

СВІТОВІ ТЕНДЕНЦІЇ ВИРОБНИЦТВА БІОЕТАНОЛУ ТА ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ ЦЬОГО В УКРАЇНІ ЯК СИРОВИНИ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ ТА ЦИКОРІЮ КОРЕНЕПЛІДНОГО

О. В. Єщенко, кандидат сільськогосподарських наук
Уманський національний університет садівництва
О. А. Манько, кандидат сільськогосподарських наук
Уманська ДСС ІБКіЦБ НААН України

Приведено огляд стану виробництва та використання біоетанолу у світі та необхідність і перспективи його виробництва в Україні. Наводяться дані про використання як сировини коренеплодів буряків і розрахункові дані виходу біоетанолу з селекційних матеріалів, створених співробітниками Уманського НУС та ВНІС. Приведено результати трирічних досліджень Уманської ДСС щодо використання як сировини коренеплодів цикорію коренеплідного різного походження.

Ключові слова: біоетанол, селекція, буряк цукровий, цикорій коренеплідний.

Постановка проблеми. Основою незалежності будь-якої країни є її енергетична незалежність. Яскравим прикладом недоліків безальтернативного постачання енергоносіїв є стан газопостачання нашої держави минулих років. Тому кожна країна повинна мати кілька джерел постачання енергоносіями.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На фоні загрози вичерпання запасів викопних джерел енергії і, відповідно, їх значним подорожчанням в найближчому майбутньому гостріше постає питання отримання та використання відновлюваних джерел енергії. Поряд з необхідністю ширшого використання енергії вітру та води для країн з розвиненим аграрним сектором доцільним є використання рослинницької сировини для отримання біоетанолу та біодизеля. Щораз більші обсяги виробництва біоетанолу потребують використання найефективнішої сировини для його виробництва. Необхідність використання різних видів біосировини для виробництва біоетанолу та їх ефективність у своїх наукових працях розглядають провідні науковці, зокрема В.В. Хареба [1], Я.Б. Блюм, Г.Г. Гелетуха, І.П. Григорюк та ін [2], Г.М. Калетнік [3], М.П. Ковалко, О.М. Ковалко [4], М.В. Роїк, В.Л. Курило, О.М. Ганженко та ін. [5] та багато інших. Однак вибір сировини для виробництва біоетанолу в умовах України та спосіб її переробки має дискусійний характер, що зумовлює актуальність даної теми.

Методика досліджень. Метою даної роботи є аналіз сучасного виробництва біоетанолу у світі та Україні. Для цього використовувались такі методи, як аналіз, синтез і узагальнення. Для обґрунтування ефективності використання буряків цукрових та цикорію коренеплідного як

біосировини для виробництва біоетанолу в Україні використовували метод аналогії. Буряки цукрові та цикорій коренеплідний у дослідах вирощували за методикою держсортотипування. Розрахунок виходу біоетанолу проводили за приведеними в результативній частині формулами.

Результати досліджень. Важливим стимулом для розвитку новітніх технологій біоенергоконверсії є також потенційна можливість зменшення викидів у атмосферу вуглекислого газу за рахунок розширення споживання біоетанолу та біодизеля, покращення властивостей пального за рахунок біологічних добавок. Тому зараз у світовому виробництві моторних палив пріоритетним напрямом є виробництво біологічних видів – біоетанолу, ЕТВЕ (етил-трет-бутилового етеру), біодизелю, біогазу тощо. Цьому сприяє наявність майже шестисот спеціалізованих заводів із виробництва етанолу загальною потужністю більше восьмидесяти млн. т. Найбільшими світовими виробниками біоетанолу зараз є США (54,3 %) та Бразилія (33,7 %). Частка решти країн значно менша і в Китаї, зокрема, виробляється 2,8 % від загальної кількості, у Канаді – 1,8 %, а інших країнах разом узятих – 7,4% (рис.).

Виробництво біоетанолу у світі

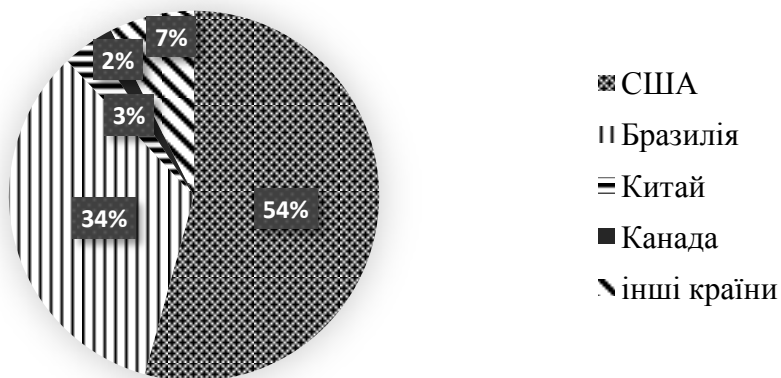


Рис. Частка окремих країн у світовому виробництві біоетанолу, [1].

Згідно прогнозу Міжнародного Енергетичного Агентства надалі виробництво біоетанолу зростатиме і на 2020 р. в світі складатиме 158–252 млн. т.

У структурі енергетичного балансу України зараз переважають традиційні види палива, зокрема імпортовані нафтопродукти. Тому важливим завданням є заміщення їх нетрадиційними, насамперед біоетанолом. Цьому сприяє і законодавчо-нормативна база України, представлена п'ятьма Законами України, Указом Президента України, двома Постановами та Розпорядженням Кабінету Міністрів, Податковим кодексом України, Державною програмою “Етанол”, затвердженою Постановою Кабінету Міністрів та Програмою розвитку спиртової галузі, затвердженою Міністерством аграрної політики та продовольства України. Протягом останніх років виробництво біоетанолу та добавок на основі біоетанолу налагоджено та здійснюється на ДП “Наумівський спиртовий завод”, ДП “Гайсинський спиртовий завод”, ДП “Лужанський експериментальний завод” та на Хоростківському МПД ДП “Укрспирт”. Однак на інших заводах біоетанол ще не виробляють, хоча сумарна потужність спиртових заводів в

Україні складає 58,3 млн. дал./рік при потребі внутрішнього споживання спирту етилового 23,0 млн. дал. і експорті – 7,5 млн. дал. Тобто, потужності заводів завантажені лише близько 40% і додаткове виробництво призведе лише до підвищення рентабельності їх експлуатації.

В Україні розпочато роботу з дослідження ефективності отримання біоетанолу з продукції різних сільськогосподарських культур. Чи не найвищим є вихід біоетанолу з одиниці площі при вирощуванні буряків цукрових. Зокрема з буряків сорту Білоцерківський однонасінний 45 вихід становить майже 3,5 т/га і біогазу з гички – 2,8 тис. м³/га., а гібриду Олександрія – відповідно 3,5–3,7 т/га і 1,7–2,0 тис. м³/га. Тому, на нашу думку, слід створювати нові високопродуктивні сорти і гібриди шляхом схрещування високопродуктивних ди- та тетраплоїдних кормових буряків з високоцукристими формами для формування максимальної кількості цукру на одиниці площі. При цьому відпадає потреба у доборі гібридних комбінацій за показниками якості отриманої сировини, що визначають заводський вихід цукру, тому що важливим буде загальний вміст сухих речовин та цукру зокрема.

Роботи в даному напрямі було розпочато нами у 2008 р. на базі кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського національного університету садівництва з селекційними матеріалами Всеукраїнського наукового інституту селекції. Було проведено схрещування між тетраплоїдними формами буряків кормових з донорами стійкості до гліфосатів а також високоцукристих чоловічостерильних однонасінних форм з раніше отриманими гібридами кормових буряків, стійкими до гербіцидів суцільної дії.

В результаті проведених робіт отримано ряд гібридних комбінацій, що характеризуються високою продуктивністю та стійкістю до гліфосатів. З цими формами проводяться подальші роботи з отримання стерильних аналогів, відновлювачів фертильності та закріплювачів стерильності для створення гібридів на стерильній основі. Окремі гібридні комбінації в умовах 2015 р. формували кількість цукру в урожаї, яка забезпечувала умовний вихід біоетанолу з гектара на рівні 3,8–4,2 т і акумуляцію енергії в ньому 95–105 ГДж/га.

Поряд із традиційними джерелами сировини для виробництва біоетанолу (зернові, буряки цукрові) доцільно використовувати і нетрадиційні енергетичні культури, зокрема топінамбур та цикорій коренеплідний, які мають низку переваг. Зокрема з 1 т коренеплідів цикорію при переробці можна отримати 80 кг біоетанолу, який відповідає всім вимогам і стандартам. Врожайність цикорію на рівні 40–45 т/га дозволить отримати 3,2–3,5 т/га спирту. За показником виходу біоетанолу з одиниці площі дана культура переважає пшеницю та наближається до картоплі. Технологія отримання спирту з цикорію коренеплідного була розроблена ще в 1934 році А.А. Фуксом. Інулін, що міститься в коренеплодах при гідролізі, переходить у фруктозу, яка легко зброджується в спирт. Процес переробки цикорію значно простіший, ніж крохмаловмісних продуктів – картоплі, кукурудзи, жита та інших зернових. Порядок обробки сировини і проміжних продуктів виробництва залишається таким же, як і з крохмаловмісної сировини. Разом з інуліном в цикорії міститься в вільному стані фруктоза і

глюкоза, які теж зброжуються. Гідроліз інуліну відбувається при нагріванні його водних розчинів в присутності мінеральних кислот (сірчана або соляна) при звичайному атмосферному тиску. При нагріванні розчинів інуліну під тиском без додавання мінеральних кислот, але в присутності слабких органічних кислот соку цикорію, також відбувається гідроліз.

Цикорієвий спирт-сирець за своїми якостями нічим не відрізняється від картопляного або хлібного, але його вихід при однакових умовах вищий, що обумовлено такими факторами:

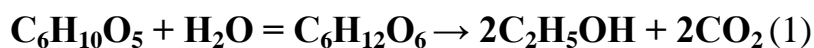
- гідроліз інуліну може бути здійснений до кінця на відміну від крохмаловмісної сировини, адже частина крохмалю і декстрину залишається не зброженою;

- проміжні продукти, що утворюються при гідролізі інуліну, подібні декстринам і зброжуються як фруктоза в спирт, що це збільшує вихід спирту;

- вихід спирту залежить також від тривалості бродіння та його ефективності. Інулін зброжується за 30 годин проти 72, що характерно для крохмаловмісних продуктів.

Цикорій може замінити не тільки крохмаловмісні культури для отримання спирту, але і має ряд переваг. Повне їх використання на спиртових заводах дозволить в значній мірі упростити і здешевити процес і тим самим дати для промислових цілей дешевий спирт.

Показник, який би охарактеризував вирощування цикорію коренеплідного як біоенергетичної культури, є вихід біоетанолу та вихід енергії з одиниці площі. Для розрахунку виходу біоетанолу використовується хімічна формула гідролізу інуліну (1), який є джерелом біоетанолу в цикорії та бродіння фруктози яка отримується в результаті гідролізу:



Дфруктоза

Згідно цієї формули з 1 кг фруктози можна отримати 568 г біоетанолу і 432 г вуглекислого газу. Для розрахунку виходу біоетанолу з інуліну використовують формулу 2:

$$M = Y \cdot I_n \cdot b \cdot k / 100, \quad (2)$$

де M – вихід біоетанолу з 1 га коренеплідів цикорію, т/га;

Y – урожайність коренеплідів цикорію, т/га;

I_n – вміст інуліну в коренеплодах цикорію, %

b – коефіцієнт виходу біоетанолу з фруктози;

k – коефіцієнт заводського виходу біоетанолу.

Коефіцієнт b , який характеризує вихід біоетанолу з цукру, становить 0,57, заводський вихід спирту з інуліну за різними даними літературними становить 92–96%, тому коефіцієнт заводського виходу k приймаємо за 0,94.

Показник, що визначає кількість енергії в урожаї визначається з врахуванням енергоємності біоетанолу.

Аналізуючи дані продуктивності досліджуваних матеріалів цикорію коренеплідного (табл. 1) можна сказати, що у 2013 р. істотно вищу урожайність формували матеріали, що походять з CasselxFredonia порівняно з нащадками Slezka та Fredonia.

**1. Вихід біоетанолу та акумуляція в ньому енергії
при вирощуванні синтетичних популяцій різного походження (Уманська ДСС)**

Походження	Урожайність коренеплідів, т/га			Вміст інуліну, %			Вихід біоетанолу, т/га			Акумуляція енергії в біоетанолі, ГДж/га						
	2013р.	2014р.	2015р. Сє- реднє	2013р.	2014р.	2015р. Сє- реднє	2013р.	2014р.	2015р.	2013р.	2014р.	2015р. Сє- реднє				
Cassel	41,0	39,8	39,1	40,0	18,0	18,6	17,6	18,0	3,95	3,97	3,69	3,86	98,9	99,2	92,2	96,4
Slezka	40,3	40,6	39,2	40,0	17,8	18,3	18,0	18,0	3,84	3,98	3,78	3,86	96,1	99,5	94,5	96,4
Degaraad	41,0	39,7	40,0	40,2	17,9	18,2	17,9	18,0	3,93	3,87	3,84	3,88	98,3	96,8	95,9	96,9
Fredonia	40,1	39,5	38,9	39,5	18,0	18,4	18,0	18,1	3,87	3,89	3,75	3,83	96,7	97,4	93,8	95,8
Horpacea	40,9	40,6	39,0	40,2	18,1	18,5	18,0	18,2	3,97	4,02	3,76	3,92	99,2	100,6	94,0	98,0
Cassel x Fredonia	41,3	39,2	38,9	39,8	17,8	18,1	17,7	17,8	3,94	3,80	3,69	3,80	98,5	95,0	92,2	94,9
Cassel x Degaraad	40,9	39,6	39,9	40,1	17,9	18,0	17,9	17,9	3,92	3,82	3,83	3,85	98,1	95,5	95,7	96,1
Slezka x Fredonia	41,0	40,3	39,1	40,1	18,1	18,6	17,6	18,1	3,98	4,02	3,69	3,89	99,4	100,4	92,2	97,2
<i>HIP</i> ₀₅	0,94	0,20	0,33	-	0,68	1,0	1,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Решта матеріалів не відрізнялись за урожайністю. У 2014 р. істотних відмінностей між окремими варіантами було більше. Однак нащадки Cassel x Fredonia цього року виявились найменш продуктивними, в той час як нащадки Slezka виявились найкращими. У 2015 р. найменш продуктивними знову виявились нащадки Cassel x Fredonia та Fredonia – 38,9 т/га. В середньому за три роки за урожайністю коренеплодів цикорію жоден з матеріалів не виділився як кращий.

За показником вмісту інуліну в коренеплодах в жоден з років істотних відмінностей не було. В середньому за три роки найвищим його вміст виявився у коренеплодах нащадків Нограсеа – 18,2 %. Ці ж матеріали забезпечили і найвищий вихід біоетанолу з одиниці площі – 3,92 т/га. Також високим був вихід біоетанолу при вирощуванні нащадків Slezka x Fredonia – 3,89 т/га. Враховуючи те, що показник акумуляції енергії розраховується з виходу біоетанолу з одиниці площі, то і розподіл селекційних матеріалів буде аналогічним.

Тому і найменше енергії (94,9 ГДж/га) акумулювалось у коренеплодах Cassel x Fredonia, у яких був найнижчий вміст інуліну і маса яких на одиниці площі формувалась чи не найменша. Найбільше – при вирощуванні нащадків Нограсеа – 98,0 ГДж/га.

Висновки. У всьому світі дедалі ширше як моторне пальне або добавки до нього використовується біоетанол. Виробництво його зростає щороку.

Україна має потребу і можливість замінити частину імпортованих нафтопродуктів біоетанолом, отриманим з власної сировини. Це не лише зменшить енергетичну залежність країни, але і здешевить моторне пальне, а, відповідно, вартість перевезення та всіх товарів і більшості послуг.

Сировиною для виробництва біоетанолу можуть бути як крохмаловмісні, так і цукровмісні культури. Найбільш перспективними з цукровмісних є буряк цукровий, кормовий та їх гібриди. Доцільно також використовувати нетрадиційні культури, такі як цикорій коренеплідний.

Окремі гібридні комбінації буряків в умовах 2015 р. формували в урожаї кількість цукру, яка забезпечувала умовний вихід біоетанолу з гектара на рівні 3,8–4,2 т.

При вирощуванні цикорію коренеплідного в умовах Уманської ДСС найвищий вихід біоетанолу з одиниці площі в середньому за останні три роки (3,92 т/га) був при вирощуванні нащадків Нограсеа. Найближчі до цих показників формували нащадки Slezka x Fredonia – 3,89 т/га.

Найменше енергії (94,9 ГДж/га) акумулювалось у біоетанолі з коренеплодів нащадків Cassel x Fredonia, у яких був найнижчий вміст інуліну і маса яких на одиниці площі формувалась чи не найменша.

Література

1. Хареба В.В. Наукові аспекти виробництва біоетанолу в Україні/ В.В. Хареба // Вісник цукровиків України – 2012. – № 5 (72).– С. 17–19.

2. Блюм Я.Б. Біологічні ресурси і технології виробництва біопалива: монографія / Я.Б. Блюм, Г.Г. Гелетуша, І.П. Григорюк та ін. – К.: “Аграр Медія Груп”, 2010. – 408 с.

3. Калетнік Г.М. Біопаливо. Продовольча, енергетична та екологічна безпека України: монографія / Г.М. Калетнік. – К.: Хай-Тек Прес, 2010. – 516 с.

4. Ковалко М.П. Розвинута енергетика – основа національної безпеки України. Аналіз тенденцій і можливостей: монографія / М.П. Ковалко, О.М. Ковалко. – К.: ТОВ “Друкарня “Бізнесполіграф”, 2009. – 104 с.

5. Роїк М.В. Перспективи розвитку біоенергетики в Україні / М.В. Роїк, В.Л. Курило, О.М. Ганженко та ін. // Цукрові буряки. – 2012. – № 2–3 (86–87). – С. 6.

References

1. Hareba V.V. Scientific aspects of bioethanol production in Ukraine. *Bulletin of Sugar Producers of Ukraine*, 2012, no. 5 (72). – pp. 17–19 (in Ukrainian).

2. Blium Ya.B., Heletukha H.H., Hryhoriuk I.P. et al. (2010). *Biological resources and technologies biofuels: monograph*. Kyiv: Agrar Media Group, 2010. 408 p. (in Ukrainian).

3. Kaletnik H.M. (2010). *Biofuels. Food, energy and environmental security of Ukraine: Monograph*. Kyiv: Hi-Tech Press, 2010. 516 p. (in Ukrainian).

4. Kovalko M.P. Kovalko O.M. (2009). *Developed Energy – the Base of National Security of Ukraine. Analysis of trends and opportunities: monograph*. Kyiv: LLC "Typography" Biznespolihraf", 2009. – 104 p. (in Ukrainian).

5. Roik M.V., Kurylo V.L., Hanzhenko O.M. et al. (2012). Prospects for the development of bioenergy in Ukraine. *Sugar beet*, 2012, no. 2–3 (86–87), p. 6. (in Ukrainian).

Одержано 13. 11. 2015

Аннотация

Єщенко О. В., Манько О. А.

Мировые тенденции производства биоэтанола и использования для этого в Украине как сырья сахарной свеклы и цикория корнеплодная.

Необходимость использования различных видов сырья для производства биоэтанола и их эффективность в научных трудах рассматривают ведущие ученые, в частности В.В. Хареба [1], Я.Б. Блюм, Г.Г. Гелетуха, И.П. Григорюк и др. [2], М. Калетник [3], М.П. Ковалко, А.Н. Ковалко [4], М.В. Роик, В.Л. Курило, А.Н. Ганженко и др. [5] и многие другие. Однако выбор сырья для производства биоэтанола в условиях Украины и способ ее переработки имеет дискуссионный характер, потому данная тема актуальна.

Целью данной работы является анализ современного производства биоэтанола в мире и Украине методами анализ, синтез, обобщение. Сахарная свекла и цикорий корнеплодный в опытах выращивали по методике госсортоиспытания.

Сейчас в мировом производстве моторных топлив приоритетным направлением является производство биологических видов - биоэтанола, ЕТВЕ (этил-трет-бутилового эфира), биодизеля, биогаза и тому подобное. Этому способствует наличие почти шестисот специализированных заводов по производству этанола общей мощностью более восьмидесяти млн. т. Крупнейшими мировыми производителями биоэтанола сейчас являются США (54,3%) и Бразилия (33,7%). Доля остальных стран значительно меньше и в Китае, в частности, производится 2,8% от общего количества, в Канаде – 1,8%, а в остальных странах вместе взятых – 7,4% (рис.). Согласно прогнозу

Международного Энергетического Агентства в дальнейшем производство биоэтанола будет расти дальше и к 2020 г. в мире будет составлять 188–282 млрд. л.

В Украине начата работа по исследованию эффективности получения биоэтанола из различных сельскохозяйственных культур. Высокий выход биоэтанола с единицы площади получается при выращивании сахарной свеклы. Но для этого целесообразно создавать новые сорта и гибриды. Работы в данном направлении была начата нами в 2008 г. на базе кафедры генетики, селекции растений и биотехнологии Уманского национального университета садоводства с селекционными материалами Всеукраинского научного института селекции. Было проведено скрещивание между тетраплоидными формами свеклы кормовых с донорами устойчивости к глифосатам а также высокосахаристого стерильными односемянными формами с ранее полученными гибридами кормовой свеклы, устойчивыми к гербицидам сплошного действия.

Отдельные гибридные комбинации в условиях 2015 г. формировали количество сахара в урожае, которая обеспечивала условный выход биоэтанола с гектара на уровне 3,8–4,2 т и аккумуляцию энергии в нем 95–105 ГДж / га.

Еще одним источником биоэтанола может быть цикорий корнеплодный. Инулин превращается в фруктозу, а она затем – в спирт. В среднем за три года высоким содержанием инулина оказался в корнеплодах потомков *Horrasca* – 18,2%. Эти же материалы обеспечили и высокий выход биоэтанола с единицы площади – 3,92 т / га. Ближайшими к лучшим показателям выхода биоэтанола с единицы площади было получено при выращивании потомства *Slezka* x *Fredonia* – 3,89 т / га.

Учитывая то, что показатель аккумуляции энергии рассчитывается по выходу биоэтанола с единицы площади, то и распределение селекционных материалов был аналогичным. Поэтому и меньше энергии (94,9 ГДж/га) аккумуляровалось в корнеплодах *Cassel* x *Fredonia*, у которых низкое содержание инулина и масса которых на единицу площади формировалась или не самая маленькая.

Ключевые слова: биоэтанол, селекция, свекла сахарная, цикорий корнеплодный.

Annotation

Yeshchenko O.V., Manko O. A.

Global trends of bioethanol production and using sugar beet and rhizocarpous chicory as raw materials in Ukraine

The necessity of using various raw materials for bioethanol production and their effectiveness in scientific studies is considered by the leading scientists, in particular V.V. Khareba [1] Ya.B. Blum, H.H. Heletukha, I.P. Hrygoriuk and others [2], M. Kaletnik [3], M.P. Kovalko, O.M. Kovalko [4] M.V. Roik, V.L. Kurylo, O.M. Ganzhenko [5] and many others. However, the choice of raw materials for bioethanol production in the conditions of Ukraine and way of its processing is debatable, therefore this topic is relevant.

The aim of this work is to analyze current bioethanol production in the world and in Ukraine using the methods of analysis, synthesis and generalization. Sugar beet and rhizocarpous chicory in experiments were grown by the method of state variety testing.

Priority in the world production of motor fuels is making biological types - bioethanol, ETBE (ethyl tertiary butyl ether), biodiesel, biogas and so on. This is facilitated by the presence of almost six specialized ethanol plants with a total capacity of more than eighty million tons. Now the largest global producers of ethanol are the United States (54.3%) and Brazil (33.7%). The share of other countries is much less and in China, in particular, it is made 2.8% of the total, in Canada – 1.8%, and in other countries – 7.4% (Fig.). According to the prognosis of the International Energy Agency in future ethanol production will continue growing and by 2020 it will be 188–282 billion liters.

The work on studying efficiency of ethanol production from various plant crops has been begun in Ukraine. The high yield of ethanol per unit of area is obtained by cultivating sugar

beet. However, it is advisable to create new varieties and hybrids for this purpose. Our work was started in 2008 at Department of Genetics, Plant Selection and Biotechnology of Uman National University of Horticulture with selection materials of Ukrainian Scientific Institute of Selection. Crossing between tetraploid forms of fodder beet and donors of resistance to glyphosates and high-sugar sterile one-seeded forms with earlier obtained hybrids of fodder beet that are resistant to herbicides of continuous action was carried out.

Certain hybrid combinations formed sugar amount in the harvest which provided conditional bioethanol yield per hectare at a level of 3.8–4.2 tons and energy accumulation in it 95–105 GJ/ha in the conditions of 2015.

Another source of bioethanol can be rhizocarpous chicory. Inulin is converted into fructose, and then – in alcohol. On average for three years high content of inulin was found in roots of *Horpacea* offshoots – 18.2%. These materials provided a high yield of ethanol per unit area – 3.92 t/ha. The nearest to the best indicators of bioethanol yield per unit area were obtained growing *Slezka* x *Fredonia* offshoots – 3.89 t/ha.

Given the fact that the indicator of energy accumulation is calculated by bioethanol output per unit area, distribution of selection materials was similar. Therefore, less energy (94.9 GJ/ha) was accumulated in roots of *Cassel* x *Fredonia* that have a low content of inulin and weight per unit area was formed not the smallest.

Key words: bioethanol, selection, sugar beet, rhizocarpous chicory.

УДК 582.736.3:630.228 (292.486)

ПОКАЗНИКИ КОМПОНЕНТИ ФІТОМАСИ ДЕРЕВНОЇ ЗЕЛЕНІ *PINUS SYLVESTRIS* L. В УМОВАХ СТЕПОВОГО ПРИДНІПРОВ'Я УКРАЇНИ

В.М. Ловинська, кандидат біологічних наук

К.П. Маслікова, кандидат сільськогосподарських наук

Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет

А.Ф. Балабак, В.В. Поліщук, доктори сільськогосподарських наук

Уманський національний університет садівництва

Досліджено показники компонентів фітомаси деревної зелені сосни звичайної в умовах Дніпропетровського регіону. Встановлено, що варіабельність частки деревної зелені у фітомасі сосни становила 49,1–75,4%. Найнижчі показники визначеного параметру відзначені для екземплярів віком 38, 49 та 84 років, максимальні – для 30-31-річних дерев. Частка хвої деревної зелені залежно від показників віку, діаметру та висоти, має чітку тенденція щодо її зменшення. Навпаки, показники вмісту абсолютно сухої речовини у хвої мають тенденцію до зростання відносно визначених параметрів. Аналіз щодо вмісту абсолютно сухої речовини у хвої показав значну варіабельність значень від 0,426 до 0,620 г, при цьому у найбільшій кількості представлені екземпляри модельних дерев, що зафіксовані на рівні 0,500 г. В цілому, лінія тренду демонструє загальне збільшення абсолютно сухої речовини із підвищенням показників таксаційних параметрів. Залежність зміни параметрів деревної зелені від віку, діаметру та висот досліджуваних екземплярів відображують рівняння з коефіцієнтами детермінації від 0,08–0,16 для фракції деревної зелені та