



УДК 631.171:634.1.055

Л. Ю. Бондаренко, к.т.н.,

ORCID: 0000-0001-5858-7375

О. Г. Караєв, д.т.н.

ORCID: 0000-0001-5134-1727

І. О. Чижиков, к.т.н.,

ORCID: 0000-0002-3022-4828

Ю. О. Дмитрієв

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

e-mail: larysa.bondarenko@tsatu.edu.ua, тел:098-846-00-56

ВИЗНАЧЕННЯ РОЗМІРНО-МАСОВИХ ПАРАМЕТРІВ ЗРІЗАНИХ ГІЛОК ПЛОДОВИХ ДЕРЕВ

Анотація. В статті наведено результати визначення середньої кількості зрізаних гілок з плодкових дерев саду для використання їх у якості відновлюваних ресурсів для забезпечення енергетичних потреб країни. Доведено, що одним з основних способів раціонального використання деревної сировини є брикетування. Проведено дослідження деревної біомаси, яка утворюється зі зрізаних гілок плодкових дерев при звичайному обрізанні та при обрізанні частково омолодженого саду. Встановлено, що при мінімальних діаметрах до 10мм найбільша довжина гілок припадає на гілки абрикоса і персика $L = 110$ см. Найменша довжина гілок припадає на яблуню і складає 45 см. При частковому омолодженні плодкових дерев найбільша маса зрізаних гілок припадає на сливу – 238,1 ц/га, а найменша на яблуню – 64,1 ц/га. При звичайному обрізуванні найбільший вихід має персик – 46,5 ц/га, а найменший - груша (17,9 ц/га). Середній вихід обрізаних гілок з плодового саду, при тому, що вік дерев становить 12-21 років, складає 7,96 т/га.

Ключові слова: зрізані гілки плодкових дерев, енергетичне використання, паливні брикети, сертифікація продукції, деревна біомаса.

Постановка проблеми. Рішення завдання комплексного використання ресурсів садівництва передбачає широке залучення всіх видів відходів виробництва в процес переробки. Однак частка їх використання в промисловості на даний момент незначна.

Одним з основних способів утилізації відходів садівництва є їх енергетичне використання. Інтегрована система керування сільськогосподарським виробництвом передбачає процедуру сертифікації продукції за стандартом GlobalG.A.P. та гарантує



відсутність ризиків для навколишнього середовища [1]. Тобто на виробництві має бути впроваджена ефективна і безпечна технологія переробки зрізаних гілок.

Відомо, що з метою раціонального використання деревної сировини можна застосовувати брикетування. Брикети з деревних відходів можуть бути використані в якості побутового і промислового палива.

Основною перевагою використання паливних брикетів є їх висока теплотворна здатність. Температура горіння брикетів у 1,5-2 рази вища за дрова. Також брикети мають низьку вологість 4-8 %, яка досягається за рахунок примусової сушки [2].

Організація виробництва брикетів є потенціальним джерелом прибутку для садівничих підприємств. Але при цьому процес виробництва паливних брикетів зі зрізаних гілок плодкових дерев вивчений недостатньо. Для обґрунтування параметрів брикетів необхідно дослідити деревну біомасу, яка утворюється зі зрізаних гілок плодкових дерев. Тому визначення розмірно-масових параметрів зрізаних гілок плодкових дерев є актуальним у даному напрямку досліджень.

Аналіз останніх досліджень. Брикетоване біопаливо є реальною альтернативою кам'яному вугіллю і нафти, тому що не поступається за теплотворною характеристикам вугіллю, а його екологічні параметри взагалі поза конкуренцією [3-8].

Використання деревного палива стає все більш актуальним. Так, в якості одного з пріоритетних напрямків в області нетрадиційної енергетики розглядається значне використання енергетичного потенціалу деревної біомаси [9-12], яка може бути використана для виготовлення паливних брикетів.

В основі технології виробництва брикетів лежить процес пресування дрібно подрібнених сухих відходів деревини (тирси, тріски) [13].

Сьогодні, провідні підприємства виготовляють брикети таких форм: циліндричні, прямокутні, а також 4- або 6-гранний брикет з радіальним отвором. Маса брикетів складає від 0,5 до 2 кг [13]. Висока теплотворна здатність брикету досягається, з одного боку, завдяки великій щільності після пресування [2], з іншого - за рахунок невеликої залишкової вологості (як правило, менше 10%).

Формулювання мети статті. Встановити середню кількість зрізаних гілок з плодкових дерев саду для використання їх у якості відновлюваних ресурсів для забезпечення енергетичних потреб країни.

Основна частина. Зрізані гілки належать до відновлюваного ресурсу, який може бути перероблений в певний вид енергопродукту [12]. Тобто на виробництві має бути впроваджена ефективна і безпечна

технологія переробки зрізаних гілок, одним із яких є їх енергетичне використання у якості біопалива – паливних брикетів [12].

Вагомою характеристикою отримання якісних брикетів є розміри тріски плодової деревини [14,15]. Для цього було вивчено розмірно – масові характеристики зрізаних гілок плодових дерев при звичайному обрізуванні та при обрізуванні частково омолоджененого саду. Для досліджень використовували гілки з таких плодових дерев, як груша, черешня, абрикос, персик, яблуня, слива. Дані про розподіл діаметрів в місці зрізання наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Розподіл значень діаметрів зрізаних гілок культур, що підлягали дослідженню, %

№п/п	Порода	Діаметри гілок, мм					
		До 10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60
1	Груша	13	38	40	9	-	-
2	Черешня	10	19	27	20	16	8
3	Абрикос	39	44	15	2	-	-
4	Персик	12	13	27	37	11	-
5	Яблуня	7	13	30	11	15	24
6	Слива	19	33	17	19	12	-
Середнє значення,%		16,7	26,7	26,0	16,3	13,5	16,0

Із таблиці 1 видно, що практично для всіх культур найбільша кількість гілок припадає на гілки з діаметрами від 10 до 30 мм. Але для абрикоса, найбільша кількість припадає на гілки з діаметрами від 10 до 20 мм, а для персика від 20 до 40 мм.

За даними таблиці 1 побудовано гістограми розподілу значень зрізаних гілок по діаметрам, які наведено на рисунках 1-6.

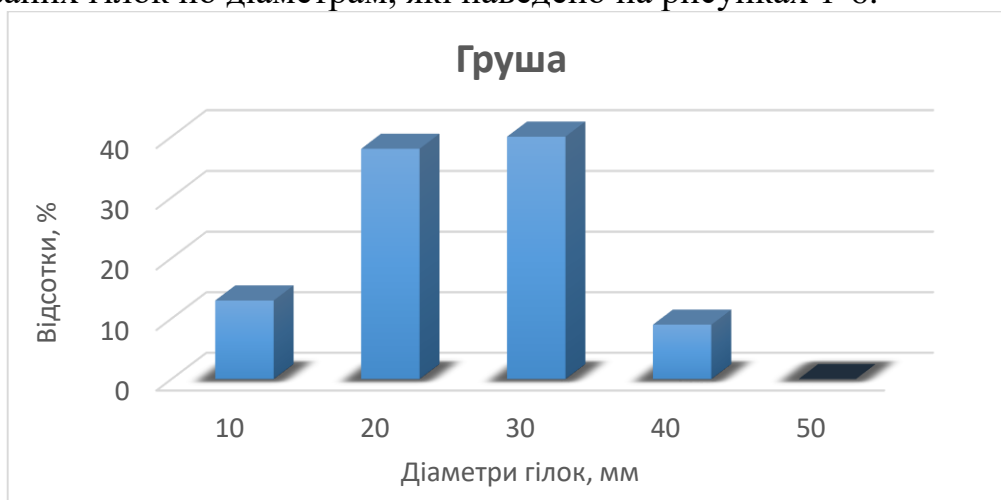


Рисунок 1. Гістограми розподілу кількості зрізаних гілок груші по діаметрам.

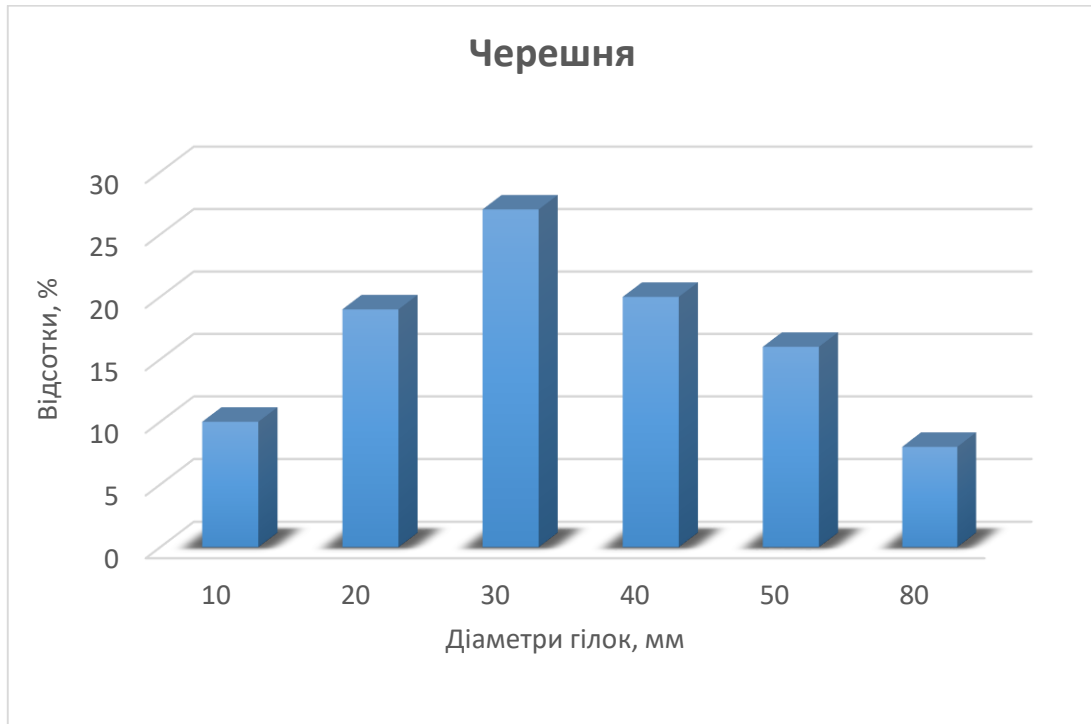


Рисунок 2. Гістограми розподілу кількості зрізаних гілок черешні по діаметрам.

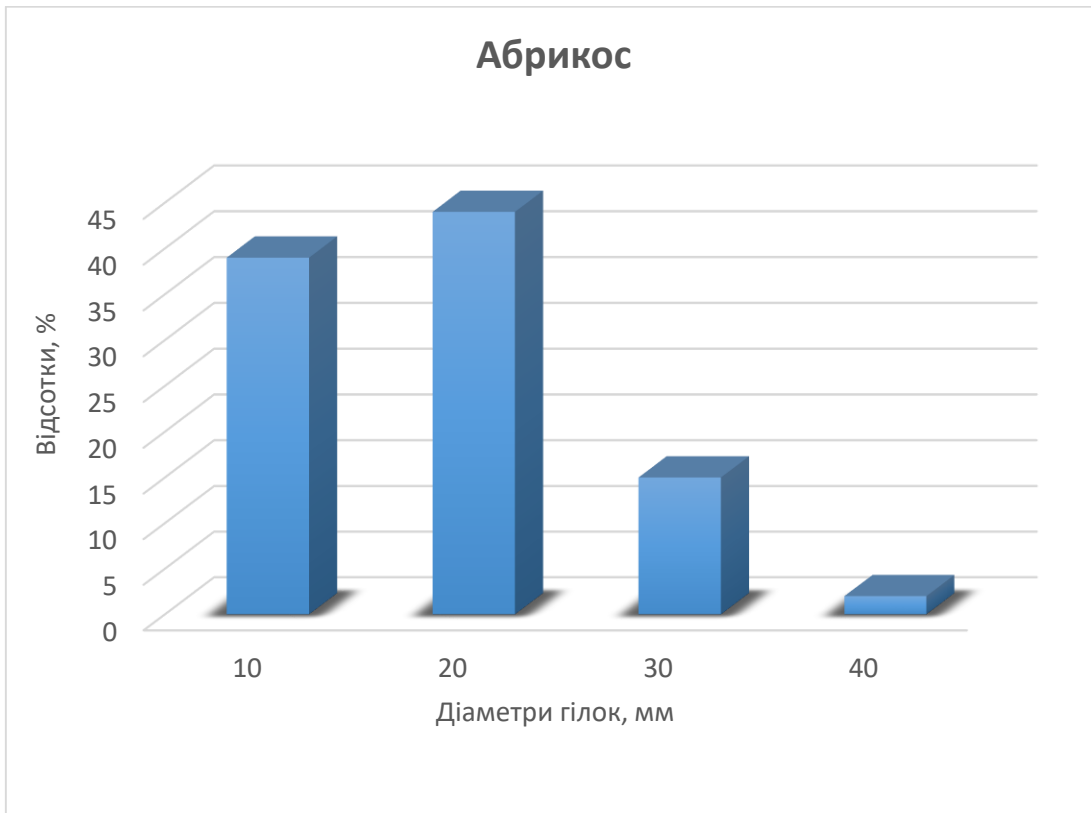


Рисунок 3. Гістограми розподілу кількості зрізаних гілок абрикоса по діаметрам.

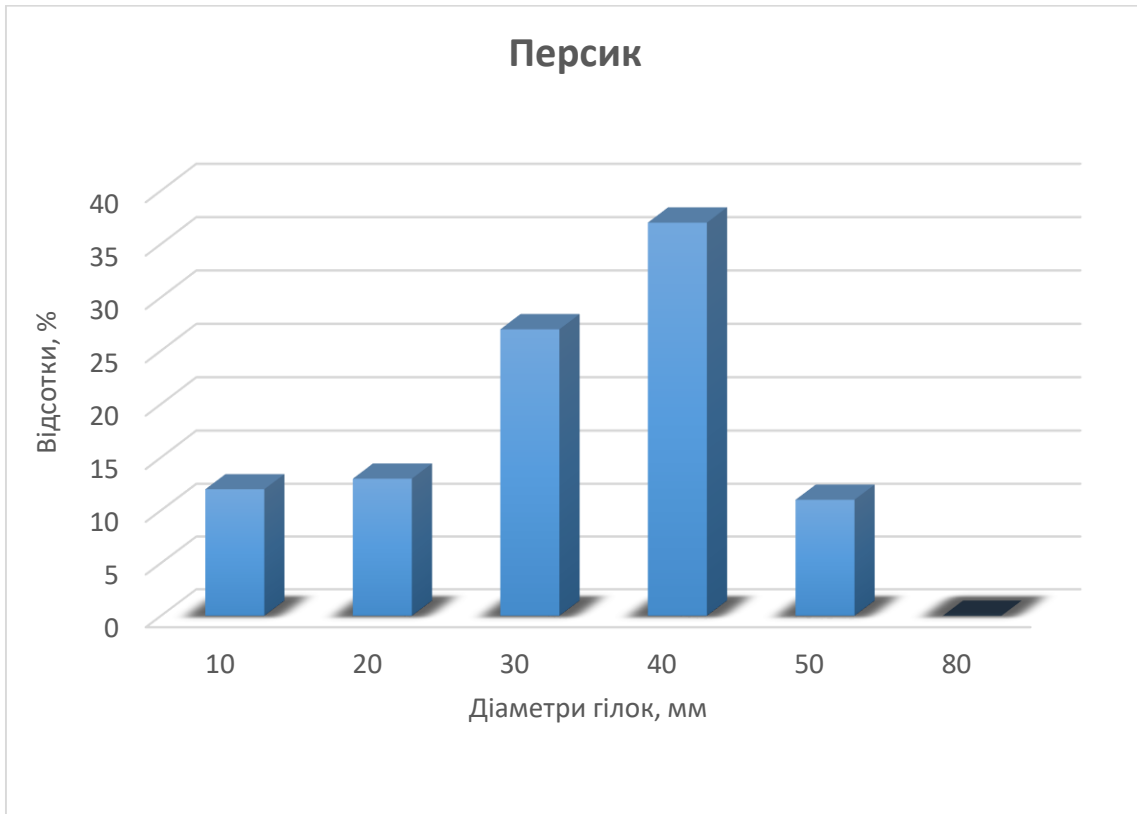


Рисунок 4. Гістограми розподілу кількості зрізаних гілок персика по діаметрам.

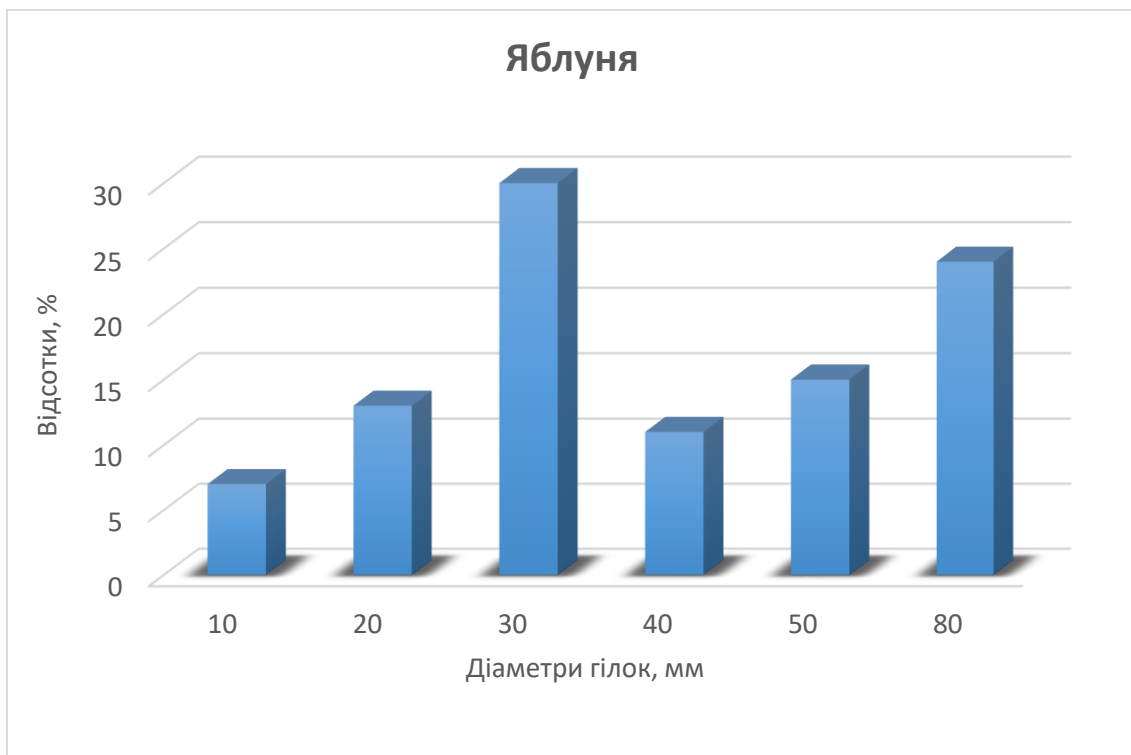


Рисунок 5. Гістограми розподілу кількості зрізаних гілок яблуні по діаметрам.

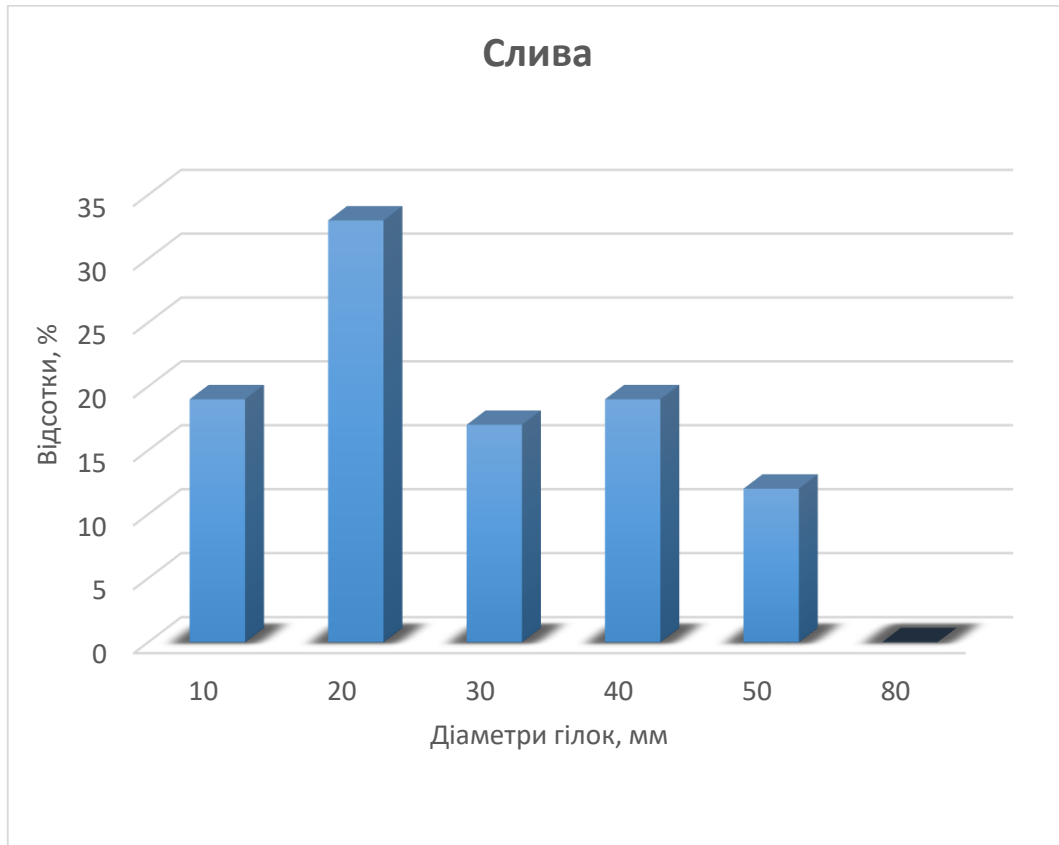


Рисунок 6. Гістограми розподілу кількості зрізаних гілок сливи по діаметрам.

Аналіз отриманих гістограм дозволив встановити, що найбільш рівномірно розподілені гілки у черешні (рис.1-6), при цьому найбільша їх кількість (27%) знаходиться в інтервалі від 20 до 30 мм.

Дані, які характеризують склад об'єму зрізаних гілок по довжині гілки і діаметру проєкцій наведені в таблиці 2.

Із таблиці 2 видно, що найбільша довжина гілок припадає на гілки з діаметрами від 50 до 80 мм, середня довжина яких складає $L = 320$ см. Мінімальна довжина у гілок персика $L = 207$ мм з діаметром від 50 до 80 мм. Максимальна довжина гілок припадає на яблуню та складає 294 см. При мінімальних діаметрах до 10мм найбільша довжина гілок припадає на гілки абрикоса і персика $L = 110$ см. Найменша довжина гілок припадає на яблуню і складає 45 см при діаметрах до 10 мм.

Якщо оцінювати за середньою величиною довжини, то найбільша довжина гілок $L_{cp} = 178$ см припадає на гілки з діаметром 30-40 см.

Результати визначення вагових показників, що характеризують вихід об'єму деревних відходів побічної продукції садівництва з 1 гектара плодового саду наведені в таблиці 3. При цьому середнє значення вологості деревини гілок під час вимірювання дорівнювала 43,5%.



Таблиця 2
Значення діаметрів проєкцій D (мм) і довжини L (см) зрізаних гілок плодкових дерев

№ п/п	Порода	Діаметри гілок, мм											
		до 10		10-20		20-30		30-40		40-50		50-80	
		L	D	L	D	L	D	L	D	L	D	L	D
1	Яблуня	45	18	68	39	113	62	154	82	170	115	294	224
2	Груша	84	15	83	34	105	47	159	82	-	-	-	-
3	Черешня	65	22	119	73	192	120	169	92	274	165	320	182
4	Абрикос	110	20	155	78	188	89	208	126	-	-	-	-
5	Персик	112	34	92	51	135	92	203	154	177	100	207	134
6	Слива	74	17	108	33	142	63	-	-	208	124	260	107
Середнє значення		78	32,5	104	50	145	78	178	89	138	84	130	109

Таблиця 3
Вагові характеристики зрізаних гілок плодкових дерев.

№ п/п	Порода, сорт	Схема садіння	Спосіб обрізки	Вік дерев, рік	Вага деревини, ц/га
1	Черешня Іюньська рання	6x7	звичайний	19	28,8
2	Абрикос Мелітопольський ранній	6x7	звичайний	15	25,3
3	Персик Київський ранній	5x4	звичайний	14	46,5
4	Слива Ренклод Альтана	6x3	омолод.	14	238,1
5	Яблуня Ренет Смиренко	4x3	омолод.	21	138,8
6	Яблуня Голден Делішес	4x3	омолод.	21	64,1
7	Груша Любимиця Клапа	6x7	звичайний	12	17,9
Середнє значення				16,6	79,6



З таблиці 3 видно, що при частковому омолодженні плодкових дерев найбільша маса зрізаних гілок припадає на сливу сорту Ренклюд Альтана – 238,1 ц/га, а найменша на яблуню Голден Делішес – 64,1 ц/га. При звичайному обрізуванні найбільший вихід має персик сорту Київський ранній – 46,5 ц/га, а найменший - груша Любимиця Клапа (17,9 ц/га). Середній вихід зрізаних гілок з плодового саду, при тому, що вік дерев становить 12-21 років, складає 79,6 ц /га, або 7,96 т/га.

Вагова характеристика наведених порід і сортів дасть змогу розраховувати орієнтовний (у разі необхідності усереднений) об'єм деревини, яка утворюється в результаті обрізання дерев в садах. Отже, це дасть змогу визначити кількість деревини, яка підлягає перетворенню в енергопродукту для забезпечення умов сертифікації згідно зі стандартом Global G.A.P. [9], у даному випадку на компостування, що, в свою чергу, є основним вхідним показником до розрахунку кількості побічної продукції садівництва, яка підлягає утилізації.

Висновки. Проведені дослідження дозволили встановити середній вихід зрізаних гілок плодового саду, який становить 7,96 т/га. Для забезпечення енергетичного використання побічної продукції садівництва необхідно розробити технологію переробки зрізаних гілок плодкових дерев у брикети, яка буде відповідати вимогам стандарту Global G.A.P.

Список використаних джерел

1. Global G.A.P. Интегрированная система управления сельскохозяйственным производством. [Integrated Farm Assurance Standard (IFA)]. *Общий базовый модуль для сельхозпредприятий – Растениеводство – Фрукты и овощи. Контрольные точки и критерии соответствия.* [Действует с 01.07.2017]. Кельн, 2017. 163 с. URL: https://www.globalgap.org/uk_en/ (дата звернення: 10.10.2020)/
2. Технология производства разных видов биотоплива. URL: <https://bio.ukr.bio/ru/articles/2346/>
3. Perlack, R., Wright, L. L., Turhollow, A. F., Graham, R. L., Stokes, B.C. and D. Erbach. Biomass as feedstock for a bioenergy and bioproducts industry: the technical feasibility of a billionton annual supply. *Oak Ridge National Laboratory.* 2005. URL: http://www1.eere.energy.gov/biomass/pdfs/final_billionton_vision_report2.pdf, accessed Sept 10, 2010.
4. Железна Т. А., Баштовий А.И., Гелетука Г.Г. Аналіз можливості отримання деревного палива з додаткових джерел в Україні. *Промислова теплотехніка.* 2016. Т.38, № 4. С. 71-77.
5. Гелетука Г.Г., Железна Т. А., Драгнев С. В., Баштовий А.И., Перспективи використання біомаси від обрізки та видалення



багаторічних сільськогосподарських насаджень для виробництва енергії в Україні. *Промислова теплотехніка*. 2018. Т.40, № 6. С. 68-74.

6. Пурдик В. П. Обґрунтування основних експлуатаційних параметрів обладнання для виробництва паливних брикетів. *Міжнар. симпозиум українських інженерів-механіків: тези доповідей*. Львів: 28-29 травня 2015, с. 73-74

7. Бирман А.Р., Белоногова Н.А., Соколова В.А., Кривоногова А.С., Нгуен Ван Тоан Топливные брикеты новой конфигурации. *Системы. Методы. Технологии*. 2017 № 1 (33). с. 97-101.

8. Lattimore, V., Smith, C. T., Titus, V. D., Stupak, I. and Egnell, G. 2009. Environmental factors in woodfuel production: Opportunities, risks, and criteria and indicators for sustainable practices. *Biomass and Bioenergy*. 33(10):1321-1342.

9. Караєв О.Г. Наукові основи створення механізованих технологічних комплексів для виробничих систем розсадництва плодкових культур: автореф. дис. ... д-р. техн. наук: 05.05.11. Мелітополь, 2017. 41 с.

10. Бондаренко Л. Ю. Стручаєв М. І., Вершков О.О., Філіпов Д.О. Підвищення ефективності використання відходів плодової деревини. *Праці ТДАТУ*. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. Вип. 21, т. 1. С.74-83

11. Караєв О. Г., Бондаренко Л. Ю. Визначення та опис технічної енергетичної системи з використання відновлювальних ресурсів плодкових насаджень. *Праці ТДАТУ*. Мелітополь, 2019. Вип. 19, т. 2. С. 192-199.

12. Havrylenko Y., Kholodniak Y., Vershkov O., Naidysh A. Development of the method for the formation of one-dimensional contours by the assigned interpolation accuracy. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018. Vol. 1, Iss. 4(91). P. 76-82.

13. Караєв О.Г., Бондаренко Л.Ю., М.І. Стручаєв М.І. Використання відновлюваних ресурсів садівництва за вимогами стандарту GLOBALG.A.P. *Вісник УВМАО*. Вип. 7. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. 92-99 с.

14. Lezhenkin O., Lezhenkin I., Vershkov O., Kolomiets S. Agrobiological as Well as Mechanical and Technological Framework of Development of the Harvesting Technology with the Method of Grain Crops Combing in Standing Position. *Modern Development Paths of Agricultural Production*. – Cham: Springer International Publishing, 2019. P. 85-90.

15. Lezhenkin A., Halko S., Miroshnyk A., Kovalyshyn, S., Vershkov A., Hryhorenko O. Mathematical simulation of separating work tool technological process. *International Scientific Conference on Progress of Mechanical Engineering Supported by Information Technology*. Czajowice, 2019. Volume 132.



Стаття надійшла до редакції 20.05.2021р.

L. Bondarenko¹, O. Karaiev¹, I. Chyzykov¹, Yu. Dmitriev¹
¹Dmytro Motornyi Tavria state agrotechnological university

DETERMINATION OF SIZE-MASS PARAMETERS OF CUT BRANCHES OF FRUIT TREES

Summary

The article presents the results of determining the average number of cut branches of fruit trees in the garden for use as renewable resources to meet the energy needs of the country.

One of the main ways to dispose of gardening waste is their energy use. Efficient and safe technology of processing of cut branches should be introduced at the production, which will allow to provide the procedure of product certification according to the GlobalG.A.P standard. In order to rationally use wood raw materials, briquetting can be used, which can be a potential source of income for horticultural enterprises. To substantiate the parameters of briquettes, a study of wood biomass, which is formed from cut branches of fruit trees during normal pruning and pruning of a partially rejuvenated garden, was carried out, namely, their size and mass characteristics were determined.

Branches from such fruit trees as pear, cherry, apricot, peach, apple, plum were used for researches.

Histograms of the distribution of the values of the parameters of the cut branches by diameters were constructed, from which it was determined that the most evenly distributed branches in cherries, with the largest number (27%) is in the range from 20 to 30 mm.

It is established that the greatest length of branches falls on branches with diameters from 50 to 80 mm, the average length of which is $L = 320$ cm. The maximum length of branches falls on the apple tree and it's 294 cm. At minimum diameters up to 10 mm peach $L = 110$ cm. The smallest length of branches falls on an apple-tree and makes 45 cm. If to estimate on average size of length the greatest length of branches $L_{sr} = 178$ cm falls on branches with a diameter of 30-40 cm.

Key words: cut branches of fruit trees, energy use, fuel briquettes, product certification, wood biomass

Л.Ю. Бондаренко¹, О. Г. Караев¹, И.О. Чижиков¹, Ю.А. Дмитриев¹
**¹Таврийский государственный агротехнологический университет
имени Дмитрия Моторного**

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРНО-МАССОВЫХ ПАРАМЕТРОВ СРЕЗАННЫЕ ВЕТВЕЙ ПЛОДОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ

Аннотация.

В статье приведены результаты определения среднего количества срезанных веток с плодовых деревьев сада для использования их в качестве возобновляемых ресурсов для обеспечения энергетических потребностей страны. Доказано, что одним из основных способов рационального использования древесного сырья является брикетирование. Проведены исследования древесной биомассы, которая образуется из срезанных веток плодовых деревьев при обычном обрезании и при обрезке частично омоложенного сада. Установлено, что при минимальных



диаметрах до 10 мм наибольшая длина ветвей приходится на ветки абрикоса и персика $L = 110$ см. Наименьшая длина ветвей приходится на яблоню и составляет 45 см. При частичном омоложении плодовых деревьев наибольшая масса срезанных ветвей приходится на сливу - 238,1 ц/га, а наименьшая на яблоню - 64,1 ц/га. При обычном обрезании наибольший выход имеет персик - 46,5 ц/га, а наименьший - груша (17,9 ц/га). Средний выход обрезанных веток с плодового сада, при том, что возраст деревьев составляет 12-21 год, составляет 7,96 т/га.

Ключевые слова: срезанные ветки плодовых деревьев, энергетическое использование, топливные брикеты, сертификация продукции, древесная биомасса.