

3. Енергетична стратегія України на період до 2030 р. Директива Кабінету Міністрів № 145 від 15 березня 2006. – hnh://mpe.kmu.gov.ua/fue/control/uk/doccatalog/list?currDir=50358

4. Кургак В.Г. Лучні агрофітоценози. – К.: ДІА, 2010. – 374 с.

5. Методи визначення енергоємності і поживності, К.: Держспоживстандарт України, 2009. – 15 с.

Аннотація

Кургак В.Г., Левковський А.Н., Ефремова Г.В., Лещенко О.М.

Биоэнергетический потенциал многолетних травянистых фитоценозов Украины

Представлено биоэнергетический потенциал природных кормовых угодий и многолетних травянистых культур. Установлено влияние видового и сортового состава на энергетическую продуктивность сеяных луговых травостоев, а также продуктивность различных видов многолетних энергетических культур.

Ключевые слова: многолетние травянистые фитоценозы, биоэнергетика, биомасса, энергетический потенциал, природные кормовые угодья, продуктивность.

Annotation

Kurgak V., Levkovsky A., Efremova G., Leschenko O.

Bioenergy potential of perennialherbosaof Ukraine

The research presents bioenergy potential of natural grasslands and perennialherbosa. The research establishes the effect of species and varietal composition on energy productivity of seeded meadow grass stands, as well as the productivity of various species of perennial energy crops.

Keywords: perennial herbosa, bioenergy, biomass energy potential, natural grasslands, productivity.

Отримано редакцією 02.10.13

УДК 633.63: 620.952

КУРИЛО В.Л., доктор с.-г. наук, професор,

Національна академія аграрних наук України

ГАНЖЕНКО О.М., кандидат техн. наук, с.н.с.,

ДУБОВИЙ Ю.П., кандидат с.-г. наук, с.н.с.,

МАКАРЕНКО А.С., аспірант

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН

e-mail: ganzhenko@list.ru

ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ ЗАЛЕЖНО ВІД ГУС- ТОТИ СТОЯННЯ РОСЛИН

Представлено результати досліджень з впливу густоти стояння рослин цукрових буряків сорту Білоцерківський 45 та гібрида Олександрія на вихід біоетанолу та біогазу, а також на загальний вихід енергії.

Ключові слова: цукрові буряки, густина стояння рослин, біоетанол, біогаз, вихід енергії.

Вступ. Україна лише частково забезпечує себе власними енергоресурсами і змушена перекидати енергодефіцит за рахунок імпорту. За даними Міністерства доходів і зборів за 2012 рік на територію України було ввезено 6,97 млн.т. нафти і нафтопродуктів на 8,84 млрд. \$, що більше 10% від загальних обсягів імпорту [1]. Отже, зменшення використання нафтопродуктів за рахунок широкого впровадження палив з біологічними компонентами дозволить зменшити енергетичну залежність держави та покращити екологічний стан довкілля.

Законодавством України передбачено поетапне збільшення частки виробництва і застосування біопалива. Зокрема у бензини з 2013 року рекомендується додавати не менше 5 % біоетанолу. Починаючи з 2014 року п'ятивідсоткова частка біоетанолу стає обов'язковою і зростає до 7% з 2016 року [2]. Для реалізації положень цього закону, враховуючи внутрішнє споживання бензинів на рівні 4,2 млн.т., необхідно щорічно виробляти до 300 тис.т. біоетанолу [3]. Суттєвим стимулом для розвитку біоенергетики в Україні є впровадження «зеленого» тарифу для електроенергії, виробленої з біогазу [4]. Так, починаючи з квітня 2013 року і до кінця 2014 року коефіцієнт "зеленого" тарифу становитиме 2,3, тобто електроенергія, вироблена з біогазу, буде закуповлюватись енергопостачальниками за ціною у 2,3 раза вищою ніж роздрібна ціна для споживачів другого класу. Таким чином в Україні створено сприятливе законодавче поле для нарощування обсягів виробництва біоетанолу та біогазу.

Цінним джерелом сировини для виробництва біоетанолу є цукроносні культури (цукрові та кормові буряки, цукрове сорго, та інші). Найбільш ефективною традиційною для України цукроносною культурою для виробництва біоетанолу є цукрові буряки. З одного гектара цукрових буряків (за урожайності 60 т/га та цукристості 16%) можна отримати понад 4,3 т/га біоетанолу. Для автомобілів, двигуни яких переобладнано на використання біоетанолу, такої кількості біопалива вистачить на 68,4 тис.км.

Однак, на сьогодні відсутня адаптована до ґрунтово-кліматичних умов України технологія вирощування енергетичних цукрових буряків, як сировини для виробництва біопалива, зокрема не вивчено вплив густоти стояння рослин цукрових буряків на їх енергетичну продуктивність.

Матеріали та методика досліджень. Експериментальні дослідження проводились упродовж 2010-2012 років на полях Білоцерківської дослідно-селекційної станції (зона Лісостепу України). Вивчали вплив густоти стояння рослин цукрових буряків сорту Білоцерківський 45 та гібрида Олександрія на розрахунковий вихід біопалива та енергії.

Дослідження проводили на чорноземі типовому глибокому малогумусному середньо суглинковому. Вміст гумусу в орному (0-30 см) шарі ґрунту – 3,75 %, азоту легкогідролізованого – 11,7, рухомого фосфору (за Чиріковим) – 26,4, обмінного калію – 15,4 мг/100 г ґрунту, гідролітична кислотність – 2, 74 мг-екв/100 г ґрунту.

Температурні показники у період вегетації за всі роки досліджень були вищими від середніх багаторічних (табл. 1). Особливо це відчувалось у літні місяці, коли середньомісячна температура повітря була на 3-5 °С вищою від середньої багаторічної. Роки досліджень виявились строкатими за волого забезпеченням.

Отже, погодні умови в роки проведення досліджень були типовими для зони Лісостепу України як за середніми багаторічними показниками, так і за ступенем відхилення від них в окремі роки та в загальному були сприятливими для вирощування цукрових буряків, як енергетичної культури.

Таблиця 1

Погодні умови за вегетаційний період вирощування буряків цукрових

Місяць	Середньомісячні значення			
	2010 р.	2011 р.	2012 р.	середнє багаторічне
Квітень	9,9 / 34,0	9,6 / 20	11,8 / 71,7	8,4 / 47
Травень	16,9 / 50,1	15,8 / 52	18,2 / 6,8	14,9 / 46
Червень	21,2 / 59,6	20,1 / 135	20,1 / 39,8	17,8 / 73
Липень	23,1 / 102,0	21,4 / 115	22,4 / 58,9	19,0 / 85
Серпень	23,7 / 17,8	19,0 / 59	19,8 / 91,8	18,4 / 60
Вересень	14,5 / 29,6	14,6 / 19	16,4 / 20,4	13,8 / 35
Жовтень	6,0 / 33,1	7,0 / 63	10,3 / 42,9	7,8 / 33

Примітка: в чисельнику – температура повітря, °С; в знаменнику – сума опадів, мм

Результати досліджень. За результатами досліджень встановлено, що ріст і розвиток рослин цукрових буряків сорту Білоцерківський 45 протягом періоду вегетації проходив не

рівномірно. Найбільш активне наростання листового апарата відбувалося з весни до липня місяця, коли листові маса перевищила масу коренеплодів вдвічі і більше. Так, станом на кінець липня маса листків на одній рослині за густоти стояння рослин 70 тис.шт./га була найбільшою і становила 624 г (рис. 1 а). Дещо меншою була маса листового апарата за густоти стояння 110 тис.шт./га і становила 576 г. Найменша кількість листя на одній рослині (401 г) була за найбільшої густоти стояння рослин цукрових буряків – 150 тис.шт./га. Але вже на час збирання (кінець вересня) різниця за масою листового апарата однієї рослини цукрових буряків сорту Білоцерківський 45 за різної густоти стояння рослин була не значною і коливалась у межах 209...263 г.

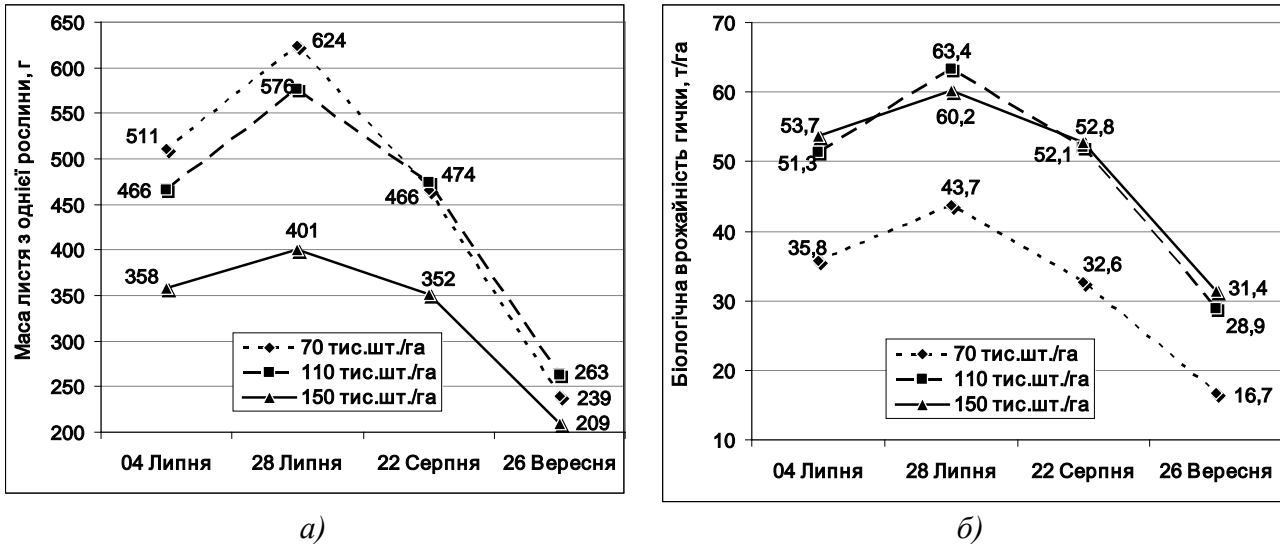


Рис. 1. Динаміка приросту листової маси цукрових буряків сорту Білоцерківський 45: а) – на одній рослині; б) – на одному гектарі.

Найбільша врожайність гички (63,4 т/га) сорту Білоцерківський 45 спостерігалась у кінці липня за густоти стояння рослин 110 тис.шт./га (рис. 1 б). Дещо нижчою була врожайність гички (60,2 т/га) за густоти стояння рослин 150 тис.шт./га. Незважаючи на те, що маса листового апарата з 1 рослини за густоти стояння рослин 70 тис.шт./га була найбільшою, врожайність гички станом на кінець липня на цьому варіанті була найменшою і становила 43,7 т/га. Ця тенденція збереглася і на час збирання. За густоти стояння 150 тис.шт./га врожайність гички становила 31,4 т/га, за густоти 110 тис.шт./га – 21,9 т/га і за густоти 70 тис.шт./га – 16,7 т/га.

Ріст і розвиток листового апарата цукрових буряків гібрида Олександрія відбувався інтенсивніше, ніж сорту. Так, станом на кінець липня маса листя за густоти стояння рослин 70 тис.шт./га була найбільшою і становила 683 г, що на 59 г більше ніж у сорту Білоцерківський 45. Найменшою маса листового апарата однієї рослини гібрида Олександрія (457 г) була за густоти стояння рослин 150 тис.шт./га (рис. 2 а). Проте, на час збирання (кінець вересня) різниця за масою листя з однієї рослини гібрида Олександрія за різної густоти стояння рослин була не значною і коливалась у межах 193...240 г.

Найбільша врожайність гички (68,6 т/га) гібрида Олександрія спостерігалась в кінці липня за густоти стояння рослин 150 тис.шт./га (рис. 2 б). Дещо нижчою була врожайність гички (68,0 т/га) за густоти стояння рослин 110 тис.шт./га. Незважаючи на те, що маса листового апарата однієї рослини за густоти стояння рослин 70 тис.шт./га була найбільшою, врожайність гички на цьому варіанті була найменшою і становила 47,8 т/га. Ця тенденція збереглася і на час збирання. За густоти стояння рослин 150 тис.шт./га врожайність гички становила 29,0 т/га, за густоти 110 тис.шт./га – 24,8 т/га і за густоти 70 тис.шт./га – 16,8 т/га.

Інтенсивність наростання листового апарата як у сорту, так і в гібрида, максимальною була в кінці фази змикання листків у рядках та на початку інтенсивного росту коренеплодів, а площа асиміляційної поверхні досягала максимуму на період інтенсивного росту коренеплодів, а потім зменшувалась у зв'язку з відмиранням листків нижніх ярусів.

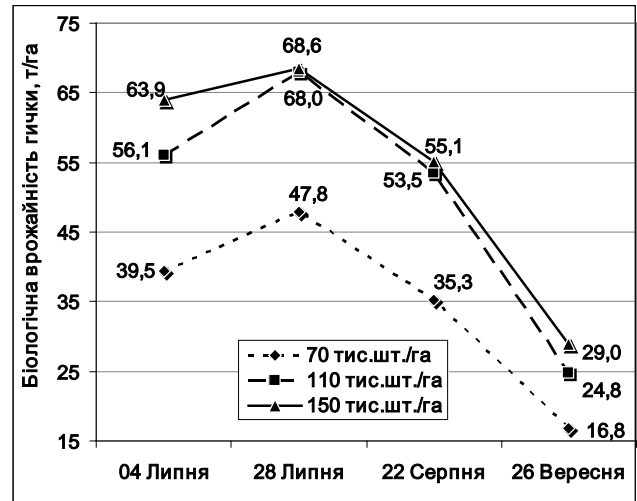
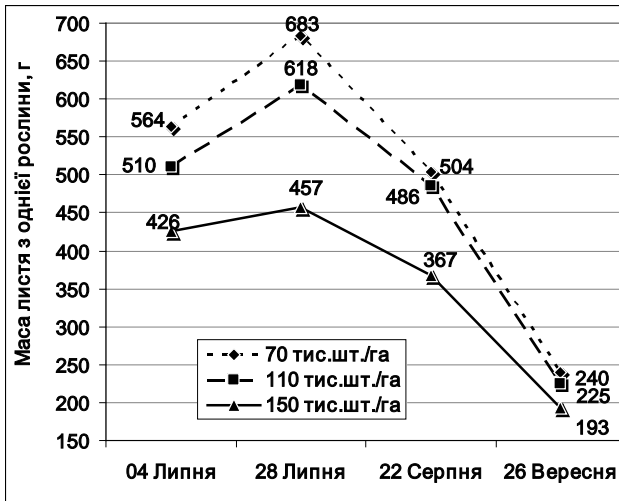


Рис. 2. Динаміка приросту листкової маси цукрових буряків гібрида Олександрія: а) – на одній рослині; б) – на одному гектарі.

Найбільш активне наростання маси коренеплоду відбувається в другій половині вегетації (кінець липня – початок серпня), коли листкова маса починає поступово зменшуватись. Так, на час збирання середня маса одного коренеплоду сорту Білоцерківський 45 за густоти стояння рослин 70 тис.шт./га була найбільшою і становила 609 г (рис. 3 а). Меншою була середня маса коренеплоду за густоти стояння 110 тис.шт./га і становила 524 г. Найменшою середня маса коренеплоду (356 г) була за найбільшої густоти стояння рослин цукрових буряків 150 тис.шт./га.

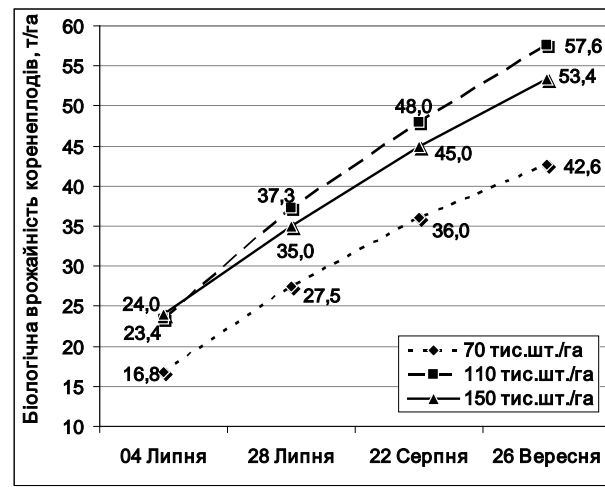
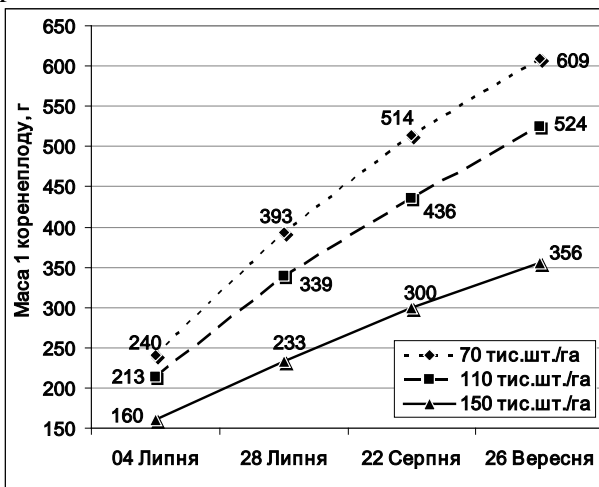


Рис. 3. Динаміка маси коренеплодів залежно від густоти стояння цукрових буряків сорту Білоцерківський 45: а) – на одній рослині; б) – на одному гектарі.

Найбільша біологічна врожайність коренеплодів (57,6 т/га) сорту Білоцерківський 45 спостерігалась за густоти стояння рослин 110 тис.шт./га (рис. 3 б). Дещо нижчою (53,4 т/га) була врожайність коренеплодів за густоти стояння рослин 150 тис.шт./га. Незважаючи на те, що середня маса одного коренеплоду цукрових буряків за густоти стояння рослин 70 тис.шт./га була найбільшою (609 г), урожайність коренеплодів на цьому варіанті була найменшою і становила 42,6 т/га.

Ріст і розвиток рослин цукрових буряків гібрида Олександрія був інтенсивнішим, ніж сорту. Так, станом на час збирання середня маса коренеплоду за густоти стояння рослин 70 тис.шт./га була найбільшою і становила 682 г, що на 73 г більше за середню масу коренеплоду сорту Білоцерківський 45 (рис. 4 а). Меншою була середня маса коренеплоду за густоти стояння 110 тис.шт./га і становила 568 г, що на 44 г менше маси коренеплоду сорту Біло-

церківський 45. Найменшою (401 г) була середня маса коренеплоду гібрида Олександрія за густоти стояння рослин 150 тис.шт./га.

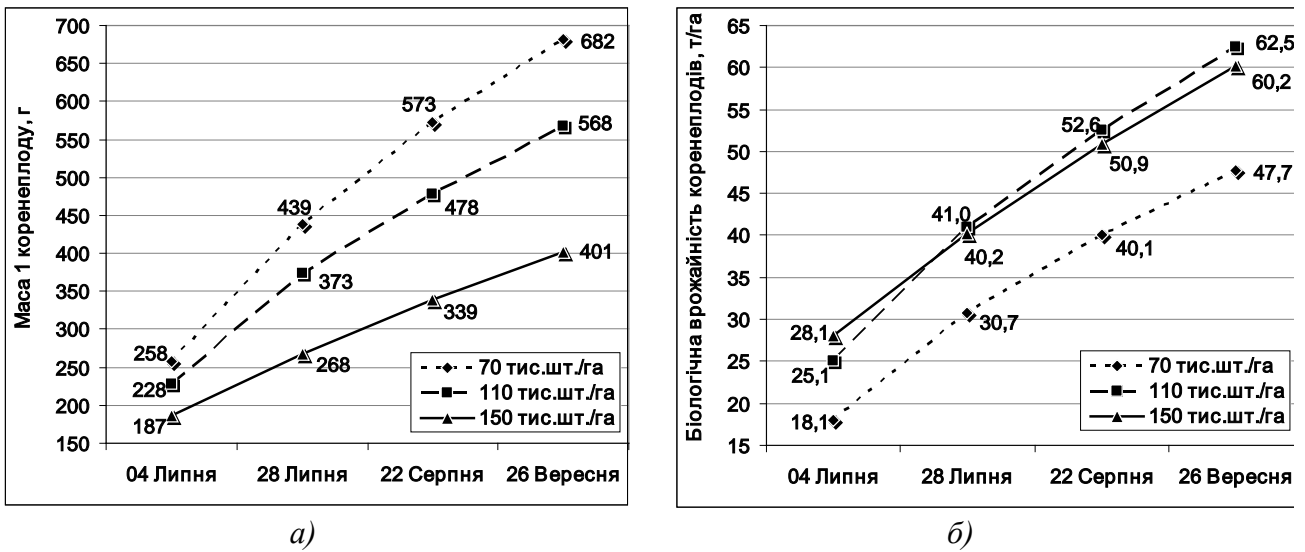


Рис. 4. Динаміка маси коренеплодів залежно від густоти стояння цукрових буряків гібрида Олександрія: а) – на одній рослині; б) – на одному гектарі.

Найбільша біологічна врожайність коренеплодів (62,5 т/га) гібрида Олександрія спостерігалась за густоти стояння рослин 110 тис.шт./га (рис. 4 б). Дещо нижчою (60,2 т/га) була врожайність коренеплодів за густоти стояння рослин 150 тис.шт./га. Незважаючи на те, що середня маса одного коренеплоду цукрових буряків за густоти стояння рослин 70 тис.шт./га була найбільшою (682 г), біологічна врожайність коренеплодів на цьому варіанті була найменшою і становила 39,6 т/га.

Найбільша фактична врожайність цукрових буряків сорту і гібрида досягнута за густоти стояння рослин 110 тис.шт./га і становить відповідно 49,0 т/га та 53,1 т/га (табл. 2). Гібрид Олександрія виявився також продуктивнішим за врожайністю гички. Найбільша цукристість була в сорту Білоцерківський 45 та гібрида Олександрія за густоти стояння рослин 150 тис.шт./га, що відповідно становить 17,9 та 17,2 %.

Таблиця 2.

Продуктивність цукрових буряків та вихід біопалива і енергії залежно від густоти стояння рослин (Білоцерківська ДСС 2010-2012 рр).

Показники	Білоцерківський 45			Гібрид Олександрія		
	Густота стояння рослин на час збирання, тис. шт./га					
	70	110	150	70	110	150
Урожайність коренеплодів, т/га	38,4	49,0	42,7	43,0	53,1	48,1
Урожайність гички, т/га	13,4	23,1	25,1	13,4	19,8	23,2
Цукристість коренеплодів, %	15,7	17,4	17,9	15,2	16,3	17,2
Вихід біоетанолу з коренеплодів, кг/га	2765	3913	3510	2998	3973	3799
Вихід біогазу з гички, м ³ /га	1405	2430	2633	1411	2079	2432
Вихід енергії з коренеплодів, ГДж/га	69,12	97,82	87,75	74,94	99,33	94,97
Вихід енергії з гички, ГДж/га	30,64	52,98	57,41	30,76	45,32	53,01
Загальний вихід енергії, ГДж/га	99,76	150,80	145,16	105,71	144,66	147,99

Максимальний вихід біоетанолу досягався за густоти стояння рослин 110 тис.шт./га, при цьому різниця між сортом і гібридом була не істотною. Це пояснюється тим, що незважаючи вищу врожайність коренеплодів гібрида Олександрія сорт Білоцерківський 45 мав вищу цукристість.

Найбільший розрахунковий вихід біогазу з гички цукрових буряків отримано за густоти стояння рослин 150 тис.шт./га, що пояснюється збільшенням урожайності гички із збільшен-

ням густоти стояння. За густоти стояння 150 тис.шт./га із гички сорту Білоцерківський 45 можна отримати понад 2,6 тис.м³/га біогазу, а із гички гібрида Олександрія – понад 2,4 тис.м³/га.

Максимальний сумарний вихід енергії (150,8 ГДж/га) з коренеплодів та гички отримано з цукрових буряків сорту Білоцерківський 45 за густоти стояння рослин 110 тис.шт./га. Для гібрида Олександрія збільшення густоти стояння рослин з 110 до 150 тис.шт./га призвело до незначного підвищення виходу енергії з 144,7 до 148,0 ГДж/га.

Висновки. Найбільша врожайність коренеплодів сорту Білоцерківський 45 (49,0 т/га) та гібрида Олександрія (53,1 т/га) досягалася за густоти стояння рослин 110 тис.шт./га. Незважаючи на те, що врожайність коренеплодів гібрида Олександрія була вищою ніж сорту Білоцерківський 45 розрахунковий вихід біоетанолу був майже однаковим, оскільки цукристість коренеплодів сорту була вищою.

Максимальний розрахунковий вихід біогазу з гички на час збирання цукрових буряків можна отримати за густоти стояння рослин 150 тис.шт./га. В загущених посівах із гички сорту Білоцерківський 45 можна отримати понад 2,6 тис.м³/га біогазу, а із гички гібрида Олександрія – понад 2,4 тис.м³/га.

Найбільший сукупний вихід енергії (150,8 ГДж/га) можна отримати з цукрових буряків сорту Білоцерківський 45 за густоти стояння рослин 110 тис.шт./га. Дещо нижчим є сукупний вихід енергії з коренеплодів та гички гібрида Олександрія (148 ГДж/га) за густоти стояння рослин 150 тис.шт./га. Зменшення густоти стояння рослин гібрида до 110 тис.шт./га призводить до недобору енергії в розмірі 3,3 ГДж/га.

Список використаних літературних джерел

1. Україна у 2012 році імпортувала нафту і нафтопродукти на 8,8 млрд дол. <http://economics.unian.net/ukr/news/153610-ukrajina-u-2012-rotsi-importovala-naftu-i-naftoproducti-na-88-mlrd-dol.html>
2. Про внесення змін до деяких законів України щодо виробництва та використання моторних палив з вмістом біокомпонентів. – Закон України №4970-VI від 19.06.2012 р.
3. Роїк М.В. Біоенергетика в Україні: стан та перспективи розвитку / М.В. Роїк, В.Л. Курило, М.Я. Гументик, О.М. Ганженко // Біоенергетика. – 2013. – №1. – С. 5-10.
4. 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.

Аннотація

Курило В.Л., Ганженко А.Н., Дубовий Ю.П., Макаренко А.С.

Энергетическая эффективность сахарной свеклы в зависимости от густоты стояния растений

Приведены результаты исследований влияния густоты стояния растений сахарной свеклы сорта Белоцерковский 45 и гибрида Александрия на выход биоэтанола и биогаза, а также на общий выход энергии.

Ключевые слова: сахарная свекла, густота стояния растений, биоэтанол, биогаз, выход энергии.

Annotation

Kurylo V., Hanzhenko O., Duboviy J., Makarenko A.

Energy efficiency of sugar beet, depending from plants population.

There are results of research effect of density of plants of sugar beet sort "Belotserkovskyy 45" and hybrid "Alexandria" on output bioethanol, biogas and the total energy.

Key words: sugar beet, plant population, bioethanol, biogas, energy output.

Отримано редакцією 26.09.10