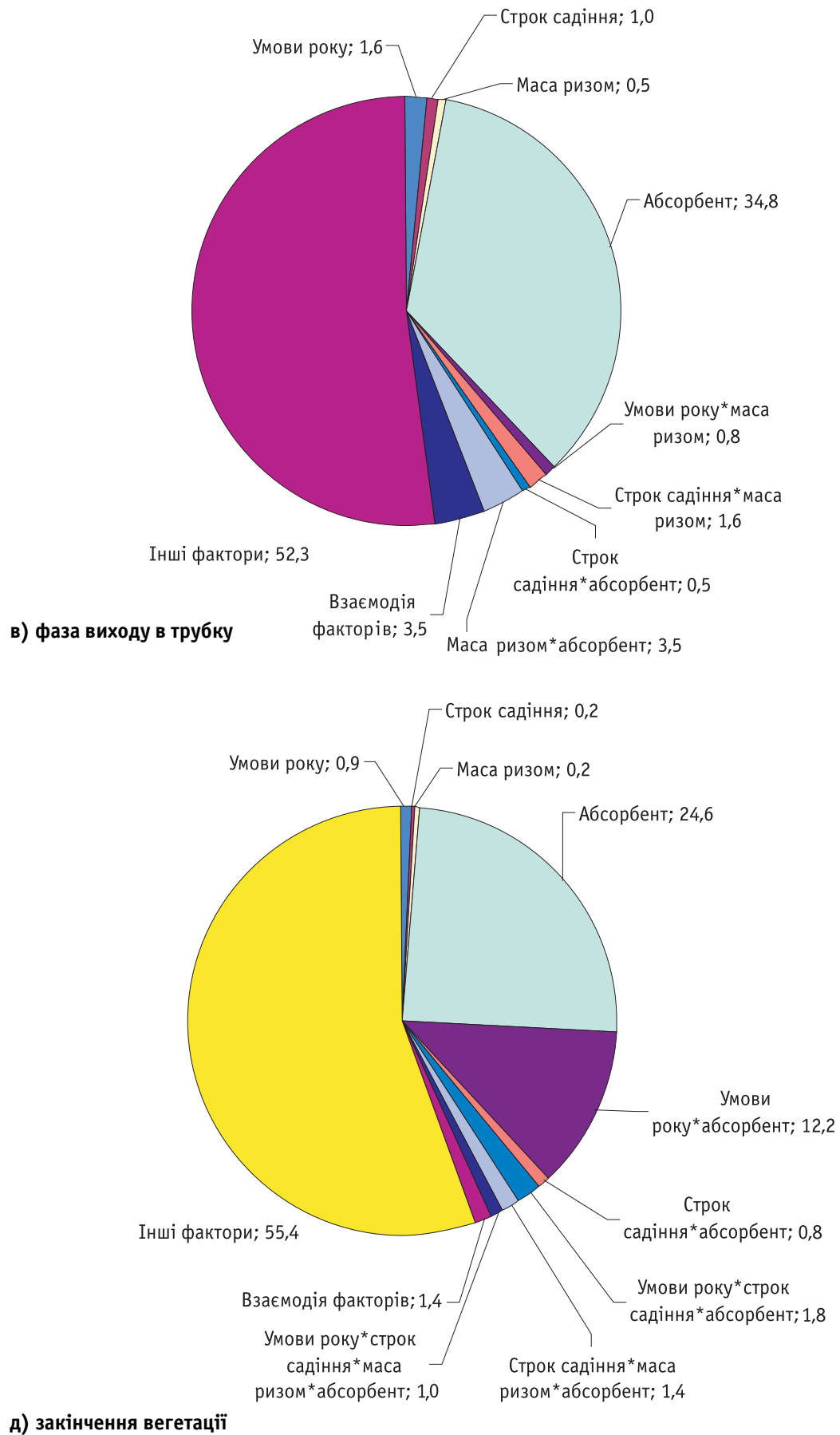


Рис. Частка впливу факторів на площу листків рослин, % (середнє за 2015–2017 рр.)

ними показниками наземної маси рослин (їх висота, кількість листків, площа листової поверхні) і кількістю бруньок на кореневищі залежно від застосування агрозаходів виявив, що як у контролі – без абсорбенту, так і з ним істотної різниці між коефіцієнтами не зафіксовано. Кореляційні зв'язки – прямі сильні, а мінливість коефіцієнтів кореляції була незначною. Аналогічні результати отримано й за садіння ризом у другий строк.

Збільшення наземної маси сприяло підвищенню наростання маси кореневища, а відповідно й виходу садивного матеріалу – ризом. За спільного використання гранул і гелю абсорбенту найінтенсивніше збільшувалася наземна маса міскантусу і, відповідно, найбільшою була маса кореневища – у перший строк садіння малих ризом удвічі більша, ніж у контролі – 1090,5 г, за садіння великих ризом – у 2,4 раза та 1763,9 г відповідно. Аналогічні результати отримано за висаджування міскантусу в другий строк. За спільного застосування гранул і гелю абсорбенту маса кореневища збільшилася за висаджування малих ризом у 1,9, великих – у 2,1 раза порівняно з контролем.

### Висновки

Застосування абсорбенту в період садіння ризом забезпечило істотне підвищення їх приживлюваності, збільшення висоти рослин, площі листків і кількості стебел за обох строків висаджування.

Приріст висоти рослин, площі листків і кількості стебел залежав як від використання абсорбенту, так і від строків висаджування ризом та їх величини. Наростання наземної маси сприяло підвищенню продуктивності фотосинтезу і впливало на збільшення кореневої системи – виходу садивного матеріалу.

Між інтенсивністю наростання наземної маси – висотою рослин, кількістю листків, площею листової поверхні та кількістю бруньок – виявлено прямі сильні кореляційні зв'язки. Коефіцієнти кореляції становили: між висотою рослин і масою кореневища 0,85–0,91, між площею листків і масою кореневища 0,97–1,0, між кількістю листків на рослині і масою кореневища 0,61–0,81 та між кількістю бруньок і масою кореневища 0,90–1,0.

У всіх фазах розвитку рослин збільшення маси кореневища було інтенсивнішим за використання абсорбенту за обох строків висаджування ризом, порівняно з контролем. Спільне використання гранул і гелю абсорбенту забезпечило формування найбільшої маси кореневища, яка в перший строк садіння малих ризом була вдвічі більшою, ніж

у контролі – 1090,5 г, за садіння великих ризом – відповідно в 2,4 раза та 1763,9 г. Аналогічні результати отримано і в другий строк садіння міскантусу.

### Використана література

1. Рахметов Д. Б. Теоретичні та прикладні аспекти інтродукції рослин в Україні. Київ: Аграр Медіа Груп, 2011. 398 с.
2. Chou C. H. *Miscanthus* plants used as an alternative biofuel material: the basic studies on ecology and molecular evolution. *Renewable Energy*. 2009. Vol. 34, No. 8. P. 1908–1912. doi: 10.1016/j.renene.2008.12.027
3. Christian D. G., Riche A. B., Yates N. E. Growth, yield and mineral content of *Miscanthus × giganteus* grown as a biofuel for 14 successive harvests. *Industr. Crops Prod.* 2008. Vol. 28, Iss. 3. P. 320–327. doi: 10.1016/j.indcrop.2008.02.009
4. Коцар М. О., Бех Н. С. Моніторинг видів міскантусу на посухостійкість з використанням біотехнологічних методів. *Наук. праці Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків*: зб. наук. пр. Київ, 2013. Вип. 17, Т. 2. С. 233–236.
5. Griffiths M. *Index of Garden Plant*. Oregon: Timber Press, 1994. 1234 p.
6. Курило В. Л., Гументик М. Я., Квак В. М. Міскантус – перспективна енергетична культура для виробництва біопалива. *Агробіологія*: зб. наук. пр. Біла Церква, 2010. Вип. 4. С. 62–66.
7. Курило В. Л., Ганженко О. М., Гументик М. Я. та ін. Методичні рекомендації з проведення передсадильного обробітку ґрунту і садіння ризомів міскантусу. Київ, 2012. 21 с.
8. Гументик М. Я. Схожість міскантусу залежно від варіювання глибини садіння ризомів. *Наук. праці Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків*: зб. наук. пр. Київ, 2011. Вип. 12. С. 55–61.
9. Квак В. М. Вплив строків садіння та глибини загортання ризом міскантусу на його польову схожість. *Цукрові буряки*. 2012. № 6. С. 15–17.
10. Квак В. М. Ріст, розвиток і продуктивність міскантусу за різних норм добрив. *Наук. праці Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків*: зб. наук. пр. Київ, 2012. Вип. 14. С. 548–551.
11. Зінченко О. В. Оцінка впливу регуляторів росту рослин на інтенсивність фотосинтезу, приживаність, морфологічні показники міскантусу гугантеусу. *Наук. праці Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків*: зб. наук. пр. Київ, 2013. Вип. 19. С. 47–51.
12. Макух Я. П., Ременюк С. О. Ефективність дії гербіцидів у посівах міскантусу першого року життя. *Карантин і захист рослин*. 2016. № 2–3. С. 24–26.
13. Методика проведення досліджень у буряківництві / за ред. М. В. Роїка, Н. Г. Гізбулліна. Київ: ФОРМ Корзун Д. Ю., 2014. 374 с.
14. 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.
15. Fisher R. A. *Statistical methods for research workers*. New Delhi: Cosmo Publications, 2006. 354 p.

### References

1. Rakhmetov, D. B. (2011). *Teoretychni ta prykladni aspekty introdukciji roslyn v Ukraini* [Theoretical and practical aspects of plant introduction in Ukraine]. Kyiv: Ahrar Media Hrup. [in Ukrainian]
2. Chou, C. H. (2009). *Miscanthus* plants used as an alternative biofuel material: the basic studies on ecology and molecular evolution. *Renewable Energy*, 34(8), 1908–1912. doi: 10.1016/j.renene.2008.12.027
3. Christian, D. G., Riche, A. B., & Yates, N. E. (2008). Growth, yield and mineral content of *Miscanthus × giganteus* grown as a biofuel for 14 successive harvests. *Industr. Crops Prod.*, 28(3), 320–327. doi: 10.1016/j.indcrop.2008.02.009



4. Kotsar, M. O., & Bekh, N. S. (2013). Monitoring of miscanthus varieties for drought resistance using biotechnological methods. *Nauk. praci Inst. bioenerg. kul't. cukrov. burâkiv* [Scientific papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet], 17(2), 233–236. [in Ukrainian]
6. Kurylo, V. L., Humentyk, M. Ya., & Kvak, V. M. (2010). Miscanthus is a promising energy crop for biofuel production. *Agrobiologîâ* [Agrobiology], 4, 62–66. [in Ukrainian]
7. Kurylo, V. L., Hanzhenko, O. M., Humentyk, M. Ya, Kvak, V. M., Zamoiskyi, O. I., & Zykov, P. Yu. (2012). *Metodychni rekomendatsii z provedennia peredsadylnoho obrobittu gruntu i sadinnia ryzomiv miskantusu* [Guidelines for preplanting tillage and miscanthus rhizome planting]. Kyiv: N.p. [in Ukrainian]
8. Humentyk, M. Ya. (2011). Germination ability of miscanthus depending on variations of rhizomes planting depth. *Nauk. praci Inst. bioenerg. kul't. cukrov. burâkiv* [Scientific papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet], 12, 55–61. [in Ukrainian]
9. Kvak, V. M. (2012). Influence of rhizome planting time and the depth of placement on its field germination. *Tsukrovi buriaki* [Sugar beet], 6, 15–17. [in Ukrainian]
10. Kvak, V. M. (2012). Growth, development and productivity of miscanthus at different norms of fertilizer. *Nauk. praci Inst. bioenerg. kul't. cukrov. burâkiv* [Scientific papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet], 14, 548–551. [in Ukrainian]
11. Zinchenko, O. V. (2013). Assessment of influence of plant growth regulators of photosynthesis intensity, survivability, morphological characteristics of miscanthus giganteus. *Nauk. praci Inst. bioenerg. kul't. cukrov. burâkiv* [Scientific papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet], 19, 47–51. [in Ukrainian]
12. Makukh, Ya. P., & Remeniuk, S. O. (2016). Effectiveness of herbicides in miscanthus plantings of the first year of life. *Karantin i zahist roslin* [Quarantine and Plant Protection], 2–3, 24–26. [in Ukrainian]
13. Roik, M. V., & Hizbullin, N. H. (Eds.). (2014). *Metodyka provedennia doslidzhen u buriakivnytstvi* [Methods of study management in sugar beet growing]. Kyiv: FOP Korzun D. Yu. [in Ukrainian]
14. Koval'chuk, V. P., Vasil'ev, V. G., Boyko, L. V., & Zosimov, V. D. (2010). *Sbornik metodov issledovaniya pochv i rastenyi* [Collected methods for soils and plants investigation]. Kiev: Trud-GriPol-XXI vik. [in Ukrainian]
15. Fisher, R. A. (2006). *Statistical methods for research workers*. New Delhi: Cosmo Publications.

УДК 633.63: 631. 531.12

**Доронин В. А.\*, Дрыга В. В., Кравченко Ю. А., Доронин В. В.** Особенности формирования посадочного материала мискантуса гигантского в зависимости от элементов технологии выращивания // *Plant Varieties Studying and Protection*. 2017. Т. 13, № 4. С. 351–360. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.13.4.2017.117728>

*Институт биоэнергетических культур и сахарной свеклы НААН Украины, ул. Клиническая, 25, г. Киев, 03110, Украина, e-mail: vladimir.doronin@tdn.org.ua*

**Цель.** Выявить биологические особенности роста и развития растений и формирования посадочного материала мискантуса гигантского в зависимости от элементов технологии выращивания. **Методы.** Полевой, лабораторный, визуальный, измерительно-весовой и математико-статистический. **Результаты.** Исследованы особенности роста и развития биоэнергетической культуры мискантуса, формирования посадочного материала в зависимости от комплексного применения элементов технологии, а именно: сроков посадки, массы ризом, а также гранул и геля абсорбента MaxiMapin в период посадки. Установлено, что прирост высоты растений, увеличение площади листьев и формирование стеблей мискантуса зависели как от сроков посадки ризом, их величины, так и от применения абсорбента. За трёхлетний период прирост высоты растений был более интенсивным, а площадь листовой поверхности – наибольшей при применении абсорбента по сравнению с контролем во всех фазах развития и при обоих сроках посадки независимо от массы ризом. В среднем наибольшей – 1905,9 см<sup>3</sup> – площадь листовой поверхности была на период окончания вегетации при втором сроке посадки крупных ризом при совместном использовании гранул и геля абсорбента. Увеличение наземной массы за счет высоты растений, площади листовой поверхности и количества стеблей способствовало повышению продуктивности фотосинтеза и влияло не только на урожайность культуры, но и на увеличение корневой системы выхода посадочного материала мискантуса. Установлены прямые сильные

корреляционные связи между этими показателями и массой корневища. С нарастанием наземной массы увеличивалась масса корневища и, соответственно, выход посадочного материала – ризом. При совместном внесении гранул и использовании геля абсорбента прирост наземной массы был наиболее интенсивным и, соответственно, наибольшей была масса корневища: при первом сроке посадки малых ризом – вдвое, при посадке больших ризом – в 2,4 раза больше, чем на контроле и составляла 1090,5 г, при посадке малых ризом – 2,4 раза и 1763,9 г соответственно. При втором сроке совместное использование гранул и геля абсорбента обеспечило увеличение массы корневища при посадке малых ризом в 1,9 раза, больших – в 2,1 раза по сравнению с контролем. **Выводы.** Между интенсивностью нарастания наземной массы – высотой растений, количеством листьев, площадью листовой поверхности, количеством почек и массой корневища выявлены прямые сильные корреляционные связи. Нарастание наземной массы растений способствовало увеличению корневой системы – выходу посадочного материала. Во всех фазах развития растений нарастание массы корневища было интенсивнее при использовании абсорбента, независимо от сроков посадки ризом, по сравнению с контролем. Совместное использование гранул и геля абсорбента обеспечило формирование наибольшей массы корневища.

**Ключевые слова:** *Miscanthus giganteus*, высота растений, площадь и количество листьев, масса корневища, коэффициент корреляции, ризом.

UDC 633.63: 631. 531.12

**Doronin, V. A.\***, **Dryha, V. V.**, **Kravchenko, Yu. A.**, & **Doronin, V. V.** (2017). Features of formation of *Miscanthus giganteus* planting material depending on cultivation technology elements. *Plant Varieties Studying and Protection*, 13(4), 351–360. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.13.4.2017.117728>

*Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of NAAS of Ukraine, 25 Klinichna Str., Kyiv, 03110, Ukraine, \*e-mail: vladimir.doronin@tdn.org.ua*

**Purpose.** To establish biological features of plants growth and development and the formation of *Miscanthus giganteus* planting material depending on the cultivation technology elements. **Methods.** Field, laboratory, visual, weight measuring, mathematical and statistical ones. **Results.** The features of the growth and development of the miscanthus bioenergy crop were investigated including the formation of planting material depending on the combined technology elements application during the planting time, namely: planting time, rhizome mass, the granules and the MaxiMarin absorbent gel. It was established that the increase in plant height and leaf area as well as the miscanthus stems formation was depended on both the rhizome planting time, their size, and the use of the absorbent. During three-year period, increase in plant height was more intensive and leaf area was largest in case of the absorbent application, as compared to the control during all phases of the development for the first and the second planting time regardless of rhizome mass. On the average, the largest leaf area – 1905,9 cm<sup>2</sup> – was in the final stage of vegetation in the context of the second planting time for large rhizomes and application of granules and absorbent gel jointly. Increasing the ground mass due to plant height, leaf area and the number of stems benefited the photosynthesis productivity intensity, that influenced the root system increase, and consequently the output of the miscanthus planting material. It was found that there are direct strong correlation between these indi-

ces and the rhizome mass. Ground mass growing is contributed to the increase in the rhizome mass, and accordingly the output of the planting material – rhizome. In case of application of granules and absorbent gel jointly, the ground mass of the miscanthus was growing most intensively and accordingly the rhizome mass was the largest, which in the first year of small rhizomes planting was twice as much as compared to the control and was equal to 1090.5 g, for large rhizomes planting this index was respectively 2.4 times more and equal to 1763.9 g. During the second planting time, the application of granules and absorbent gel jointly resulted in the rhizomes mass increase for small rhizomes planting 1.9, large rhizomes – 2.1 times more as compared to the control. **Conclusions.** Direct strong correlations were established between the intensity of the ground mass growth – the height of plants, the number of leaves, leaf area, the number of buds and the rhizome mass. The growth of the ground mass of plants was contributed to the increase of the root system, and consequently the output of planting material. In all stages of plant development, the increase of the rhizome mass was more intensive in case of the absorbent application regardless the time of rhizome planting, as compared to the control. The application of granules and absorbent jointly allowed to form the largest rhizome mass.

**Keywords:** *Miscanthus giganteus*, plant height, leaf area and number of leaves, rhizome mass, correlation coefficient, rhizome.

Надійшла / Received 19.10.2017  
Погоджено до друку / Accepted 22.11.2017