

УДК 663.63:631.81

ЕНЕРГЕТИЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ ТА БАЛАНС ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ В ҐРУНТІ ЗА БІОЛОГІЗАЦІЇ ВИРОЩУВАННЯ

ІВАНІНА В.В.,

д.с.-г.наук, зав. відділом;

ДАНЮК М.С.,

аспірант

Інститут біоенергетичних культур
і цукрових буряків НААН України, вул.
Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна,
*e-mail: v_ivanina@meta.ua

Вступ. Потепління клімату та дефіцит енергоносіїв упродовж останніх десятиліть загострили проблему з пошуку альтернативних джерел енергії, отриманої на засадах сталості. Розвиток біоенергетики є одним із перспективних напрямів вирішення енергетичної проблеми [5], [7].

До культур, що формують значний енергетичний потенціал, відносяться буряки цукрові. За врожайності коренеплодів 60 т/га, гички — 25 т/га з одного гектара можна отримати до 6 тис. літрів біоетанолу, 5 тис. м³ біогазу з сумарною енергетичною ємністю біомаси понад 180 ГДж/га [2], [4].

Отримання високих врожаїв буряків цукрових потребує значної кількості елементів живлення. На формування 1 т коренеплодів і відповідної вегетативної маси рослини буряків цукрових виносять із ґрунту мінерального азоту — 5–6 кг, фосфору — 1,5–2 кг, калію — 5,5–7,5 кг [3].

Застосування добрив, оптимізація доз та способів їх внесення є найбільш вагомим технологічним засобом, що забезпечує інтенсивний ріст і розвиток буряків цукрових та формує їх високу біологічну продуктивність [1]. Поєднане внесення органічних і мі-

неральних добрив дозволяє стабілізувати вміст органічної речовини ґрунту, посилює мікробіологічну активність, сприяє відтворенню ґрунтової структури та зберігає ґрунтову вологу, що у комплексі формує сталі засади вирощування цієї культури [8], [9]. В період гострого дефіциту гною основою удобрення буряків цукрових на виробничій й енергетичній потреби має стати альтернативна органо-мінеральна система удобрення, побудована на широкому використанні на добриво побічної продукції сільськогосподарських культур та оптимізації доз внесення мінеральних добрив [6].

Метою досліджень було виявити вплив соломи, деструктора та термінів внесення азотних добрив на біологічну та енергетичну продуктивність буряків цукрових, встановити ефективну систему удобрення, яка забезпечить сталі засади вирощування на біоенергетичні цілі в умовах нестійкого зволоження Лісостепу України.

Матеріали та методика. Наукові дослідження проводили впродовж 2018–2020 рр. у тимчасовому польовому досліді на чорноземі опідзоленому Верхняцької дослідно-селекційної станції ІБКІЦБ.

Ґрунт дослідної ділянки — чорнозем опідзолений, який має наступну агрохімічну та фізико-хімічну характеристику орного (0–30 см) шару: гідролітична кислотність за Каппеном — 2,21–3,80 мг-екв/100 г ґрунту, загальний вміст гумусу за Тюрнімом — 3,0–3,2%; рухомого фосфору та калію за Чиріковим — відповідно 84–96 та 86–110 мг/кг ґрунту; лужногідролізованого азоту за Корнфілдом — 110–115 мг/кг ґрунту.

Розмір посівної ділянки 75 м², облікової — 50 м². Розміщення повторень — систематичне послідовне, повторність — чотириразова.

В досліді сіяли гібрид буряків цукрових Булава. Гібрид посухостійкий, формує потужний листовий апарат. Фосфорні та калійні добрива в дозі 90 кг/га вносили з осені під глибоку оранку в формі суперфосфату простого гранульованого та калію хлористого; азотні — з осені під оранку та весною у передпосівну культивуацію в дозі 90 кг/га в формі амонійної селітри.

Деструктор Філазоніт — це природний консорціум активних целюлолітичних мікроорганізмів за високими антагоністичними властивостями щодо збудників хвороб рослин.

Вихід біоетанолу, біогазу та енергетичну ємність біомаси буряків цукрових визначали за методичними рекомендаціями з вирощування та перероблення буряків цукрових [6].

Результати й обговорення. Результати досліджень показали, що на природному фоні родючості гібрид Булава формував врожайність сухої біомаси коренеплоду та листків 11,3 т/га. Внесення 5 т/га соломи й її поєднання з деструктором Філазоніт в дозі 10 л/га неістотно підвищили біологічну продуктивність буряків цукрових: врожайність біомаси становила 11,4 та 12,0 т/га, відповідно. Врожайність біомаси значно зросла за поєданого внесення 5 т/га соломи + Філазоніт, 10 л/га + N90P90K90 під оранку — 14,1 т/га з перевищенням контролю без добрив на 2,8 т/га (рис. 1).

Максимальної біологічної продуктивності буряків цукрових досягали за внесення азотних добрив весною в передпосівну культивуацію в дозі 90 кг/га на фоні 5 т/га соломи + Філазоніт, 10 л/га + P90K90 з осені під глибоку оранку — врожайність біомаси становила 16,3 т/га з перевищенням контролю без добрив на 5,0 т/га. В умовах нестійкого зволоження на чорноземі опідзоленому удобрення азотом весною на фоні альтернативної органо-мінеральної системи сформувало сприятливі умови мінерального живлення буряків цукрових і супроводжувалось максимальним виходом біомаси.

На період збирання врожаю елементи живлення інтенсивніше накопичувались у листовій біомасі, переважаючи їх вміст у коренеплодах за азотом — у 2,7 рази, фосфором — у 1,5 рази, калієм — у 2,5 рази. Система удобрення істотно не вплива-

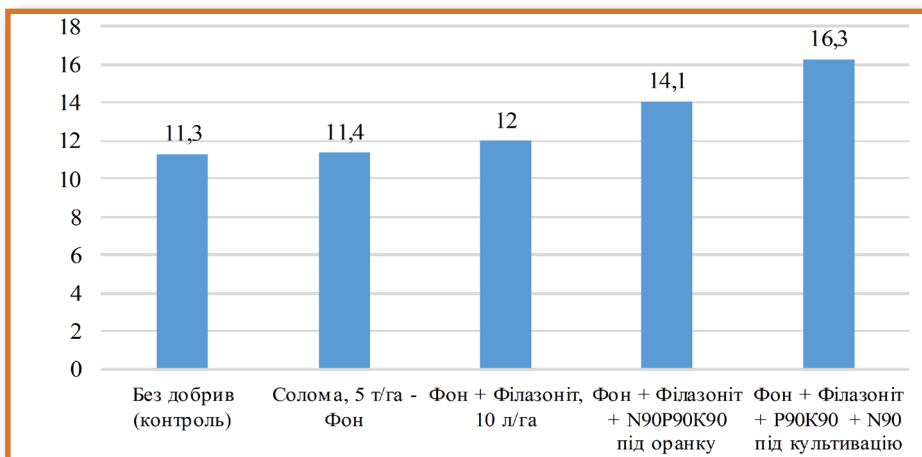


Рис. 1 Врожайність сухої біомаси буряків цукрових за біологізацією вирощування, ВДСС, 2018–2020 рр., т/га.

ла на вміст елементів живлення в рослинах. У коренеплодах вміст азоту по варіантах дослідів становив 0,83–0,85%, фосфору — 0,33–0,34%, калію — 1,01–1,05%, листкових пластинках — 2,23–2,29%, 0,51–0,52% та 2,51–2,58%, відповідно (табл. 1).

На контролі без добрив із біологічним урожаєм (коренеплід і гичка) рослини буряків цукрових виносили із ґрунту: азоту — 129 кг/га, фосфору — 43 кг/га, калію — 152 кг/га, що створювало значне техногенне навантаження на ґрунтову систему. Застосування на добриво 5 т/га соломи пшениці озимої зменшило внос із ґрунту елементів живлення, однак їх дефіцит зберігався на високому рівні: азоту — 102 кг/га, фосфору — 34 кг/га, калію — 103 кг/га (табл. 2).

Істотне покращення балансу елементів живлення в ґрунті досягали за альтернативних органо-мінеральних систем удобрення. Поєднане внесення 5 т/га соломи + Філазоніт, 10 л/га + N90P90K90 під оранку зменшило дефіцит балансу азоту в ґрунті до 47 кг/га, калію — до 55 кг/га та сформувало позитивний баланс фосфору в кількості 46 кг/га.

Від'ємний баланс елементів живлення в ґрунті з більш вираженим дефіцитом азоту та калію формувався за весняних термінів застосування азотних добрив. Внесення азотних добрив весною у передпосівну культувацію в дозі 90 кг/га на фоні 5 т/га соломи + Філазоніт, 10 л/га + P90K90 з осені під глибоку оранку сформувало дефіцит азоту в ґрунті на рівні 73 кг/га, калію — 85 кг/га за позитивного балансу фосфору 38 кг/га.

За перероблення коренеплодів буряків цукрових на біоетанол, гички — на біогаз вихід енергії на контролі без добрив із коренеплодів становив 81 ГДж/га, гички — 38 ГДж/га за сумарного виходу енергії з біомаси — 119 ГДж/га (рис. 2).

Внесення 5 т/га соломи й її поєднання з деструктором Філазоніт в дозі 10 л/га не впливало істотно на вихід енергії з біомаси буряків цукрових. За застосування 5 т/га соломи вихід енергії з коренеплодів становив 82 ГДж/га, гички — 38 ГДж/га за сумарного виходу енергії біомаси — 120 ГДж/га; за поєднаного внесення 5 т/га соломи + Філазоніт в дозі 10 л/га вихід енергії становив 87, 40 та 127 ГДж/га, відповідно. Органічні системи удобрення не забезпечили істотного підвищення енергетичної продуктивності буряків цукрових.

Вихід енергії з біомаси буряків цукрових значно зростає за альтернативних органо-мінеральних систем удобрення. Поєднане внесення 5 т/га соломи + Філазоніт, 10 л/га + N90P90K90 під оранку забезпечило вихід енергії з коренеплодів 101 ГДж/га, гички — 47 ГДж/га за сумарного виходу енергії біомаси — 148 ГДж/га. Порівняно з контролем без добрив сумарний вихід енергії з біомаси підвищився на 29 ГДж/га.

Максимальної енергетичної продуктивності буряків цукрових досягали за внесення азотних добрив весною в передпосівну куль-

тивацію в дозі 90 кг/га на фоні 5 т/га соломи + Філазоніт, 10 л/га + P90K90 з осені під глибоку оранку — вихід енергії з коренеплодів 118 ГДж/га, гички — 54 ГДж/га за сумарного виходу енергії біомаси — 172 ГДж/га. Порівняно з контролем без добрив сумарний вихід енергії з біомаси підвищився на 53 ГДж/га. Наближення термінів внесення азотних добрив до періоду інтенсивного використання азоту рослинами буряків цукрових визначено високо енергетично ефективним за альтернативної системи удобрення.

Висновки.

1. В умовах нестійкого зволоження на чорноземі опідзоленому буряки цукрові позитивно відгукуються на застосування альтернативних органо-мінеральних систем удобрення. Поєднане внесення 5 т/га соломи + Філазоніт, 10 л/га + N90P90K90 забезпечило врожайність біомаси 14,1–16,3 з перевищенням контролю без добрив на 2,8–5,0 т/га.

2. Застосування альтернативних органо-мінеральних систем удобрення су-

Таблиця 1.

Вміст елементів живлення в буряках цукрових за біологізації вирощування, ВДСС, 2018-2020 рр.

№ вар	Варіант	Вміст елементів живлення, % на суху речовину					
		коренеплід			гичка		
		N	P	K	N	P	K
1	Без добрив (контроль)	0,84	0,34	1,02	2,25	0,52	2,51
2	Солома, 5 т/га – Фон	0,83	0,34	1,01	2,23	0,51	2,53
3	Фон + Філазоніт, 10 л/га	0,84	0,33	1,01	2,25	0,52	2,54
4	Фон + Філазоніт + N90P90K90 під оранку	0,85	0,33	1,04	2,27	0,51	2,58
5	Фон + Філазоніт + P90K90 + N90 у передпосівну культувацію	0,85	0,33	1,05	2,29	0,51	2,57

Таблиця 2.

Внос та баланс елементів живлення буряками цукровими за біологізації вирощування, ВДСС, 2018-2020 рр.

№ вар	Варіант	Внесено, кг/га			Внос урожаєм, кг/га			Баланс, ± кг/га		
		N	P	K	N	P	K	N	P	K
1	Без добрив (контроль)	-	-	-	129	43	152	-129	-43	-152
2	Солома, 5 т/га - Фон	26	8	49	128	42	152	-102	-34	-103
3	Фон + Філазоніт, 10 л/га	26	8	49	137	44	160	-111	-36	-111
4	Фон + Філазоніт + N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ під оранку	116	98	139	163	52	194	-47	46	-55
5	Фон + Філазоніт + P ₉₀ K ₉₀ + N ₉₀ у передпосівну культувацію	116	98	139	189	60	224	-73	38	-85

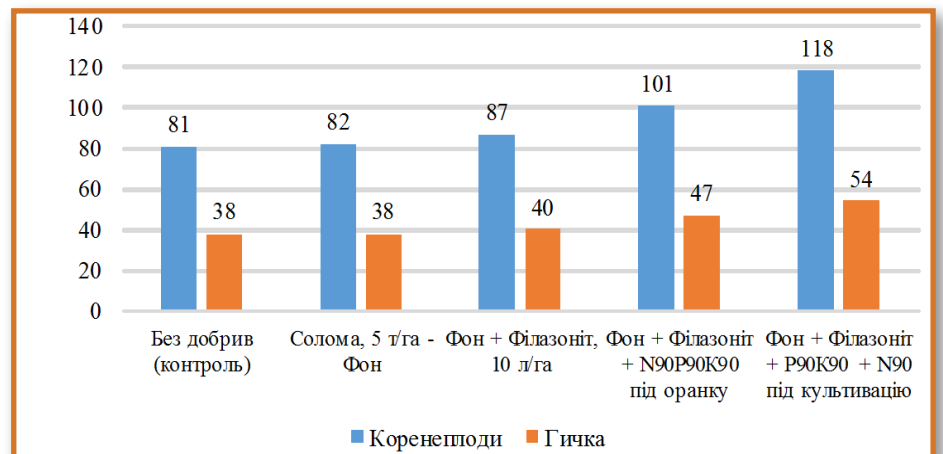


Рис. 2. Вихід енергії з буряків цукрових за біологізації вирощування, ВДСС, 2018-2020 рр., т/га.

проводжувалось дефіцитом азоту в ґрунті на рівні 47–73 кг/га, калію — 55–85 кг/га і формувало позитивний баланс фосфору в кількості 38–46 кг/га. Вирощування буряків цукрових на сталих засадах потребує збільшення дози азотних і калійних добрив

на 60 кг/га та зменшення дози фосфорних добрив на 40 кг/га.

3. Максимальної енергетичної продуктивності гібриду Булава досягли за внесення азотних добрив весною в передпосівну культувацію в дозі 90 кг/га на фоні 5 т/га со-

ломи + Філазоніт, 10 л/га + P90K90 з осені під глибоку оранку: вихід енергії біоетанолу — 118 ГДж/га, біогазу — 54 ГДж/га, сумарний вихід енергії — 172 ГДж/га з перевищенням контролю без добрив — на 37, 16 та 53 ГДж/га, відповідно.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Барштейн Л. А., Шкаредний І. С., Одрехівський О. Г. Залежність родючості ґрунту та продуктивності цукрових буряків від сівозміни та добрив. Землеробство. 1998. № 72. С. 85–90.
2. Гументик М. Я. Вирощування та використання органічної сировини для виробництва енергії. Збірник наукових праць ІБКіЦБ. 2012. Вип. 14. С. 546–548.
3. Зубенко В. Ф., Іващенко А. А., Саблук В. Т. [и др.] Свекловодство. Проблемы интенсификации и ресурсосбережения / под ред. В. Ф. Зубенко. К.: НПП ООО «Альфа-стевия ЛТД», 2005. 400 с.
4. Іващенко О. О., Іващенко О. О. Рослинництво як основа виробництва біопалива. Збірник наукових праць ІБКіЦБ. 2011. Вип. 12. С. 24–32.
5. Курило В. Л., Гументик М. Я., Ганженко А. Н., Макаренко А. С. Использование свеклосырья для производства биоэтанола в Украине. Сахарная свекла. 2011. № 10. С. 6–8.
6. Методичні рекомендації з технології вирощування та перероблення буряків цукрових як сировини для виробництва біогазу / О. М. Ганженко, О. Б. Хіврич, О. М. Атаманюк, М. Я. Гументик, Я. Д. Фучило, В. М. Квак, Л. А. Правдива, С. М. Сенчук, Н. О. Кононюк, П. Ю. Зиков, В. В. Дмитрів. К.: ЦП Компрінт, 2021. 16 с.
7. Роїк М. В., Курило В. Л., Гументик М. Я., Ганженко О. М. Фітоенергетичні культури. Агроном. 2013. № 3. С. 196–199.
8. Draycott A. P., Christenson D. R. Nutrients for sugar beet production. Soil-Plant Relationships. CAB: Wallingford, 2003. P. 177–181.
9. Tsialtas J. T., Maslaris N. Effect of N fertilization rate on sugar yield and non-sugar impurities of sugar beets (*Beta vulgaris*) grown under Mediterranean conditions. J. Agron. Crop Sci. 2005. V. 191. P. 330–339.

АНОТАЦІЯ

UDC 663.63:631.81

Енергетична продуктивність буряків цукрових та баланс елементів живлення у ґрунті за біологізацією вирощування

Іваніна В. В., Данюк М. С.

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

Встановлено, що буряки цукрові за вирощування в умовах нестійкого зволоження на чорноземі опідзоленому формують високу енергетичну продуктивність біомаси за застосування альтернативних органо-мінеральних систем удобрення та потребують внесення підвищених доз азотних і калійних добрив для формування їх зрівноваженого балансу в ґрунті. Максимальної енергетичної продуктивності гібриду Булава досягли за внесення азотних добрив весною в передпосівну культувацію в дозі 90 кг/га на фоні 5 т/га соломи + Філазоніт, 10 л/га + P90K90 з осені під глибоку оранку: вихід енергії біоетанолу — 118 ГДж/га, біогазу — 54 ГДж/га, сумарний вихід енергії — 172 ГДж/га з перевищенням контролю без добрив — на 37, 16 та 53 ГДж/га, відповідно.

Ключові слова: буряки цукрові, солома, деструктор, мінеральні добрива, енергетична продуктивність.

ABSTRACT

UDC663.63: 631.81

Bioenergy productivity of sugar beet and the balance of nutrients in the soil under biological cultivation

Ivanina V. V., Daniuk M. S.

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

It has been established that sugar beet, when grown in conditions of unstable moisture on podzolic chernozem, form a high energy productivity of biomass under the use of alternative organic-mineral fertilization systems and require the application of increased doses of nitrogen and potassium fertilizers to form their balanced balance in the soil. The maximum energy productivity of the 'Bulava' hybrid was achieved with the application of nitrogen fertilizers in the spring in the pre-sowing cultivation at a dose of 90 kg/ha on the background of 5 t/ha of straw + Filazonite, 10 l/ha + P90K90 under deep ploughing in autumn: bioethanol energy output — 118 GJ/ha, biogas — 54 GJ/ha, total energy output — 172 GJ/ha, exceeding control without fertilizers — by 37, 16 and 53 GJ/ha, respectively.

Keywords: sugar beets, straw, destructor, mineral fertilizers, energy productivity.

УДК 635.925.632.51:631

ВПЛИВ БУР'ЯНІВ НА РІСТ І РОЗВИТОК ПАВЛОВНІЇ

МАКУХ Я.П.,

д.с.-г.н., зав. відділом здоров'я рослин ІБКіЦБ НААН, E-mail: herbolohiya@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-6954-1388>;

РЕМЕНЮК С.О.,

к.с.-г.н., зав. лаб. гербології ІБКіЦБ НААН, E-mail: svetlana19862010@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-4407-4293>;

РІЗНИК В.М.,

к.с.-г.н., с.н.с. лаб. гербології ІБКіЦБ НААН; E-mail: vladresnyk91@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1464-4929>;

МОШКІВСЬКА С.В.,

к.с.-г.н., с.н.с. лаб. гербології ІБКіЦБ НААН, E-mail: herbolohiya@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-1173-7086>; Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, вул. Клінічна, 25, Київ, 03110, Україна.

Постановка проблеми. Україна відноситься до країн, які лише частково забезпечують себе традиційними видами енергоресурсів і змушена імпортувати близько 65% викопних енергоносі-

їв. Сучасна енергетична політика України значною мірою базується на імпорті енергетичної сировини, ціна на яку постійно зростає, і ця тенденція посилюється з року в рік, оскільки видобуток викопних джерел енергії скорочується, а в найближчій перспективі запаси цих енергоносіїв будуть вичерпані. Енергетичні культури — це особливі рослини, які спеціально вирощують для використання в якості біопалива та / або подальшого виробництва енергії. До них відносять, зокрема, швидкоростучі дерева (плантації різних видів верби й тополі, павловнія) або інші види рослин (сорго, міскантус).

Вирощування енергетичних рослин отримало значний розвиток у багатьох країнах світу. Для прикладу, в Німеччині під енергетичними культурами (мається на увазі на енергетичні цілі, оскільки здебільшого вирощують кукурудзу та інші культури) зайнято близько 2,1 млн. га або 12,5% від усіх використаних загальом в країні сільськогосподарських угідь [1, 2, 3].

Павловнія — морозостійка та посухостійка рослина, що здатна повністю відновитися з кореня і рости в екстремальних умовах. Дерево не виснажує родючі шари ґрунтів. Тривалість життя — від 70 до 100 років [4]. Павловнію вирощують в Китаї понад 2000 років, в США — з 1800-х років, в Японії — з 1970 року. В сучасних умовах перспективи вирощування павловнії розглядаються в декількох аспектах, а саме: як цінної деревної, біоенергетичної, ґрунтозахисної та декоративної культури. Вирощування павловнії є дуже прибутковою справою. Цю рослину називають «чудо-дерево» або «деревонафтова свердловина». Павловнію названо рослину на честь нідерландської королеви Ганни Павлівни, дочки імператора Павла I. Також в павловнії існує й інша назва — «адамове дерево» — яку вона отримала завдяки великому листю, яке, на думку вчених, могло б служити одягом для Адама [5, 6]

Павловнія здатна виділяти значний обсяг кисню та інтенсивно поглинати вуглекислий газ. Потужна коренева система