

the third grade – 2.2–11.7 %. The highest yield of raw materials of the first grade was in Virginia 27 and Brave 200 varieties at a plant density of 48 thousand units/ha, and the lowest in Burley 38 and Virginia 202 – 58.6 % and 59.8 %, respectively, at a planting density of 57 thousand units /Ha. The yield of tobacco seeds increased with an increase in the density of plantations. The varieties Virginia 202, Virginia 27 and Ternopilskiy 14 were characterized by high seed yield.

Key words: *tobacco, *Nicotiana tabacum* L., tobacco raw materials, planting density, placement scheme, Virginia 27, Virginia 202, Bravyu 200, Ternopilskiy 14, Berley 38, Berley 46.*

**УДК: 581.192: [633.39:631.526.2:631.547
DOI: 10.32782/2415-8240-2023-103-1-216-224**

ХІМІЧНА СКЛАДОВА ВЕГЕТАТИВНОЇ МАСИ РІЗНИХ ВИДІВ МІСКАНТУСУ В РІЗНІ ФАЗИ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ РОСЛИН

В. О. ГРИЩЕНКО, здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти (доктор філософії)

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України

Встановлено, що лише вміст сірки у рослинах міскантусу достовірно знижується від відростання до фази повної стиглості рослин. Вміст азоту, фосфору, калію, мангану, заліза, цинку, свинцю і хлору майже однаковий упродовж усіх фаз росту рослин міскантусу. Крім цього, вміст азоту, фосфору, сірки, свинцю і хлору майже однаковий у листках і стеблах видів міскантусу. Вміст мангану, заліза, цинку та калію в листках достовірно вищий порівняно з стеблами.

Ключові слова: *міскантус, мінеральні елементи, листки, стебло, фаза росту, вегетаційний період.*

Вступ. Лігноцелюозна біомаса представляє великий інтерес як альтернативний енергетичний ресурс, оскільки вона має низку переваг [1]. Міскантус є цінною лігноцелюозною сировиною, оскільки вона поєднує високу врожайність біомаси з низьким впливом на навколишнє середовище. Хімічний склад лігноцелюози визначає потенціал застосування для ефективної промислової переробки [2]. Викопне паливо є невідновлюваним джерелом енергії, яке має вирішальне значення для глобального розвитку і, ймовірно, воно буде вичерпано впродовж наступних 40–50 років [3]. Важливо розвивати альтернативні джерела енергії, щоб замінити ресурси викопного палива, зменшити викиди парникових газів і зменшити антропогенне навантаження на навколишнє середовище [4]. Нині лігноцелюозна біомаса оцінюється в майже 25 % світового енергопостачання [5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Багаторічні рослини з C₄-типом фотосинтезу вважаються особливо перспективною альтернативною

сировиною через їхню вищу фотосинтетичну здатність, високу врожайність і продуктивне використання азоту та води порівняно з рослинами C₃-типом [6]. При цьому міскантус вважається одним із найперспективніших, оскільки він здатний використовувати ресурси навколишнього природного середовища ефективніше, ніж рослини C₄ фотосинтезу [7]. Використання міскантусу як джерела вуглецю може замінити викопне паливо без серйозної шкоди для навколишнього природного середовища [8]. У Китаї міскантус уже став необхідною культурою для розвитку біоенергетики [9]. У Великобританії міскантус – біоенергетична сировина завдяки високій врожайності (8–32 т/га) та виходу енергії (140–560 ГДж/га) порівняно з іншою сировиною [10]. Вважається [11], що міскантус здатний скоротити і, в перспективі, замінити деревину в промисловості, оскільки містить значно менше сірки і хлору.

Хімічний склад різних видів міскантусу нині активно вивчається [12, 13]. Крім цього, досліджується взаємозв'язок між хімічним складом і віком посівів, ґрунтово-кліматичними умовами, строками збирання вегетативної маси [14]. У дослідженнях не встановлено тенденцій щодо впливу строку збирання міскантусу на хімічний склад вегетативної маси [15]. Незважаючи на те, що міскантус інтенсивно використовується для виробництва біопалива, відсутні результати повного хімічного складу вегетативної маси рослин. Це дослідження розширить знання про вміст мінеральних елементів у рослинах міскантусу впродовж вегетаційного періоду для правобережного Лісостепу.

Мета статті – визначити вміст мінеральних елементів у рослинах (листки, стебло) різних видів міскантусу впродовж вегетаційного періоду.

Методика досліджень. Дослідження проводили упродовж 2018–2020 рр. з міскантусом гігантським (*Miscanthus giganteus* J. M. Greef), міскантусом цукроквітковим (*Miscanthus sacchariflorus* (Maxim.) Hack.) і міскантусом китайським (*Miscanthus sinensis* Andersson) на Ялтушківській дослідно-селекційній Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. Дослідна станція розташована в Західному Лісостепу України. Ґрунт – сірий опідзолений. Вміст гумус становить 1,87 %, сполук азоту, що легко гідролізуються – 81 мг/кг ґрунту, рухомих сполук фосфору та калію відповідно 139 і 118 мг/кг ґрунту.

Попередником для вирощування біоенергетичних культур була пшениця озима. Досліди закладалися відповідно до методик вирощування енергетичних культур [16]. Відбір зразків проводили під час відростання кущіння виходу в трубку викидання волоті цвітіння і повної стиглості рослин. У відібраних зразках вміст загальних форм азоту, фосфору, калію визначали методом мокрого озолення за МВВ 31-497058-019-2005. Вміст мікроелементів визначали у зразках, які відбирали у липні методом атомно-абсорбційної спектроскопії,

Для статистичної обробки результатів досліджень і визначення достовірності одержаних експериментальних даних використовували дисперсійний аналіз.

Результати досліджень. Результати досліджень свідчать, що вміст азоту в рослинах міскантусу гігантського був достовірно вищим порівняно з іншими

видами (табл. 1).

Табл. 1. Динаміка вмісту макроелементів у рослинах різних видів міскантусу (2018–2020 рр.), %

Вид	Фаза росту рослин						
	Орган рослини	Відростання	Кущіння	Вихід у трубку	Викидання волоті	Цвітіння	Повна стиглість
Азот							
М. гігантський	Листки	0,22	0,23	0,24	0,24	0,23	0,23
	Стебло	0,24	0,25	0,25	0,24	0,25	0,25
М. цукроцвітковий	Листки	0,21	0,22	0,22	0,23	0,23	0,22
	Стебло	0,21	0,22	0,22	0,23	0,23	0,22
М. китайський	Листки	0,19	0,20	0,20	0,21	0,21	0,21
	Стебло	0,18	0,19	0,21	0,21	0,22	0,22
<i>НІР₀₅</i>	<i>Листки</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>
	<i>Стебло</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>
Фосфор							
М. гігантський	Листки	0,60	0,61	0,62	0,62	0,61	0,61
	Стебло	0,61	0,61	0,62	0,63	0,63	0,62
М. цукроцвітковий	Листки	0,58	0,59	0,59	0,60	0,61	0,61
	Стебло	0,60	0,60	0,61	0,61	0,61	0,62
М. китайський	Листки	0,58	0,58	0,59	0,60	0,60	0,61
	Стебло	0,60	0,60	0,61	0,62	0,62	0,62
<i>НІР₀₅</i>	<i>Листки</i>	<i>0,03</i>	<i>0,03</i>	<i>0,03</i>	<i>0,03</i>	<i>0,03</i>	<i>0,03</i>
	<i>Стебло</i>	<i>0,03</i>	<i>0,03</i>	<i>0,03</i>	<i>0,03</i>	<i>0,03</i>	<i>0,03</i>
Калій							
М. гігантський	Листки	1,98	1,99	1,99	1,99	1,96	1,95
	Стебло	1,80	1,85	1,88	1,88	1,86	1,85
М. цукроцвітковий	Листки	1,96	1,97	1,97	1,96	1,95	1,94
	Стебло	1,80	1,83	1,85	1,88	1,86	1,86
М. китайський	Листки	1,95	1,95	1,95	1,95	1,94	1,93
	Стебло	1,79	1,80	1,82	1,83	1,81	1,80
<i>НІР₀₅</i>	<i>Листки</i>	<i>0,09</i>	<i>0,09</i>	<i>0,09</i>	<i>0,09</i>	<i>0,09</i>	<i>0,09</i>
	<i>Стебло</i>	<i>0,08</i>	<i>0,08</i>	<i>0,08</i>	<i>0,08</i>	<i>0,08</i>	<i>0,08</i>

Необхідно відзначити, що вміст азоту був майже однаковим у стеблах і листках досліджених видів міскантусу. Вміст азоту в рослинах міскантусу цукроцвіткового був на рівні 0,21–0,23 %, а в міскантусу китайського – на рівні 0,18–0,22 %. Крім цього, лише в міскантусу китайського вміст азоту в рослинах достовірно зростав до повної стиглості. У рослинах міскантусу гігантського та цукроцвіткового цей показник змінювався не істотно.

Вміст фосфору в рослинах міскантусу був майже однаковим у стеблах і

листках та достовірно не змінювався упродовж вегетаційного періоду. Так, вміст фосфору змінювався від 0,58 до 0,63 % залежно від варіанту досліду. Вміст калію у листках видів міскантусу був достовірно вищим порівняно з стеблами. Так, цей показник у стеблах був на рівні 1,93–1,99 %, а в листках – 1,79–1,88 % або більше на 6–8 %. Упродовж вегетаційного періоду вміст калію також змінювався не достовірно.

Вміст мангану та заліза в листках достовірно відрізнявся від їх вмісту в стеблах (табл. 2).

Табл. 2. Динаміка вмісту мангану, заліза та сірки у рослинах різних видів міскантусу (2018–2020 рр.), %

Вид	Фаза росту рослин						
	Орган рослини	Відростання	Кущіння	Вихід у трубку	Викидання волоті	Цвітіння	Повна стиглість
Манган							
М. гігантський	Листки	1,96	1,95	1,96	1,96	1,97	1,97
	Стебло	0,92	0,92	0,92	0,92	0,93	0,92
М. цукроцвітковий	Листки	1,87	1,85	1,86	1,87	1,87	1,86
	Стебло	0,91	0,89	0,90	0,91	0,90	0,90
М. китайський	Листки	1,90	1,91	1,92	1,93	1,93	1,91
	Стебло	0,92	0,90	0,91	0,92	0,91	0,90
<i>НІР₀₅</i>	<i>Листки</i>	<i>0,09</i>	<i>0,09</i>	<i>0,09</i>	<i>0,09</i>	<i>0,09</i>	<i>0,09</i>
	<i>Стебло</i>	<i>0,04</i>	<i>0,04</i>	<i>0,04</i>	<i>0,04</i>	<i>0,04</i>	<i>0,04</i>
Залізо							
М. гігантський	Листки	1,18	1,19	1,19	1,20	1,20	1,20
	Стебло	0,13	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11
М. цукроцвітковий	Листки	1,17	1,17	1,16	1,16	1,15	1,15
	Стебло	0,11	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11
М. китайський	Листки	1,19	1,19	1,18	1,18	1,19	1,19
	Стебло	0,12	0,12	0,13	0,12	0,12	0,12
<i>НІР₀₅</i>	<i>Листки</i>	<i>0,06</i>	<i>0,06</i>	<i>0,06</i>	<i>0,06</i>	<i>0,06</i>	<i>0,06</i>
	<i>Стебло</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>
Сірка							
М. гігантський	Листки	0,12	0,11	0,11	0,10	0,09	0,09
	Стебло	0,12	0,10	0,11	0,10	0,08	0,08
М. цукроцвітковий	Листки	0,11	0,11	0,10	0,10	0,08	0,07
	Стебло	0,13	0,13	0,12	0,09	0,08	0,07
М. китайський	Листки	0,11	0,11	0,11	0,10	0,08	0,07
	Стебло	0,10	0,10	0,08	0,07	0,07	0,06
<i>НІР₀₅</i>	<i>Листки</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>
	<i>Стебло</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>

Так, вміст мангану в листках видів міскантусу був у 2,1 раза вищим порівняно з стеблами. Вміст заліза у листках видів міскантусу був у 9,1–10,5 раза вищим порівняно з стеблами. Вміст сірки у листках від початку відростання до повної стиглості рослин міскантусу знижувався у 1,3–1,6 раза залежно від його виду. У стеблах цей показник знижувався у 1,5–1,9 раза.

Встановлено, що з досліджених мікроелементів вміст хлору був найнижчим – 0,016–0,022 % залежно від варіанту досліду (табл. 3).

Табл. 3. Динаміка вмісту цинку, свинцю і хлору в рослинах різних видів міскантусу (2018–2020 рр.), %

Вид	Фаза росту рослин						
	Орган рослини	Відростання	Кущіння	Вихід у трубку	Викидання волоті	Цвітіння	Повна стиглість
Цинк							
М. гігантський	Листки	0,22	0,21	0,19	0,20	0,20	0,21
	Стебло	0,11	0,10	0,10	0,11	0,10	0,10
М. цукроцвітковий	Листки	0,21	0,20	0,20	0,19	0,19	0,19
	Стебло	0,10	0,10	0,09	0,09	0,10	0,10
М. китайський	Листки	0,21	0,22	0,21	0,21	0,20	0,20
	Стебло	0,12	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10
<i>НІР₀₅</i>	<i>Листки</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>
	<i>Стебло</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>
Свинець							
М. гігантський	Листки	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11
	Стебло	0,13	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11
М. цукроцвітковий	Листки	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
	Стебло	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	0,11
М. китайський	Листки	0,10	0,11	0,10	0,10	0,10	0,09
	Стебло	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10
<i>НІР₀₅</i>	<i>Листки</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>
	<i>Стебло</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>
Хлор							
М. гігантський	Листки	0,020	0,022	0,021	0,021	0,020	0,020
	Стебло	0,018	0,019	0,019	0,019	0,018	0,017
М. цукроцвітковий	Листки	0,019	0,019	0,018	0,018	0,018	0,017
	Стебло	0,018	0,017	0,017	0,016	0,016	0,016
М. китайський	Листки	0,017	0,017	0,016	0,015	0,015	0,014
	Стебло	0,016	0,016	0,016	0,016	0,015	0,013
<i>НІР₀₅</i>	<i>Листки</i>	<i>0,001</i>	<i>0,001</i>	<i>0,001</i>	<i>0,001</i>	<i>0,001</i>	<i>0,001</i>
	<i>Стебло</i>	<i>0,001</i>	<i>0,001</i>	<i>0,001</i>	<i>0,001</i>	<i>0,001</i>	<i>0,001</i>

Вміст цинку в листках був у 1,8–2,1 раза вищим порівняно з його вмістом у стеблах. Необхідно відзначити, що лише вміст сірки у рослинах міскантусу достовірно знижувався до фази повної стиглості рослин. Вміст мангану, заліза, цинку, свинцю і хлору був майже однаковим упродовж усіх фаз росту рослин міскантусу. Крім цього, вміст сірки, свинцю і хлору мало змінювався залежно від органу рослини міскантусу.

Висновки. Встановлено, що лише вміст сірки у рослинах міскантусу достовірно знижується від відростання до фази повної стиглості рослин. Вміст азоту, фосфору, калію, мангану, заліза, цинку, свинцю і хлору майже однаковий упродовж усіх фаз росту рослин міскантусу. Крім цього, вміст азоту, фосфору, сірки, свинцю і хлору майже однаковий у листках і стеблах видів міскантусу. Вміст мангану, заліза, цинку та калію в листках достовірно вищий порівняно з стеблами. Визначено, що в рослинах міскантусу вміст азоту становить 0,18–0,25 %, фосфору – 0,58–0,63, сірки – 0,06–0,12, свинцю – 0,10–0,13, хлору – 0,013–0,022 % залежно від виду міскантусу. Вміст калію у листках становить 1,93–1,99 %, мангану – 1,85–1,97, заліза – 1,15–1,20, цинку – 0,19–0,22 %. У стеблах вміст калію становить 1,79–1,88 %, мангану – 0,89–0,93, заліза – 0,11–0,17, цинку – 0,10–0,12 % залежно від виду міскантусу.

Література:

1. Роїк М. В., Курило В. Л., Гументик М. Я. та ін. Ефективність вирощування високопродуктивних енергетичних культур. *Вісник ЛНАУ. Сер. : Агронія.* 2011. № 15(2). С. 2–3.
2. Хіврич О. Б., Квак В. М., Каськів В. В., Мамайсур В. В. Енергетичні рослини як альтернатива традиційним видам палива. *Агробіологія.* 2011. Вип. 6. С. 153–156.
3. Сухомуд О. Г., Любич В. В., Войтовська В. І. та ін. Перспективи використання крохмалевмісних культур для отримання біоетанолу. *Наукові праці Інституту цукрових буряків.* 2011. Вип. 12. С. 279–284.
4. Господаренко Г. М., Любич В. В., Листопад Ф. К. Вихід біоетанолу з урожаю зерна сортів пшениці м'якої залежно від видів, норм і строків застосування азотних добрив. *Вісник аграрної науки Причорномор'я.* 2017. Вип. 94. С. 74–85.
5. Роїк М. В., Сінченко В. М., Бондар С. В. та ін. Концепція розвитку біоенергетики в Україні до 2035 року. *Біоенергетика.* 2019. № 2. С. 4–9. doi: 10.47414/be.2.2019.229304
6. Davey C.L., Jones L.E., Squance M., Purdy S.J., Maddison A.L., Cunniff J., Donnison I., Clifton-Brown J. Radiation capture and conversion efficiencies of *Miscanthus sacchariflorus*, *M. sinensis* and their naturally occurring hybrid *M. × giganteus*. *Glob. Chang. Biol.* 2017. Vol. 9. P. 385–399.
7. Van der Crujisen K., Al Hassan M., van Erven G., Dolstra O., Trindade L.M. Breeding targets to improve biomass quality in *Miscanthus*. *Molecules.* 2021. Vol. 26. Article number 254.
8. Гументик М. Я., Квак В. М. Оптимізація елементів технології вирощування міскантусу в умовах західного Лісостепу. *Зб. наук. праць ВНАУ. Сер. : С.-г. науки.* Вінниця, 2012. Вип. 1. С. 168–173.

9. Turner W., Greetham D., Mos M., Squance M., Kam J., Du C. Exploring the Bioethanol Production Potential of Miscanthus Cultivars. *Appl. Sci.* 2021. Vol. 11. Article number 9949.
10. Shepherd A., Littleton E., Clifton-Brown J., Martin M., Hastings A. Projections of global and UK bioenergy potential from Miscanthus× giganteus—Feedstock yield, carbon cycling and electricity generation in the 21st century. *GCB Bioenergy.* 2020. Vol. 12. P. 287–305.
11. Adjuik T., Rodjom A.M., Miller K.E., Reza M.T.M., Davis S.C. Application of hydrochar, digestate, and synthetic fertilizer to a Miscanthus × giganteus crop: Implications for biomass and greenhouse gas emissions. *Appl. Sci.* 2020. Vol. 10. Article number 8953.
12. Allison G.G., Morris C., Clifton-Brown J., Lister S.J., Donnison I.S. Genotypic variation in cell wall composition in a diverse set of 244 accessions of Miscanthus. *Biomass Bioenergy.* 2011. Vol. 35. P. 4740–4747.
13. Lee W.C., Kuan W.C. Miscanthus as cellulosic biomass for bioethanol production. *Biotechnol. J.* 2015. Vol. 10. P. 840–854.
14. Гументик М. Я., Гончарук Г. С., Гументик В. М. Продуктивність біомаси міскантусу залежно від густоти садіння ризомів в умовах Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник.* 2020. № 16, Т. 1. С. 64–70. doi: 10.32851/2226-0099.2020.116.1.4
15. Wahid R., Nielsen S.F., Hernandez V.M., Ward A.J., Gislum R., Jørgensen U., Møller H.B. Methane production potential from Miscanthus sp.: Effect of harvesting time, genotypes and plant fractions. *Biosyst. Eng.* 2015. Vol. 133. P. 71–80.
16. Курило В., Ганженко О., Гументик М., Квак В. Методичні рекомендації з технології вирощування і перероблення міскантусу гігантського. Київ: Нітлан-ЛТД, 2015. 56 с.

References:

1. Roik, M. V., Kurylo, V. L. et al. (2011). Efficiency of growing highly productive energy crops. *Journal of Lviv National Agrarian University. Agronomy*, 2011, no. 15(2), pp. 2–3. (in Ukrainian).
2. Khivrych, O. B., Kvak, V. M., Kaskiv, V. V., Mamaisur, V. V. (2011). Energy plants as an alternative to traditional fuels. *Agrobiology*, 2011, no. 6, pp. 153–156. (in Ukrainian).
3. Sukhomud, O. G., Liubych, V. V., Voitovska, V. I., Bekh, N. S., Nediak, T. M. (2011). Prospects for the use of starch-containing crops to produce bioethanol. *Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, 2011, no. 12, pp. 279–284. (in Ukrainian).
4. Hospodarenko, H. M., Lyubich, V. V., Lystopad, F. K. (2017). Yield of bioethanol from grain yield of soft wheat varieties depending on the types, norms and terms of application of nitrogen fertilizers. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*, 2017, no. 94, pp. 74–85. (in Ukrainian).
5. Roik, M. V., Sinchenko, V. M., Bondar, S. V., Fursa, A. V., Humentyk, V. M. (2019). Concept for development of Ukraine’s bioenergy until 2035. *Bioenergy*, 2019, no. 2, pp. 4–9. doi: 10.47414/be.2.2019.229304. (in Ukrainian).
6. Davey, C. L., Jones, L. E., Squance, M., Purdy, S. J., Maddison, A. L., Cunniff, J., Donnison, I., Clifton-Brown, J. (2017). Radiation capture and conversion

efficiencies of *Miscanthus sacchariflorus*, *M. sinensis* and their naturally occurring hybrid *M. × giganteus*. *Glob. Chang. Biol.*, 2017, no. 9, pp. 385–399.

7. Van der Cruisen, K., Al Hassan, M., van Erven, G., Dolstra, O., Trindade, L. M. (2021). Breeding targets to improve biomass quality in *Miscanthus*. *Molecules*, 2021, no. 26, pp. 254. (in Ukrainian).

8. Humentyk, M. Ya., Kvak, V. M. (2012). Optimization of elements of technology of cultivation of miscanthus in the conditions of the western Forest-Steppe. *Proceedings of VNAU. Series of Agricultural Science*, 2012, no. 1, pp. 168–173. (in Ukrainian).

9. Turner, W., Greetham, D., Mos, M., Squance, M., Kam, J., Du, C. (2021). Exploring the Bioethanol Production Potential of *Miscanthus* Cultivars. *Appl. Sci.*, 2021, no. 11, pp. 9949.

10. Shepherd, A., Littleton, E., Clifton-Brown, J., Martin, M., Hastings, A. (2020). Projections of global and UK bioenergy potential from *Miscanthus × giganteus*—Feedstock yield, carbon cycling and electricity generation in the 21st century. *GCB Bioenergy*, 2020, no. 12, pp. 287–305.

11. Adjuik, T., Rodjom, A. M., Miller, K. E., Reza, M. T. M., Davis, S. C. (2020). Application of hydrochar, digestate, and synthetic fertilizer to a *Miscanthus × giganteus* crop: Implications for biomass and greenhouse gas emissions. *Appl. Sci.*, 2020, no. 10, pp. 8953.

12. Allison, G. G., Morris, C., Clifton-Brown, J., Lister, S. J., Donnison, I. S. (2011). Genotypic variation in cell wall composition in a diverse set of 244 accessions of *Miscanthus*. *Biomass Bioenergy*, 2011, no. 35, pp. 4740–4747.

13. Lee, W. C., Kuan, W. C. (2015). *Miscanthus* as cellulosic biomass for bioethanol production. *Biotechnol. J.*, 2015, no. 10, pp. 840–854.

14. Gumentyk, M. Ya., Honcharuk, G. S., Gumentyk, V. M. (2020). Productivity of miscanthus biomass depending on planting density and rhizome mass in the Forest-Steppe of Ukraine. *Tavria Scientific Bulletin*, 2020, no. 16(1), pp. 64–70. doi: 10.32851/2226-0099.2020.116.1.4. (in Ukrainian).

15. Wahid, R., Nielsen, S. F., Hernandez, V. M., Ward, A. J., Gislum, R., Jørgensen, U., Møller, H. B. (2015). Methane production potential from *Miscanthus* sp.: Effect of harvesting time, genotypes and plant fractions. *Biosyst. Eng.*, 2015, no. 133, pp. 71–80.

16. Kurylo, V., Hanzhenko, O., Humentyk, M., Kvak, V. (2015). Methodical recommendations on the technology of growing and processing giant miscanthus. Kyiv: Nitlan-LTD, 2015. 56 p. (in Ukrainian).

Annotation

Hryshchenko V. O.

The chemical composition of the vegetative mass of different types of miscanthus in different phases of plant growth and development

Introduction. *Miscanthus* is a lignocellulosic feedstock of particular interest because it combines high biomass yields with low environmental impact. The chemical composition of lignocellulose determines the application potential for effective industrial processing.

Goal. To determine the content of mineral elements in plants (leaves, stem) of different types of miscanthus during the growing season.

Methods. Laboratory, chemical, analytical, analysis, statistical.

The results. *the nitrogen content in giant miscanthus plants was significantly higher compared to other species. It should be noted that the nitrogen content was almost the same in the stems and leaves of the studied miscanthus species. The nitrogen content in the plants of miscanthus sugarflower was at the level of 0.21–0.23 %, and in the Chinese miscanthus – at the level of 0.18–0.22 %. In addition, only in Chinese miscanthus did the nitrogen content in plants reliably increase until full maturity. In plants of giant miscanthus and sugar-flowered miscanthus, this indicator did not change significantly. Phosphorus content in miscanthus plants was almost the same in stems and leaves and did not reliably change during the growing season. Thus, the phosphorus content varied from 0.58 to 0.63 %, depending on the variant of the experiment. The content of potassium in the leaves of miscanthus species was significantly higher compared to the stems. Thus, this indicator in the stems was at the level of 1.93–1.99 %, and in the leaves – 1.79–1.88 % or more by 6–8 %. During the growing season, the potassium content also changed unreliably. The content of manganese and iron in the leaves was significantly different from their content in the stems. Thus, the manganese content in the leaves of miscanthus species was 2.1 times higher compared to the stems. The iron content in the leaves of miscanthus species was 9.1–10.5 times higher than in the stems. Sulfur content in leaves from the beginning of regrowth to full maturity of miscanthus plants decreased by 1.3–1.6 times, depending on its species. In stems, this indicator decreased by 1.5–1.9 times.*

Conclusions. *It was established that only the sulfur content in miscanthus plants reliably decreases from the regrowth to the phase of full maturity of the plants. The content of nitrogen, phosphorus, potassium, manganese, iron, zinc, lead and chlorine is almost the same during all phases of miscanthus plant growth. In addition, the content of nitrogen, phosphorus, sulfur, lead and chlorine is almost the same in the leaves and stems of miscanthus species. The content of manganese, iron, zinc and potassium in the leaves is significantly higher compared to the stems. It was determined that the content of nitrogen in miscanthus plants is 0.18–0.25 %, phosphorus – 0.58–0.63, sulfur – 0.06–0.12, lead – 0.10–0.13, chlorine – 0.013–0.022 % depending on the type of miscanthus. The content of potassium in the leaves is 1.93–1.99 %, manganese – 1.85–1.97, iron – 1.15–1.20, zinc – 0.19–0.22 %. The stems contain 1.79–1.88 % potassium, 0.89–0.93 % manganese, 0.11–0.17 % iron, and 0.10–0.12 % zinc, depending on the type of miscanthus.*

Key words: *miscanthus, mineral elements, leaves, stem, growth phase, growing season.*