

УДК 633.63:620.952

ДИНАМІКА НАКОПИЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНО КОРИСНИХ РЕЧОВИН ВІТЧИЗНЯНИМИ ГІБРИДАМИ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

РОЇК М.В., доктор с.-г. наук, професор, академік НААН

ГАНЖЕНКО О.М., кандидат техн. наук

КОНОНЮК Н.О., аспірант (Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН)

Постановка проблеми. Зростання уваги до відновлюваної енергії, накопиченої рослинами завдяки фотосинтезу, є загальносвітовою тенденцією, яка спрямована на збереження навколишнього середовища та зменшення залежності від викопних видів палива. Підтвердженням цього є підписання нової Кліматичної Угоди, що передбачає уповільнення темпів зростання середньорічної температури шляхом приведення в другій половині XXI століття викидів парникових газів до рівня, який природа здатна переробляти [1]. На сьогодні в Україні діє ряд законів, спрямованих на розвиток біоенергетики. Зокрема, Законом України «Про альтернативні види палива» передбачено поетапне збільшення нормативно-визначеної частки виробництва й застосування біопалива та сумішевого палива [2]. Діє Закон України «Про внесення змін до Закону України «Про електроенергетику» щодо стимулювання виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії» (№ 5485-VI, від 20.11.2012 р.) [3].

Цінним джерелом сировини для виробництва біоетанолу та біогазу для України є цукрові буряки (*Beta vulgaris*), які відзначаються високим потенціалом продуктивності [4, 5]. Незважаючи на перспективність використання біомаси цукрових буряків для виробництва різних видів біопалива, на сьогодні не обґрунтовано елементи технології вирощування енергетичних цукрових буряків, зокрема не встановлено оптимальні строки збирання біомаси з врахуванням динаміки накопичення енергетично корисних речовин у коренеплодах та гичці.

Тому метою досліджень було встановити динаміку накопичення енергетично корисних речовин у коренеплодах та гичці цукрових буряків вітчизняних

гібридів як сировини для виробництва біоетанолу та біогазу.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводились впродовж 2014–2016 рр. на полях Державного підприємства дослідного господарства «Саливонківське» (зона нестійкого зволоження Центрального лісостепу) за загальноприйнятими науковими та спеціальними агрономічними методами досліджень. Грунт — чорнозем типовий крупнопилуватого середньо-суглинкового механічного складу, з глибиною гумусового шару від 100 до 120 см та вмістом гумусу в орному шарі (0–30 см) — 3,9%, що характерно для малогумусних чорноземів. Реакція ґрунтового розчину — близька до нейтральної (рН сольової витяжки становить 6,5). Вміст лужногідролізованого азоту в орному шарі ґрунту — 13,4 мг (за Тюриним); рухомих форм фосфору — 16 мг (P₂O₅ за Кірсановим); обмінного калію — 9,6 мг на 100 г ґрунту (K₂O за Чіріковим). Середньорічна кількість опадів у місці проведення досліджень становить 538 мм, середня багаторічна температура повітря — +6,9 °С.

Дослідження проводили із високодуктивними гібридами цукрових буряків селекції ІБКіЦБ: Анічка, Була-

ва, БЦЧС 57, Весто, Злука, ІВП ЧС 84, ІЦБ 0801, Кварта, Константа, Олександрія, Ольжич, Патріот, Рамзес, Ромул, Софія, Український ЧС 72, Уманський ЧС 90, Уманський ЧС 97.

У 2014 році температура повітря в середньому за вегетаційний період перевищувала багаторічні дані на 0,82 °С. За кількістю опадів 2014 рік відзначився певною нерівномірністю випадання опадів. У квітні, травні та червні їх кількість перевищувала середні багаторічні показники на 19,7; 88,3 та 28,6 мм відповідно. У липні їх кількість була меншою за середні багаторічні показники на 9 мм. У серпні та вересні кількість опадів щодо багаторічних була більшою на 11,7 та 1,0 мм. У жовтні кількість опадів сягала 15,5 мм, що на 17,5 мм менше за середньо багаторічні дані (табл.). У 2015 році температура повітря за вегетаційний період була в середньому на 1,6 °С вищою за середні багаторічні показники, а кількість опадів — значно меншою. У квітні, травні, червні, липні та серпні кількість опадів була меншою за середні багаторічні показники на 34,5; 13,8; 44,3; 59,6 та 55,8 мм відповідно. Температура повітря у 2016 році в середньому за вегетаційний період була вищою

Таблиця

Метеорологічні умови проведення дослідів (2014–2016 рр.).

Місяці	Температура повітря, °С				Кількість опадів, мм			
	2014	2015	2016	багаторічні	2014	2015	2016	багаторічні
Квітень	9,8	9,3	11,9	8,4	66,7	12,5	59,4	47,0
Травень	16,1	16,2	14,8	14,8	134,3	32,2	95,2	46,0
Червень	17,2	19,6	19,8	17,8	101,6	28,7	37,7	73,0
Липень	21,0	21,0	21,2	19,0	76,0	25,4	24,5	85,0
Серпень	20,6	20,6	20,0	18,4	71,7	4,2	22,0	60,0
Вересень	14,2	17,9	15,1	13,8	36,0	42,7	4,6	35,0
Жовтень	7,0	6,7	6,9	7,9	15,5	34,5	59,3	33,0

на 1,37°C за середньо багаторічні показники. Кількість опадів у цьому році значно різнилася за місяцями. У квітні та травні випало 59,4 та 95,2 мм відповідно, що на 12,4 та 49,2 мм більше за середньо багаторічні показники. У літні місяці (червень, липень, серпень) опадів випало менше — 37,7; 24,5; 22,0 мм, що в 2–3 рази нижче за багаторічні дані. Вересень був дуже посушливим, кількість опадів становила 4,6 мм, що на 30,4 мм було менше за середні багаторічні значення. У жовтні випало 59,3, що майже вдвічі перевищує багаторічні показники.

Отже, кількість опадів у період проведення досліджень значно різнилася за роками. У дощовому 2014 році їх кількість за вегетаційний період становила 501,8 мм. У посушливому 2015 році — 180,2 мм, що вдвічі менше за середньо багаторічні показники. У 2016 році випало 302,7 мм опадів. В цілому, за таких погодних умов продуктивність та якість сучасних гібридів цукрових буряків мала високі показники.

Вихід біопалива (біоетанолу та біогазу) визначали розрахунковим методом за методичними рекомендаціями [6].

Результати досліджень. За допомогою кластерного аналізу, який проводили за виходом біопалива та енергії в різні періоди росту рослин, серед досліджуваних вітчизняних гібридів цукрових буряків було виділено групу гібридів (Кварта, Патріот, БЦ СЧ 57, Ромул та Софія), які є найбільш перспективними для біоенергетики (рис. 1). Тому в статті наводяться результати досліджень динаміки накопичення енергетично корисних речовин саме для цієї групи гібридів.

За результатами досліджень встановлено, що в різних гібридів цукрових буряків наростання листової маси відбувалася по різному (рис. 2). В основному, маса гички з однієї рослини інтенсивно наростала з III декади червня до III декади серпня й становила у гібридів: Софія — від 0,73 до 1,0 кг, Ромул — від 0,32 до 0,80 кг, Кварта — від 0,05 до 0,80 кг та БЦЧС 57 — від 0,28 до 0,60 кг, а в гібриду Патріот наростання маси гички (від 0,48 до 0,72 кг) інтенсивно відбувалося з III декади червня до II декади липня. З кінця серпня й до II декади жовтня відбувається значне зниження маси гички на одній рослині (на 0,18–0,48 кг) в усіх гібридів за рахунок відмирання (засихання) нижніх листків буряків.

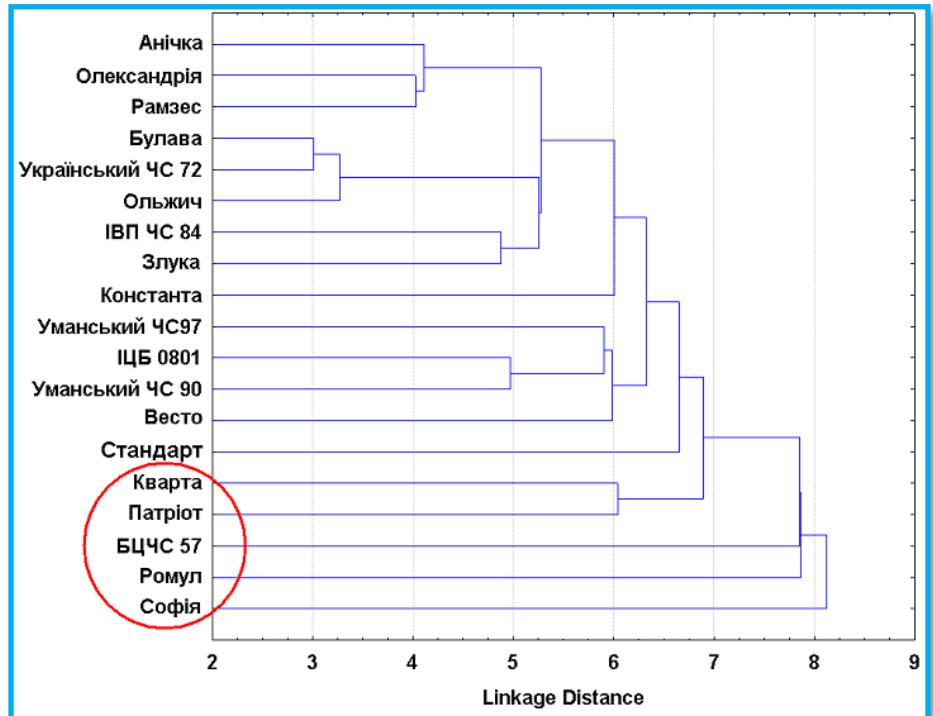


Рис. 1. Дерево кластеризації за показниками енергетичної продуктивності, ДПДГ «Саливонківське», 2014–2016 рр.

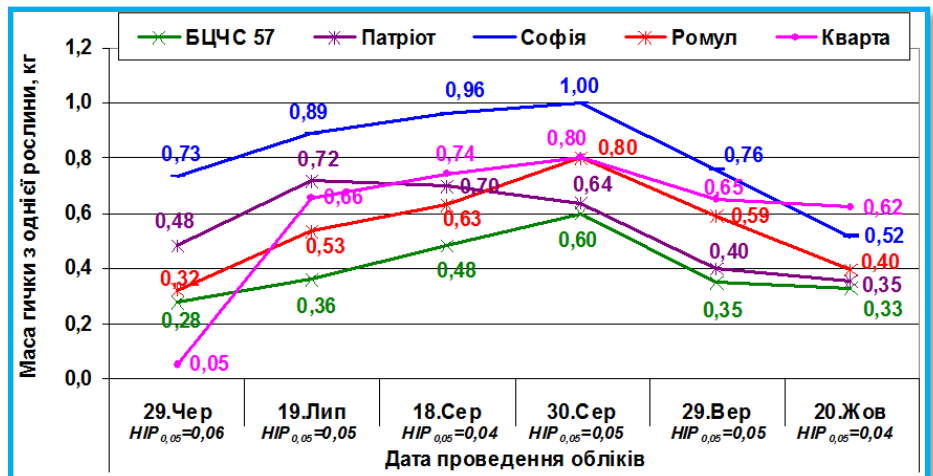


Рис. 2. Динаміка наростання маси гички, ДПДГ «Саливонківське», 2014–2016 рр.

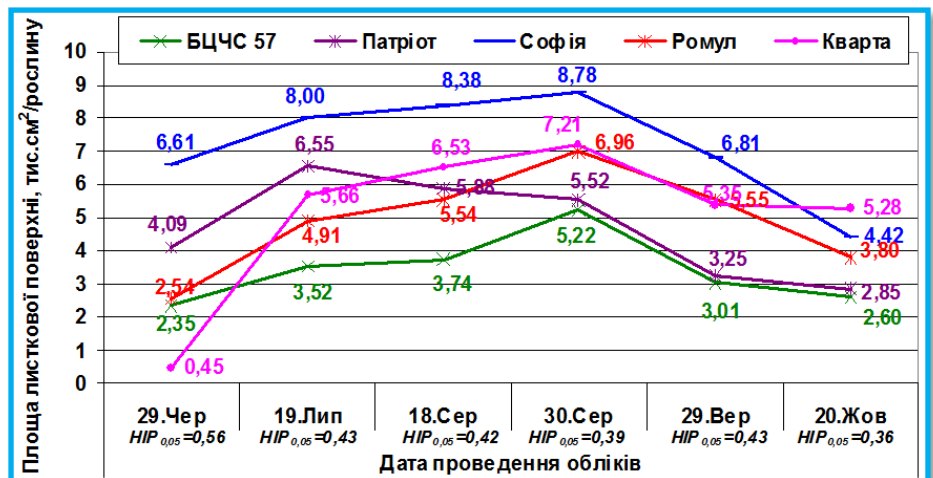


Рис. 3. Динаміка площі листової поверхні, ДПДГ «Саливонківське», 2014–2016 рр.

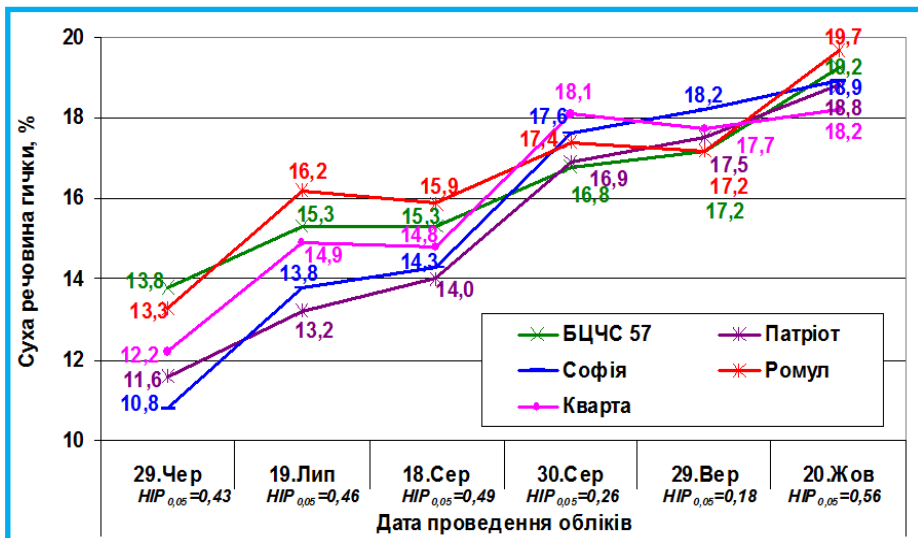


Рис. 4. Динаміка накопичення сухої речовини в гичці, ДПДГ «Саливонківське», 2014–2016 рр.

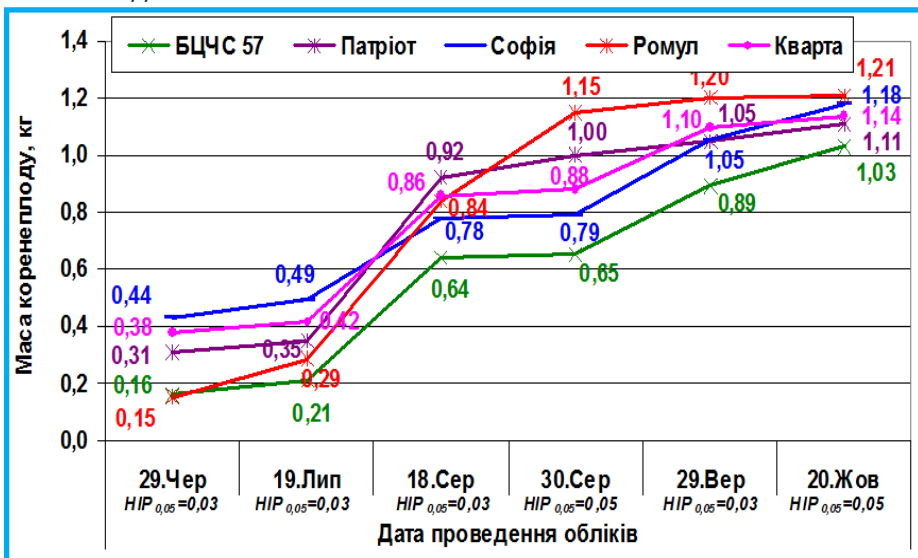


Рис. 5. Динаміка наростання маси коренеплоду, ДПДГ «Саливонківське», 2014–2016 рр.

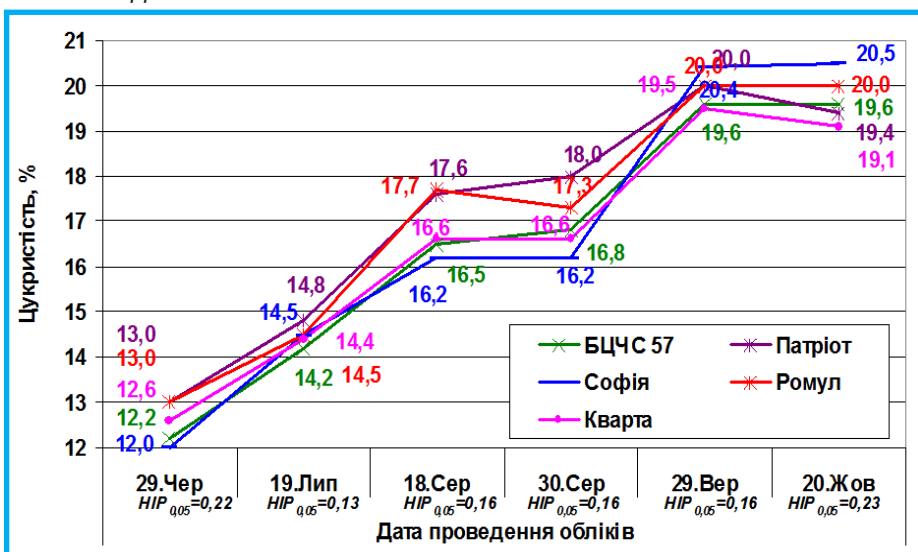


Рис. 6. Динаміка цукристості, ДПДГ «Саливонківське», 2014–2016 рр.

Дані досліджень свідчать, що площа листової поверхні рослин цукрових буряків наростала від появи листків, формуючи максимум у липні-серпні (рис. 3). В кінці червня найбільша площа листової поверхні спостерігалася в гібрида Софія — 6,61 тис.см²/рослину, найменша в гібрида Кварта — 0,45 тис.см²/рослину. У гібридів БЦЧС 57, Патріот та Ромул площа листової поверхні склала 2,35, 4,09 та 2,54 тис.см²/рослину відповідно. У II декаді липня площа листової поверхні збільшувалась у гібрида Софія на 1,39 тис.см²/рослину, Патріот — на 2,46 тис.см²/рослину, Ромул, БЦЧС 57 та Кварта — на 2,37, 1,17 та на 5,21 тис.см²/рослину відповідно. В кінці серпня площа листової поверхні сягала максимуму в усіх гібридів (Софія — 8,78; Кварта — 7,21; Ромул — 6,96; БЦЧС 57—5,22 тис.см²/рослину), крім гібрида Патріот, у якого площа листової поверхні з кінця липня зменшувалась.

У III декаді червня вміст сухої речовини в листі був найменшим і коливався в межах 10,8...13,8% (рис. 4). У подальшому, з липня місяця до кінця вересня, вміст сухої речовини поступово збільшувався (приблизно на 4,6%) і дорівнював 17,5%. У II декаді жовтня вміст сухої речовини був найбільшим і становив у середньому в досліді 19,6%.

Вивчаючи динаміку наростання маси коренеплоду впродовж всього вегетаційного періоду, бачимо, що з кінця червня й до збирання маса коренеплодів зростає та сягає максимуму в II декаді жовтня (рис. 5). В кінці червня маса коренеплоду була низкою й становила 0,15; 0,16; 0,31; 0,38 та 0,44 кг, відповідно, в гібридів Ромул, БЦЧС 57, Патріот, Кварта та Софія. В середині липня маса коренеплодів цих гібридів збільшилася в середньому на 20,7%, на середину та кінець серпня на 128,6...157,1%. В кінці вересня маса коренеплодів мала такі показники: гібрид Ромул — 1,20 кг, Кварта — 1,10 кг, Софія та Патріот — 1,05 кг і в гібрида БЦЧС 57—0,89 кг. Подальша вегетація до II декади жовтня суттєвої прибавки маси коренеплоду не забезпечила.

Найнижча цукристість сучасних гібридів цукрових буряків спостерігається у III декаді червня і в середньому по досліді дорівнює 12,7%. У II декаді липня цукристість була вищою на 1,8...2,5%. В кінці серпня цукристість підвищилась у середньому на 2,7%. Максимальна цукристість у цукрових буряках нако-

пичується в III декаді вересня й дорівнює: у гібрида Софія — 20,4%, у гібридів Патріот і Ромул — 20,0%, у гібридів Кварта і БЦЧС 57—19,5 і 19,6% (рис. 6). В середньому по досліді цей показник становить 19,9%. Як показали дослідження, цукристість гібридів цукрових буряків у II декаді жовтня суттєвого підвищення не мала й у середньому була 19,1%.

Вивчаючи динаміку накопичення сухої речовини в коренеплодах упродовж 2014–2016 років, відмічено, що найбільший її вміст зафіксовано у III декаді вересня й у середньому по досліді дорівнює 26,5%. Найнижчий вміст сухої речовини зафіксовано в III декаді червня — 17,72%. З кінця червня й до кінця серпня вміст сухої речовини в коренеплодах збільшувався в середньому на 6,34%. У III декаді вересня вміст сухої речовини був максимальним, у гібридів Патріот, Софія і Ромул дорівнював 26,5; 26,5 і 26,7% відповідно, а в гібридів Кварта та БЦЧС 57—26,1 та 26,4% (рис. 7). У подальшому приріст сухої речовини в коренеплодах не спостерігався.

Динаміка виходу біоетанолу з найбільш продуктивних гібридів цукрових буряків свідчить про недоцільність дуже ранніх строків збирання цукрових буряків для виробництва біоетанолу та біогазу (рис. 8). Оптимально раннім строком збирання цукрових буряків на біоетанол та біогаз є початок серпня.

Висновки

1. В умовах України цукрові буряки є найбільш перспективною культурою для виробництва біоетанолу та біогазу, яке має здійснюватись на модернізованих цукрових заводах. Виробництво біопалива з цукрових буряків дозволить відродити в Україні галузь буряківництва та розширити посівні площі, що позитивно вплине на структуру сівозмін. Однак, дотепер відсутня технологія вирощування цукрових буряків на енергетичні цілі. Зокрема, потребують уточнення сортовий склад та строки збирання енергетичних цукрових буряків.

2. У результаті кластерного аналізу було виділено групу гібридів цукрових буряків енергетичного напрямку використання — Кварта, Патріот, БЦЧС 57, Ромул та Софія, використання яких забезпечує найбільший вихід біопалива та енергії з одиниці площі.

3. Встановлено закономірності накопичення енергетично корисних речовин у коренеплодах та гичці цукрових буряків, що дозволить обґрунтувати раціональні строки збирання біомаси.

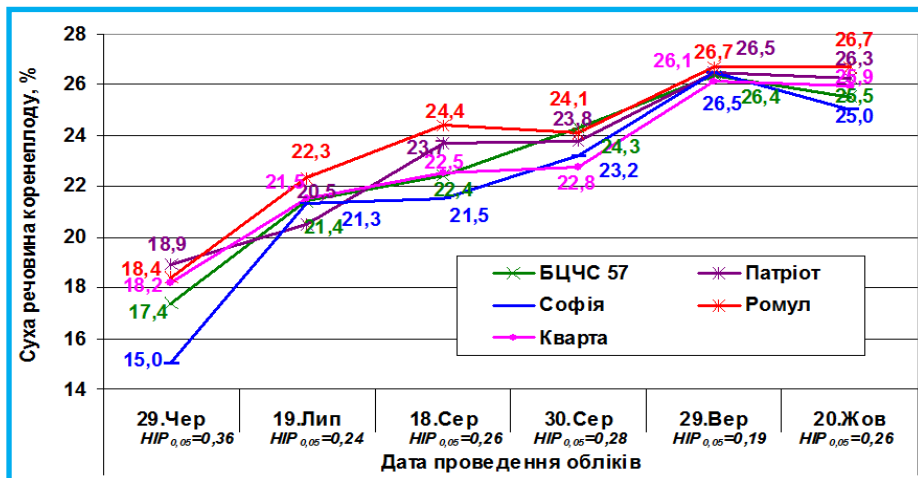


Рис. 7. Динаміка накопичення сухої речовини в коренеплодах, ДПДГ «Саливонківське», 2014–2016 рр.

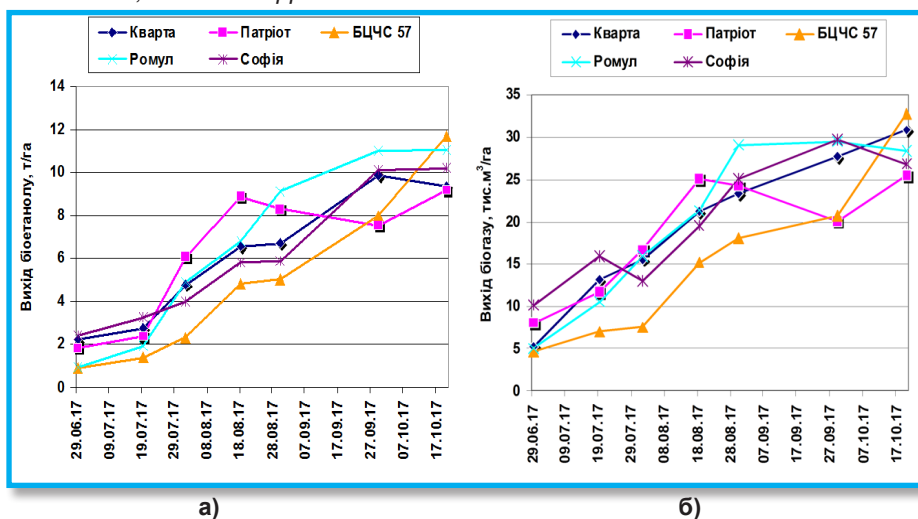


Рис. 8. Динаміка виходу біопалива з найбільш продуктивних гібридів цукрових буряків, ДПДГ «Саливонківське», 2014–2016 рр.: а) — біоетанолу; б) — біогазу.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Adoption of the paris agreement. Approved 12.12.2015 — Режим доступу <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf>
2. Про альтернативні види палива. — Закон України № 1391-VI від 21.05.2009 р. Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/1391-14>
3. Про внесення змін до Закону України «Про електроенергетику» щодо стимулювання виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії — Закон України № 5485-VI, від 20.11.2012 р.
4. Роїк М. В. Концепція виробництва біогазу з біоенергетичних рослин в Україні / М. В. Роїк, О. М. Ганженко, В. Л. Тимошук // Біоенергетика. — 2014. — № 2. — С. 6–8.
5. Курило В. Вирощування цукрових буряків на біопаливо / В. Курило, О. Ганженко, О. Хіврич // Пропозиція нова: український журнал з питань агробізнесу: інформаційний щомісячник. — 2014. — № 5. — С. 50–54
6. Методичні рекомендації з технології вирощування енергетичних цукрових буряків / [В. Л. Курило, О. М. Ганженко, О. Б. Хіврич та інші] — Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. — 32 с. ISBN978-617-7121-41-0

АНОТАЦІЯ

У статті проаналізовано динаміку накопичення енергетично корисних речовин у коренеплодах та гичці вітчизняних гібридів цукрових буряків. На основі проведеного аналізу виділено групу гібридів цукрових буряків енергетичного напрямку використання.

АННОТАЦІЯ

В статтю проаналізована динаміка накоплення енергетички полезных веществ в корнеплодах и ботве отечественных гибридов сахарной свеклы. На основе проведенного анализа выделена группа гибридов сахарной свеклы энергетического направления использования.

ABSTRACT

The article analyzes the accumulation dynamics for energy valuable substances in the tops and roots of domestic sugar beet hybrids. Based on the analysis, sugar beet hybrids for energy use were selected.