

UDC 633.34:631.54

Baida, M. P. (2021). Efficiency of soybean photosynthesis as affected by the components of cultivation technology. *Naukovi praci Institutu bioenergetičnih kul'tur ta cukrovih burákiv* [Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet], 29, 129–138. [in Ukrainian]

Verkhniatska Research and Breeding Station of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of NAAS of Ukraine, 1 Shkilna St., village Verkhniachka, Khrystynivka district, Cherkasy region, 20022, Ukraine, e-mail: vdss2017@ukr.net

Purpose. Determine the efficiency of photosynthesis of soybean varieties ‘Ustia’, ‘Kordoba’, ‘Estafeta’ as affected by the use of microfertilizers and growth regulators. **Methods.** Field, laboratory. **Results.** The article presents the results of research to study the effectiveness of photosynthesis in the cultivation of different varieties of soybean. It was found that the treatment of plants with microfertilizer Yara Vita Mono Molitrak in the budding phase (0.25 l/ha) + in the flowering phase (0.25 l/ha) in combination with the growth regulator Radostym ensured a leaf area (1000 m²/ha) increase of 7.2 m²/ha in variety ‘Ustia’, 7.6 in ‘Kordoba’ and 5.2 in ‘Estafeta’, compared to control. At the same time, the efficiency of using the growth regulator Biosil against the background of double treatment with the microfertilizer was at the level of the treatments with single treatments with Yara Vita Mono Molitrak in the budding phase (0.25 l/ha) in combination with appropriate growth regulators. **Conclusions.** It was investigated that the leaf surface area of ‘Ustia’ variety with foliar fertilization using Yara Vita Mono Molitrak microfertilizer in the budding phase (0.25 l/ha) in combination with growth regulators Biosil and Radostym was 38.8 and 39.2 thousand m²/ha. The use of microfertilizers twice in combination with the above-mentioned growth regulators contributed to the increase of leaf area to the level of 38.9 and 39.5 thousand m²/ha, respectively. Similarly, in ‘Kordoba’ soybean variety, the best option was the use of Yara Vita Mono Molitrak in the budding phase (0.25 l/ha) + in the flowering phase (0.25 l/ha) in combination with the growth regulator Radostym, which helped to increase the leaf area to 39.5 thousand m²/ha. Foliar fertilization with microfertilizers combined with the use of growth regulators provides the formation of maximum NPP. Thus, in ‘Ustia’ variety, it was 1.47 and 1.45 g/m², in ‘Estafeta’ 1.82 and 1.82 g/m² of dry matter per day.

Keywords: *efficiency of photosynthesis; accumulation of dry matter; net productivity of photosynthesis; photosynthetic potential.*

Надійшла / Received 20.10.2021

Погоджено до друку / Accepted 05.11.2021

УДК 633.282:631

DOI: <https://doi.org/10.47414/np.29.2021.249947>

Вміст сухої маси і золи у листках та стеблах біоенергетичних культур

І. І. Бойко¹, В. О. Грищенко¹, Т. П. Новікова², О. П. Шевченко¹

¹Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна

²Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини, вул. Садова 2, м. Умань, 20300

Мета. Визначити вміст сухої маси і золи у листках та стеблах біоенергетичних культур (міскантус, світчграс, верба). **Методи.** Зразки відбирали наприкінці вегетаційного періоду (жовтень). Вміст сухої маси визначали термогравіметричним методом, вміст золи – спалюванням в муфельній печі. **Результати.** Вміст сухої маси у листках змінювався залежно від року проведення досліджень і культури. Так, у середньому за роки проведення досліджень цей показник найвищим був у світчграсу та верби – 65,8–66,0 % з вмістом золи 4,3–4,5 %. У листках міскантусу вміст сухої маси був на 9–10 % нижчим порівняно з іншими

енергетичними культурами. Вміст золи був на рівні 2,8 %, або в 1,5–1,6 раза. Фізико-хімічні показники листків енергетичних культур змінювались залежно від року дослідження. У листках міскантусу він змінювався від 59,9 до 60,2 %, світчграсу – від 54,5 до 76,9 %, а верби – від 60,7 до 72,2 %. Вміст золи змінювався у меншому діапазоні всіх енергетичних культур. У стеблах міскантусу вміст сухої маси знаходився в межах від 57,5 % до 58,9 %, у світчграсу він був найбільшим – від 54,9 до 65,3 %, а в стеблах верби – від 51,3 до 57,1 % за роки проведення досліджень. Стебла всіх енергетичних культур мали нижчий вміст золи порівняно з листками. Зокрема, цей показник у листках міскантусу був на рівні 1,5–1,6 %, світчграсу – 1,3–2,2, верби – 2,0–2,5 %, або в 1,5–3,0 раза. **Висновки.** Вміст сухої маси і золи у листках та стеблах змінюється залежно від виду енергетичної культури. Найвищий вміст сухої маси формується в листках світчграсу (54,5–76,9 %) та верби (60,7–72,2 %). Вміст золи становить відповідно 4,1–4,9 % і 4,0–4,5 %. У стеблах міскантусу вміст сухої маси становить 57,5–58,9 %, світчграсу – 54,9–65,3 %, верби – 51,3–57,1 %. Вміст золи у стеблах міскантусу становить 1,5–1,6 %, світчграсу – 1,3–2,2, верби – 2,0–2,5 %, або в 1,5–3,0 раза.

Ключові слова: світчграс; міскантус; верба; вміст сухої маси; вміст золи; листки; стебла.

Вступ

Нині зростає попит на виробництво біоенергії. Проаналізовано значну кількість культур щодо придатності для її виробництва [1]. Доведено, що такі культури повинні мати низьку собівартість вирощування і високу віддачу енергії. У світі почали вирощувати велику кількість високопродуктивних енергетичних культур, біомаса яких використовується для виробництва біопалива [2, 3]. Біопаливо – це органічні матеріали рослинного та тваринного походження (деревина, солома, рослинні залишки сільськогосподарського виробництва, гній та ін.), що використовуються для виробництва енергії [4]. Для виробництва енергії переважно застосовують тверду біомасу, а також отримані з неї рідкі та газоподібні види палива – біодизель, біоетанол, біогаз. Біомаса є відновлюваним, екологічно чистим паливом, використання якого не призводить до збільшення парникового ефекту [5].

Продуктивність біоенергетичних рослин залежить від забезпечення їх факторами життя. Динаміка росту і розвитку біоенергетичних рослин є відображенням тих процесів, які відбуваються на клітинному рівні [6, 7]. За умови сприятливих погодних умов, збалансованого режиму мінерального живлення рослин, підвищеного вмісту хлорофілу в листових пластинках, інтенсивного процесу фотосинтезу відбувається значне наростання вегетативної маси, що є якісним показником накопичення структурних елементів клітини, показником технологічної якості, що в свою чергу впливає на формування продуктивності біоенергетичних рослин [8, 9].

Якісний та кількісний склад надземної фітомаси і динаміка накопичення структурно-функціональних й біологічно активних сполук має залежність від видових особливостей та періоду вегетації. Різні сільськогосподарські культури у своєму складі містять неоднакову кількість сухих речовин. Їх кількість обумовлена в першу чергу біологічними особливостями культури, а також визначає технологічні якості отриманого врожаю [10]. Придатність для виробництва біопалива визначається не лише виходом сухої речовини, а й вмістом її в одиниці маси.

Мета досліджень – визначити вміст сухої маси і золи у листках та стеблах біоенергетичних культур (міскантус, світчграс, верба).

Матеріали та методика досліджень

Дослідження проводили упродовж 2011–2020 рр. Вирощували енергетичні культури просо прутіподібне (*Panicum virgatum* L.) (світчграс), верба прутіподібна (енергетична) (*Salix viminalis* L.) і міскантус гігантський (*Miscanthus × giganteus* J. M. Greef & Deuterex Hodkinson & Renvoize) на Ялтушківській ДСС. Вона розташована в зоні нестійкого зволоження Західного Лісостепу України в північно-західній частині Вінницької області на

території Барського району. Грунт дослідної станції світло-сірий опідзолений середньосуглинковий. Бал родючості складає 56, а еколого-агрохімічний – 78, вміст гумусу є низьким і складає всього 1,87 %. Забезпеченість ґрунту азотом дуже низька і становить 81 мг на 1 кг ґрунту, що обумовлює необхідність першочергового його внесення як під основний, так і під передпосівний обробіток, а також за необхідності – проведення підживлення. Забезпеченість калієм та фосфором є підвищеною і складає відповідно 118 і 139 мг/кг ґрунту. За рівнем кислотності дане поле є близьким до нейтрального, а бал родючості по гумусу складає всього 40, що є досить низьким порівняно з іншими типами ґрунтів.

Попередником для вирощування біоенергетичних культур була пшениця озима. Досліди закладалися відповідно до загальноприйнятих методик вирощування енергетичних культур [11]. Вміст сухої маси визначали термогравіметричним методом, вміст золи – спалюванням в муфельній печі відповідно до методики [12, 13]. Зразки відбирали наприкінці вегетаційного періоду (жовтень). Для статистичної обробки результатів досліджень і визначення достовірності одержаних експериментальних даних використовували пакет стандартних програм «MS Office Excel» і дисперсійний аналіз за методикою Б. О. Доспехова.

Результати досліджень

Вміст сухої маси у листках змінювався залежно від року проведення досліджень і культури (табл. 1). Так, у середньому за роки проведення досліджень цей показник найвищим був у світчграсу та верби – 65,8–66,0 % з вмістом золи 4,3–4,5 %. У листках міскантусу вміст сухої маси був на 9–10 % нижчим порівняно з іншими енергетичними культурами. Вміст золи був на рівні 2,8 %, або в 1,5–1,6 раза. Фізико-хімічні показники листків енергетичних культур змінювались залежно від року дослідження. У листках міскантусу він змінювався від 59,9 до 60,2 %, світчграсу – від 54,5 до 76,9 %, а верби – від 60,7 до 72,2 %. Вміст золи змінювався у меншому діапазоні всіх енергетичних культур.

Таблиця 1

Вміст сухої речовини і золи у листках біоенергетичних рослин, %

Рік проведення досліджень	Вміст сухої маси	Вміст золи
Міскантус		
2015	60,2	3,0
2016	59,9	2,5
Середнє	60,1	2,8
Світчграс		
2011	54,5	4,5
2009	58,4	4,6
2014	65,1	4,3
2012	65,3	4,1
2015	67,2	4,6
2016	67,4	4,8
2020	71,7	4,4
2019	76,9	4,9
Середнє	65,8	4,5
Верба		
2015	60,7	4,5
2016	62,1	4,3
2020	69,1	4,0
2018	72,2	4,5
Середнє	66,0	4,3
НІР _{0,05}	3,5	0,2

Отже, листки світчграсу та верби мають найвищий вміст сухої маси (54,5–76,9 %), проте вищий вміст золи (4,1–4,9 %).

У стеблах міскантусу вміст сухої маси знаходився в межах від 57,5 % до 58,9 %, у світчграсу він був найбільшим – від 54,9 до 65,3 %, а в стеблах верби – від 51,3 до 57,1 % за роки проведення досліджень (табл. 2). Стебла всіх енергетичних культур мали нижчий вміст золи порівняно з листками. Зокрема, цей показник у стеблах міскантусу був на рівні 1,5–1,6 %, світчграсу – 1,3–2,2, верби – 2,0–2,5 %, або в 1,5–3,0 раза.

Таблиця 2

Вміст сухої маси і золи у стеблах біоенергетичних рослин, %

Рік проведення досліджень	Вміст сухої маси	Вміст золи
Міскантус		
2016	57,5	1,5
2015	58,9	1,6
Середнє	58,2	1,6
Світчграс		
2011	54,9	2,0
2016	54,9	1,3
2009	59,3	2,2
2015	59,6	1,3
2012	61,5	1,6
2019	62,2	1,2
2020	63,0	1,0
2014	65,3	1,5
Середнє	60,1	1,5
Верба		
2020	51,3	2,0
2018	53,0	2,0
2016	53,1	2,0
2015	57,1	2,5
Середнє	53,6	2,1
НІР _{0,05}	2,8	0,1

Отже, в середньому за роки проведення досліджень на кінець вегетації енергетичних культур найвищий вміст сухої маси був у стеблах верби – 71,5 %, найменший в стеблах міскантусу – 57,2 %. Найбільший вміст золи – 2,2 % був у стеблах світчграсу, найменший – в стеблах верби 1,5 %.

Висновки

Вміст сухої маси і золи у листках та стеблах змінюється залежно від виду енергетичної культури. Найвищий вміст сухої маси формується в листках світчграсу (54,5–76,9 %) та верби 60,7–72,2 %. Вміст золи становить відповідно 4,1–4,9 % і 4,0–4,5 %. У стеблах міскантусу вміст сухої маси становить 57,5–58,9 %, світчграсу – 54,9–65,3 %, верби – 51,3–57,1 %. Вміст золи у стеблах міскантусу становить 1,5–1,6 %, світчграсу – 1,3–2,2, верби – 2,0–2,5 %, або в 1,5–3,0 раза.

Використана література

1. 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.

2. Сухомуд О. Г., Любич В. В., Войтовська В. І. та ін. Перспективи використання крохмалевмісних культур для отримання біоетанолу. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2011. Вип. 12. С. 279–284.
3. Сухомуд О. Г., Любич В. В. Перспективи використання тритикале ярого для виробництва біоетанолу та вміст крохмалю в зерні за різних норм і строків внесення азотних добрив. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2011. Вип. 12. С. 274–279.
4. Роїк М. В., Сінченко В. М., Іващенко О. О. та ін. Міскантус в Україні. Київ : ФОП Ямчинський О. В., 2019. 256 с.
5. Вирощування біоенергетичних культур / за ред. М. Я. Гументика. Київ : Компринт, 2018. 178 с.
6. Тараріко Ю. О. Біоенергетичне аграрне виробництво в Лісостепу України. *Вісник аграрної науки*. 2011. № 7. С. 9–13.
7. Роїк М. В., Сінченко В. М., Бондар С. В. Концепція розвитку біоенергетики в Україні до 2035 року. *Біоенергетика*. 2019. № 2. С. 4–9.
8. Гелетуха Г. Г., Железна Т. А., Драгнев С. В., Баштовий А. І. Потенціал та перспективи енергетичного використання агробіомаси в Україні. *Теплофізика та теплоенергетика*. 2020. № 1. С. 42–51.
9. Хіврич О. Б., Квак В. М., Каськів В. В., Мамайсур В. В. Енергетичні рослини як альтернатива традиційним видам палива. *Агробіологія*. 2011. № 6. С. 153–156.
10. Мандровская С. Н. Интродукция проса прутьевидного (*Panicum virgatum* L.) на Украине. *Иновации в АПК: проблемы и перспективы*. 2015. № 2. С. 63–68.
11. Курило В., Ганженко О., Гументик М., Квак В. Методичні рекомендації з технології вирощування і переробляння міскантусу гігантського. Київ : Нітлан-ЛТД, 2015. 56 с.
12. Присяжнюк О. І., Климович Н. М., Полуніна О. В. та ін. Методологія і організація наукових досліджень в сільському господарстві та харчових технологіях. Вінниця : Нітлан-ЛТД, 2021. 300 с.
13. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Костогриз П. В., Опришко В. П. Основи наукових досліджень в агрономії. Вінниця : Едельвейс і К, 2014. 332 с.

References

1. Hospodarenko, H. M., Liubych, V. V., & Lystopad, F. K. (2017). Yield of bioethanol from grain yield of soft wheat varieties depending on types, norms and terms of nitrogen fertilizers application. *Visnik agrarnoi nauki Pričornomor'â* [Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science], 94, 74–85. [in Ukrainian]
2. Sukhomud, O. H., Liubych, V. V., Voitovska, V. I., Bekh, N. S., & Nediak, T. M. (2011). Prospects for the use of starch-containing crops for bioethanol. *Naukovі pracі Інституту біоенергетичних культур та цукрових буряків* [Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet], 12, 279–284. [in Ukrainian]
3. Sukhomud, O. H., & Liubich, V. V. (2011). Prospects for the use of spring triticale for bioethanol production and starch content in grain at different rates and terms of nitrogen fertilizers. *Naukovі pracі Інституту біоенергетичних культур та цукрових буряків* [Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet], 12, 274–279. [in Ukrainian]
4. Roik, M. V., Sinchenko, V. M., & Ivashchenko, O. O. (2019). *Miskantus v Ukraini* [Miscanthus in Ukraine]. Kyiv: FOP Yamchynskiy O. V. [in Ukrainian]
5. Humentyk, M. Ya. (2018). *Vyroshchuvannia bioenerhetychnykh kultur* [Growing bioenergy crops]. Kyiv: Komprynt. [in Ukrainian]
6. Tarariko, Y. O. (2011). Bioenergy agricultural production in the forest-steppe of Ukraine. *Visnik agrarnoi nauki* [Bulletin of Agricultural Science], 7, 9–13. [in Ukrainian]
7. Roik, M. V., Sinchenko, V. M., Bondar, S. V. (2019). The concept of bioenergy development in Ukraine until 2035. *Bіоенергетика* [Bioenergy], 2, 4–9. [in Ukrainian]

8. Heletukha, H. H., Zhelezna, T. A., Drahnev, S. V., & Bashtovyi, A. I. (2020). Potential and prospects of energy use of agrobiomass in Ukraine. *Терпofізика та теплоенергетика* [Thermophysics and Thermal Power Engineering], 1, 42–51. [in Ukrainian]
9. Khivrych, O. B., Kvak, V. M., Kaskiv, V. V., & Mamaisur, V. V. (2011). Energy plants as an alternative to traditional fuels. *Аgroбіологія* [Agrobiology], 6, 153–156. [in Ukrainian]
10. Mandrovskaya, S. N. (2015). Introduction of barmillet (*Panicum virgatum* L.) in Ukraine. *Innovations in agro-industrial complex: problems and prospects*, 2, 63–68. [in Russian]
11. Kurylo, V., Hanzhenko, O., Humentyk, M., & Kvak, V. (2015). *Metodychni rekomendatsii z tekhnolohii vyroshchuvannia i pererobliannia miskantusu hihantskoho* [Methodical recommendations on the technology of growing and processing giant miscanthus]. Kyiv: Nitlan-LTD LLC. [in Ukrainian]
12. Prysiazhniuk, O. I., Klymovych, N. M., & Polunina, O. V. (2021). *Metodolohiia i orhanizatsiia naukovykh doslidzhen v silskomu hospodarstvi ta kharchovykh tekhnolohiiakh* [Methodology and organization of research in agriculture and food technology]. Vinnytsia: Nitlan-LTD. [in Ukrainian]
13. Yeshchenko, V. O., Kopytko, P. H., Kostohryz, P. V., & Opryshko, V. P. (2014). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii* [Fundamentals of research in agronomy]. Vinnytsia: Edelweis i K. [in Ukrainian]

UDC 633.282: 631

Boiko, I. I.¹, **Hryshchenko, V. O.**¹, **Novikova, T. P.**², & **Shevchenko, O. P.** (2021). Dry matter and ash content in leaves and stems of bioenergy crops. *Naukovì pracì Ìnstitutu біоенергетичних культур та цукрових буряків* [Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet], 29, 138–143. [in Ukrainian]

¹*Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet, NAAS of Ukraine, 25 Klinichna St., Kyiv, 03110, Ukraine*

²*Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University, 2 Sadova St., Uman, 20300, Ukraine*

Purpose. Determine the content of dry mass and ash in the leaves and stems of bioenergy crops (miscanthus, switchgrass, willow). **Methods.** Samples were taken at the end of the growing season (October). The dry matter content was determined by thermogravimetric method, ash content by burning in a muffle furnace. **Results.** The dry matter content of the leaves varied depending on the year of research and crop. Thus, on average over the years of research, this figure was highest in switchgrass and willow, 65.8–66.0% with an ash content of 4.3–4.5%. The content of dry mass in miscanthus leaves was 9–10% lower compared to other energy crops. The ash content was at the level of 2.8% or 1.5–1.6 times. Physico-chemical parameters of the leaves of energy crops have changed since one year of the study. In miscanthus leaves it varied from 59.9 to 60.2%, switchgrass from 54.5 to 76.9%, and willow from 60.7 to 72.2%. The ash content varied in a smaller range of all energy crops. In the stems of miscanthus, the dry matter content was in the range from 57.5% to 58.9%, in switchgrass it was the largest, from 54.9 to 65.3%, and in the stems of willow from 51.3 to 57.1% over the years of research. The stems of all energy crops had a lower ash content compared to the leaves. Thus, this indicator in miscanthus leaves was at the level of 1.5–1.6%, switchgrass 1.3–2.2%, willow 2.0–2.5% (1.5–3.0 times). **Conclusions.** The content of dry mass and ash in the leaves and stems varies depending on the type of energy crop. The highest content of dry mass is formed in the leaves of switchgrass (54.5–76.9%) and willow 60.7–72.2%. The ash content is 4.1–4.9% and 4.0–4.5%, respectively. The content of dry mass in miscanthus stems is 57.5–58.9%, switchgrass 54.9–65.3%, willow 51.3–57.1%. The content of ash in the stems of miscanthus is 1.5–1.6%, switchgrass 1.3–2.2, willow 2.0–2.5% or 1.5–3.0 times.

Keywords: switchgrass; miscanthus; willow; dry matter content; ash content; leaves; stems.

Надійшла / Received 17.09.2021

Погоджено до друку / Accepted 27.10.2021