

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет інженерії та енергетики
Кафедра механіки та інженерії агроєкосистем

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису
УДК 631.313.6

ГОЛОЩУК Дмитро Олександрович

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
Обґрунтування робочого органу машини для
збирання енергетичних рослин**

208 “Агроінженерія”

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр
кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на
відповідне джерело

_____ Д.О.Голощук

Керівник роботи

Кухарець С. М.

Доктор технічних наук, професор

Житомир – 2021

АНОТАЦІЯ

Голощук Дмитро Олександрович. Обґрунтування робочого органу машини для збирання енергетичних рослин. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 208 – Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2021.

Міскантус є дуже економною і екологічно чистою культурою: після посадки і початку сходів він не вимагає додаткового догляду навіть за ґрунтом. Ніяких щорічних витрат на посівний матеріал, так само як і на обробку ґрунту. Все що залишається робити - це збирати щорічний врожай.

Міскантус збирають за допомогою роздільного або прямого комбайнування. При використанні роздільного способу, спочатку скошують у валки за допомогою жаток. Потім рулонним прес-підбирачі або прес-підбирачем з подрібненням міскантус підбирається із валків та пресується в круглі чи прямокутні тюки. При способі прямого комбайнування застосовуються самохідні машини, зокрема комбайни для збирання кукурудзи на силос. З метою покращення енергетичних показників комбайна для збирання міскантуса, пропонуємо встановити на нього пластинчастий подрібнювач біомаси.

Виходячи із результатів проведеного дослідження за допомогою комп'ютерної моделі подрібнювача можна зробити висновок, що при використанні в якості сировини гілок та стовбурів діаметром від 1 до 10 мм, довжина подрібнених часток буде лежати в межах від 30 до 75 мм, що відповідає геометричним вимогам до палива пелетних котлів-автоматів. Потужність споживана подрібнювачем змінюється від 5 до 7,5 кВт в межах робочого діапазону діаметрів сировини та змінюється від 3,5 до 7,5 кВт в межах робочої ширини.

Ключові слова: міскантус, комбайн, подрібнювач, пластини

ANNOTATION

Goloshchuk Dmitro. Substantiation of the working body of the machine for harvesting energy plants. – Qualification work on the rights of the manuscript.

Qualifying work for a master's degree in specialty 208 – Agricultural Engineering. – Polissia National University, Zhytomyr, 2021.

Miscanthus is a very economical and environmentally friendly crop: after planting and germination, it does not require additional care, even for the soil. No annual costs for sowing material, as well as for tillage. All that remains to be done is to reap the annual harvest.

Miscanthus is harvested by separate or direct combining. When using a separate method, first mow into rolls with reapers. Then the roller baler or baler with shredding miscanthus is selected from the rolls and pressed into round or rectangular bales. it is a plate biomass shredder.

Based on the results of the experiment using a computer model of the shredder, we can conclude that when used as raw material branches and trunks with a diameter of 1 to 10 mm, the length of the shredded particles will be in the range from 30 to 75 mm, which meets the geometric requirements fuel pellet boilers. The power consumed by the shredder varies from 5 to 7,5 kW within the working range of raw material diameters and varies from 3,5 to 7,5 kW within the working width.

Key words: miscanthus, combine, shredder, plates

Зміст

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1 ПОТЕНЦІАЛ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР	7
РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИРОЩУВАННЯ ТА ЗБИРАННЯ МІСКУНТУСА	12
РОЗДІЛ 3 ОБҐРУНТУВАННЯ РОБОЧОГО ОРГАНУ МАШИНИ ДЛЯ ЗБИРАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РОСЛИН	18
ВИСНОВКИ.....	27
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	29

ВСТУП

Потенціал України а в біомасі оцінюється в 21 млн. т. н.е. іншими словами, він становить 85% споживання енергії. Більше половини цього потенціалу припадає на частку сільськогосподарських культур – пшенична солома, стволи і шляпки соняшника, рослинні залишки, що збираються в садах, на виноградних плантаціях, на полях, де вирощують сою або ячмінь тощо. Разом з тим, лише частина таких залишків використовується або для виробництва біопалива з біомаси.

Ось чому багато сільськогосподарських підприємців розглядають величезний потенціал для бізнесу, передбачаючи вирощування енергетичних рослин з метою виробництва твердого біопалива. Порівняно з іншими сільськогосподарськими культурами вони відрізняються цілим рядом переваг, а найбільш важливим з них є той факт, що їх можна висаджувати на пошкоджених ділянках або на схилах, де інші культури не будуть розвиватися. У цей же час для енергетичних рослин характерний дуже швидкий ріст і висока теплоємність.

До найбільш відомих енергетичних рослин відноситься: енергетична верба, енергетична акація та енергетична тополя, міскантус або слонова трава, просо, ятрофа та інші.

Мета роботи. Підвищення якості збирання біомаси міскантуса шляхом удосконалення робочого органу збирального комбайна.

Задачі досліджень.

1. Провести аналіз потенціалу енергетичних культур.
2. Провести аналіз технології вирощування та збирання міскантуса.
3. Виконати обґрунтування робочого органу машини для збирання енергетичних рослин.

Об'єкт досліджень. Комбайн для збирання міскантуса.

Предмет досліджень. Конструкційні параметри робочого органу машини для збирання енергетичних рослин.

Методи дослідження: дослідження виконано з використанням методів теоретичної механіки та механіки матеріалів.

Практичне значення одержаних результатів. Основні результати дослідження спрямовані на вдосконалення вирощування та збирання енергетичних рослин.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається із вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 12-ми найменувань. Загальний обсяг роботи становить 29 сторінок комп'ютерного тексту, містить 9 рисунків, 3 таблиці та 3 формули.

РОЗДІЛ 1

ПОТЕНЦІАЛ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР

Потенціал України а в біомасі оцінюється в 21 млн. т. н.е. [1] іншими словами, він становить 85% споживання енергії. Більше половини цього потенціалу припадає на частку сільськогосподарських культур [2, 3, 4] – пшенична солома, стволи і шляпки соняшника, рослинні залишки, що збираються в садах, на виноградних плантаціях, на полях, де вирощують сою або ячмінь тощо. Разом з тим, лише частина таких залишків використовується або для виробництва біопалива з біомаси.

Ось чому багато сільськогосподарських підприємців розглядають величезний потенціал для бізнесу, передбачаючи вирощування енергетичних рослин з метою виробництва твердого біопалива. Порівняно з іншими сільськогосподарськими культурами вони відрізняються цілим рядом переваг, а найбільш важливим з них є той факт, що їх можна висаджувати на пошкоджених ділянках або на схилах, де інші культури не будуть розвиватися. У цей же час для енергетичних рослин характерний дуже швидкий ріст і висока теплоємність [3, 4, 5, 6].

До найбільш відомих енергетичних рослин відноситься: енергетична верба, енергетична акація та енергетична тополя, міскантус або слонова трава, просо, ятрофа та інші.

Енергетична верба це деревовидна рослина, яке швидко зростає. Ріст може досягти до 3,5 см в день енергетична верба є деревна дводольні рослина, яка росте вкрай швидко. Зростання може досягати до 3,3 см в день. Її теплова потужність вище, ніж у бука чи дуба. Вона дорівнює 4900 ккал і порівнянна з тепловою потужністю вугілля або природного газу.



Рис. 1.1. Енергетична верба [7]

Закладка плантацій енергетичної верби дозволяє ввести в обіг невживані сільськогосподарські ділянки, таким чином, знижується необхідність в вирубці лісів і з'являється можливість отримувати дешеве паливо. Енергетична верба - рослина невибаглива, а тривалість життя таких плантацій становить 25-30 років. Починаючи з другого року життя, ця культура не вимагає ніяких робіт, окрім збору.

За наявними оцінками, теплова енергія, отримана від плантації площею 100 га, може забезпечити опалення близько 35 тис. кв. м житла, тобто понад 7000 квартир.

У Швеції вже обробляють близько 50 000 га енергетичної верби. У перший рік після висадки ця культура забезпечує близько 10 тон рослинного матеріалу на кожен гектар, а з другого року продуктивність досягає 400 тон з га.

В Угорщині обробляють близько 2000 га енергетичної верби, а продуктивність, завдяки тому, що в цій країні температура вище, ніж в Швеції, досягає 60 тонн з га.

Саджанці акації після висадки легко пускають коріння. Ростуть вони з величезною швидкістю – 2...2,6 м в рік. Саме цим і пояснюється, що перший раз збір деревини проводять вже в перший рік. Більш того, починаючи з другого року після висадки кількість біомаси подвоюється - з 7...9 тон з га до 20...21 тон з га. Це пояснюється активним ростом пагонів. Виробництво біомаси стабілізується на рівні 20...21 тона з га на третій рік і зберігається незмінним протягом 15...20 років. Прості розрахунки показують, що з одного га акації за 20 років отримують 400 тон біомаси. Закладати плантації акації можна як восени, так і навесні - з березня по квітень. Якщо ж говорити про витрати, то вони складають 1.900-2.200 євро за кожен га.



Рис. 1.2. Вимірювання висоти рослин на плантації енергетичної акації [8]

Культура міскантус – дуже економічна, стверджують дистриб'ютори посадкового матеріалу. Так, після закладки плантації не будуть потрібні витрати

на меліорацію ґрунту (добриво), обробіток ґрунту і догляд за цією культурою. Немає ніяких щорічних витрат на придбання насіння чи рослин. Єдині витрати будуть пов'язані зі збором. Міскантус - багаторічна рослина, воно стійка до хвороб і шкідників. Після закладки плантації щороку з висаджених кореневищ буде розвиватися нова рослина. Термін експлуатації міскантусу становить не менше 25 років. Міскантус добре росте на будь-якому ґрунті і не вимагає добрив (хоча їх використання підвищує кількість збирається зеленої маси). Протягом перших двох років розвитку необхідно знищувати бур'яни, що допоможе закріпити культуру, а для цього слід застосовувати гербіциди або проводити прополку плантації.



Рис. 1.3. Міскантус [9]

Переваги енергетичних рослин:

Можуть вирощуватися на болотистих ділянках

Допомагають задіяти ділянки непридатні до обробітку
Стійкі до різних кліматичних умов
Відмінно ростуть також на піщаному ґрунті і в регіонах з жарким кліматом
Плантації можуть служити захистом для дамб або ж лісополос
Забезпечують правильне середовище для тварин (зайців, куріпок і т. Д.)
Висока продуктивність деревної маси більше 30 тон/рік
Допомагає в значній мірі скоротити викорчовування і вирубку дерев
Здатні поглинути близько 25...30 тон осаду стічних вод
Поглинають двоокис вуглецю – виробляють кисень
Сприяють створенню нових робочих місць
Служать надійним джерелом енергії - як біомаси або в якості пелет і брикетів
Служать джерелом целюлози
Відрізняються високим вмістом саліцину і можуть використовуватися для виробництва аспірину

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИРОЩУВАННЯ ТА ЗБИРАННЯ МІСКУНТУСА

Революційної культурою в сільському господарстві для виробництва енергії є міскантус – швидко зростаючий очерет із сімейства мятликові. Відомо близько 40 видів цієї рослини, які поширені в тропічній, субтропічній і зонах Азії, Африки та Австралії. Багаторічники до 350 см заввишки, зазвичай утворюють великі, досить пухкі дерновини з повзучими кореневищами, основи пагонів одягнені шкірястими лускоподібний листям. Міскантус – витривала рослина, яка росте по 20-30 років і більше, в разі необхідності видаляється гербіцидом. Він практично не вимагає витрат на обробіток і після посадки не потребує догляду. Низькі експлуатаційні витрати вирощування відкривають широкі можливості використання даної культури. Урожай збирається за допомогою звичайних кормозбиральних комбайнів, а отримана маса може йти безпосередньо на вироблення тепла або перероблятися в паливні брикети або пелети. Одна тонна сухої маси міскантусу еквівалентна 400 кг сирової нафти. Зниження собівартості при отриманні врожаю не менше 18 т/га обґрунтовує вирощування міскантусу тільки в великих обсягах. Прибутковість може бути підвищена через субсидії і зниження податків, а також, якщо використовувати частину посівів для подальшого розмноження культури і продажу розсади. Дані були пораховані за умови середньої врожайності 15 т/га і вартістю 49 євро/т [10].

Міскантус є дуже економною і екологічно чистою культурою: після посадки і початку сходів він не вимагає додаткового догляду навіть за ґрунтом. Ніяких щорічних витрат на посівний матеріал, так само як і на обробку ґрунту. Все що залишається робити - це збирати щорічний врожай.

Після зимового опадання листя і пагонів, рослина висихає до рівня вмісту вологи 15-20%. Залежно від місця посадки і клімату, щорічна збирання врожаю очікується вже через два роки після посадки – збирання врожаю ідеально виконувати навесні.

Міскантус не формує насіння при виростанні в Центральній Європі. Тому, розмноження рослини має бути здійснене вегетативним способом. Для цього використовується кореневище, яке повинно бути висаджено за допомогою посадкової машини (10 000 саджанців на 1 гектар). Рекомендується здійснювати посадку в квітні.

Для цієї культури не потрібно ніякого добрива. Міскантус добре росте на будь-якому ґрунті придатною для вирощування кукурудзи. Для сприятливого зростання міскантуса необхідно позбавлятися від бур'яну в перші два роки після посадки. Внаслідок того, що міскантус, як і кукурудза, належить до сімейства злакових; засоби знищення бур'янів для кукурудзи придатні і для міскантусу. Через два роки після посадки, взимку листки повністю покривають ґрунт, що перешкоджає зростанню бур'янів. Таким чином, в усі наступні роки не потрібно боротьби з бур'янами.

З огляду на те що обладнання яке призначене для заготівлі побічної продукції рослинництва придатне і для заготівлі трав'янистих енергетичних культур доречним буде вирощування міскантуса (таблиця 2.1).

**Таблиця 2.1. Технологічна карта вирощування міскантуса гіганського
(з розрахунку площі поля - 100 га, прогнозована врожайність біомаси - 20 т/га, відстань
транспортування до проміжного складу (логістика) - 5-6 км [10])**

№ п/п	Види робіт	Агротехнічні вимоги	Техніка		Одиниці	Норматив за зміну	Норматив за годину
			Трактор (клас тяги)	Знаряддя (техніка)			
<i>Основний обробіток ґрунту</i>							
1	Дискування	на глибину до 12 см	4	дискова борона 7 м	га	30,5	4,4
2	Підвезення води	до 5-6 км	3	цистерна	м ³	21,0	3,0
3	Підготовка та внесення робочого розчину гербіциду (2,0...3,5 л/га)	після відростання бур'янів не пізніше 10...14 днів до проведення оранки	3	оприскувач	га	25,0	3,6
4	Завантаження мінеральних добрив	-	3	навантажувач	т	105,0	15,0
5	Транспортування мінеральних добрив	до 5-6 км	3	причіп	т	26,6	3,8
6	Внесення мінеральних добрив в дозі N60P60K60 (350 кг/га ф.р. нітроамоски)	рівномірно по полю	3	машина для внесення	га	77,1	11,0
7	Оранка	на глибину до 30 см	4	плуг 5 корпусів	га	8,4	1,2
8	Осіньне вирівнювання	висота гребнів та борозн 2 см	3	зубова борона	га	16,0	2,3
<i>Передпосадковий обробіток та садіння рослин</i>							
9	Культивація	на глибину садіння	4	комбінований агрегат	га	42,0	6,0
10	Підготовка посадкового матеріалу (0,38т/га)	маса 25 г	вручну		т	1,5	-
11	Транспортування посадкового матеріалу	до 5-6 км	3	причів	т	12,6	1,8
12	Садіння (15 тис. шт. /га)	на глибину до 10 см; міжряддя 0,7 м	3	4-на картопле-саджалка	га	2,1	0,3
<i>Догляд за насадженнями</i>							
13	Перше досходове боронування	на глибину 3-5 см	4	борона пружинна	га	79,8	11,4
14	Друге досходове боронування	на глибину 2-4 см	4	борона пружинна	га	79,8	11,4
15	Підвезення води	до 5-6 км	3	цистеран	м ³	21,0	3,0
16	Підготовка та внесення робочого розчину гербіциду (385 г/га)	фаза кущення	3	оприскувач	га	25,0	3,6
17	Міжрядний обробіток	на глибину до 10 см	3	культиватор міжрядний	га	15,2	2,2
<i>Збирання біомаси</i>							
18	Щорічний збір біомаси починаючи із 2-го року вегетації	при вологості стебла до 30%	4	прес-підбирач	га	14,6	2,1
19	Транспортування тюків	до 5-6 км	3	причіп, навантажувач	т	26,6	3,8

На основі технологічної карти можна орієнтовно визначити витрати на вирощування та збирання міскантуса в ґрунтово-погодних умовах Житомирської області (таблиця 2.2)

Таблиця 2.2

Річні та додаткові витрати проекту вирощування міскантуса (в розрахунку на 1 га) [10]

Показник	Вартість , грн			
	1-й рік	2-й рік	3-й – 10-й	10 років
Добрива	625	600	225	2450
Пестициди	150	0	0	150
Насіння	3200	0	0	3200
Ремонт та реновація машин, паливо, оренда додаткової техніки	450	1025	950	6425
Оплата праці	850	825	775	5700
Загальні орієнтовні витрати	5275	2450	1950	17925
Амортизація	225	575	550	3650
Оренда землі та інші інвестиційні витрати	3775	3675	3450	25275
Загальні інші витрати	4000	4250	4000	28925
Всі витрати	9275	6700	5950	46850
Урожай (сухої маси тон/га)	0	15	20	-
Вартість (грн/тон)	-	447	298	-

З урахуванням потреби земельної площі в 12530 га для вирощування міскантуса в Житомирській області витрати становитимуть в 1-й рік 116215750 грн, які можна розглядати як інвестиційні вкладення. Проте потім вони зменшуються і вартість 1-ї тони тюкованого міскантуса на другий рік становитиме 447 грн, а на третій 298 грн. При урожайності 20 т/га можна отримати 250 600 сухої тюкованої маси міскантуса. Для зберігання якої потрібно (в 5 рядів, загальною висотою 4,5 м) 427693,7 м².

Міскантус збирають за допомогою роздільного або прямого комбайнування. При використанні роздільного способу, спочатку скошують у валки за допомогою жаток. Потім рулонним прес-підбирачі або прес-підбирачем з подрібненням міскантус підбирається із валків та пресується в круглі чи прямокутні тюки (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Скошування та тюкування трав'янистих енергетичних культур [3]

При способі прямого комбайнування застосовуються самохідні машини, зокрема комбайни для збирання кукурудзи на силос (рис. 2.2).



Рис. 2.2. Збирання трав'янистих енергетичних культур кормозбиральним комбайном [3]

При цьому комбайни подрібнюють міскантус та завантажують у причіп.

РОЗДІЛ 3

ОБҐРУНТУВАННЯ РОБОЧОГО ОРґАНУ МАШИНИ ДЛЯ ЗБИРАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РОСЛИН

З метою покращення енергетичних показників комбайна для збирання міскантуса (рис. 3.1), пропонуємо встановити на нього пластинчастий подрібнювач біомаси, подібний до зображеного на рис 3.2.

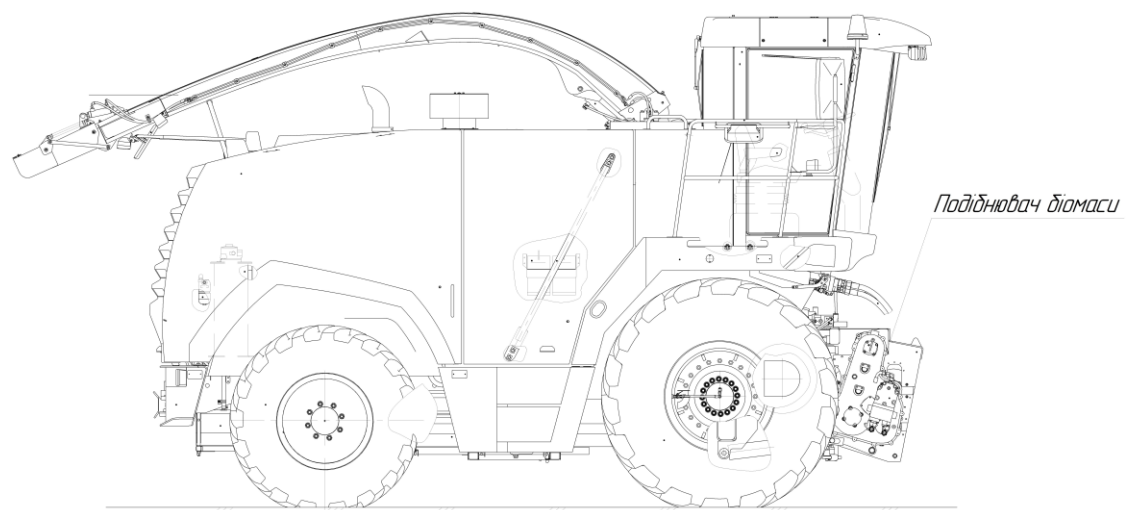


Рис. 3.1. Схема удосконалення комбайна

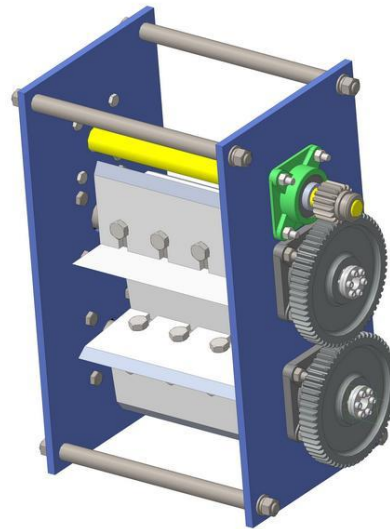


Рис. 3.2. Схема пластинчастого подрібнювача біомаси

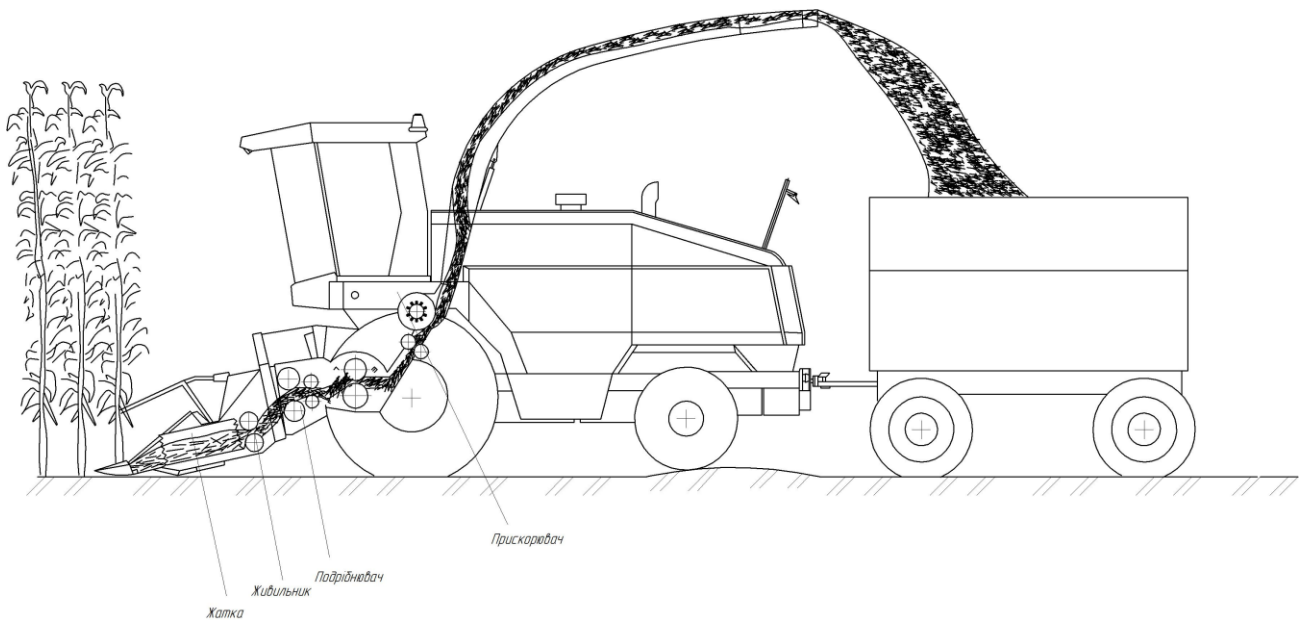


Рис. 3.3. Технологічна схема роботи

Подальше моделювання можна провести графічним способом із використанням прикладного програмного забезпечення «SolidWorks». Моделювання в даній програмі дозволяє встановити напрямки ріжучих сил, діаметри різання, міжосьову відстань між роторами, розміри подрібненої

деревини, напрямок та кут заточування ножа, а також інші необхідні параметри (рис. 3.4...3.5).

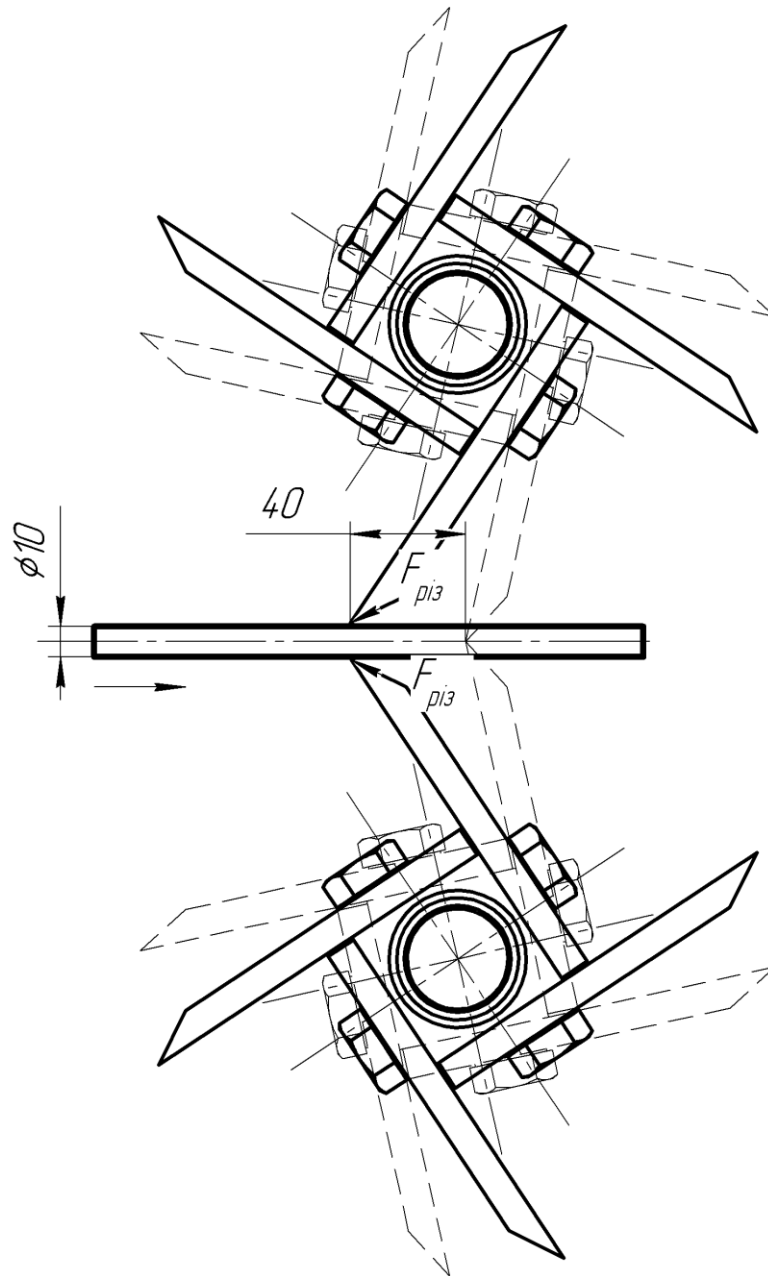


Рис. 3.4. Схема роботи роторного подрібнювача із внутрішнім загостренням ножів та діаметром подрібнювального матеріалу 10 мм

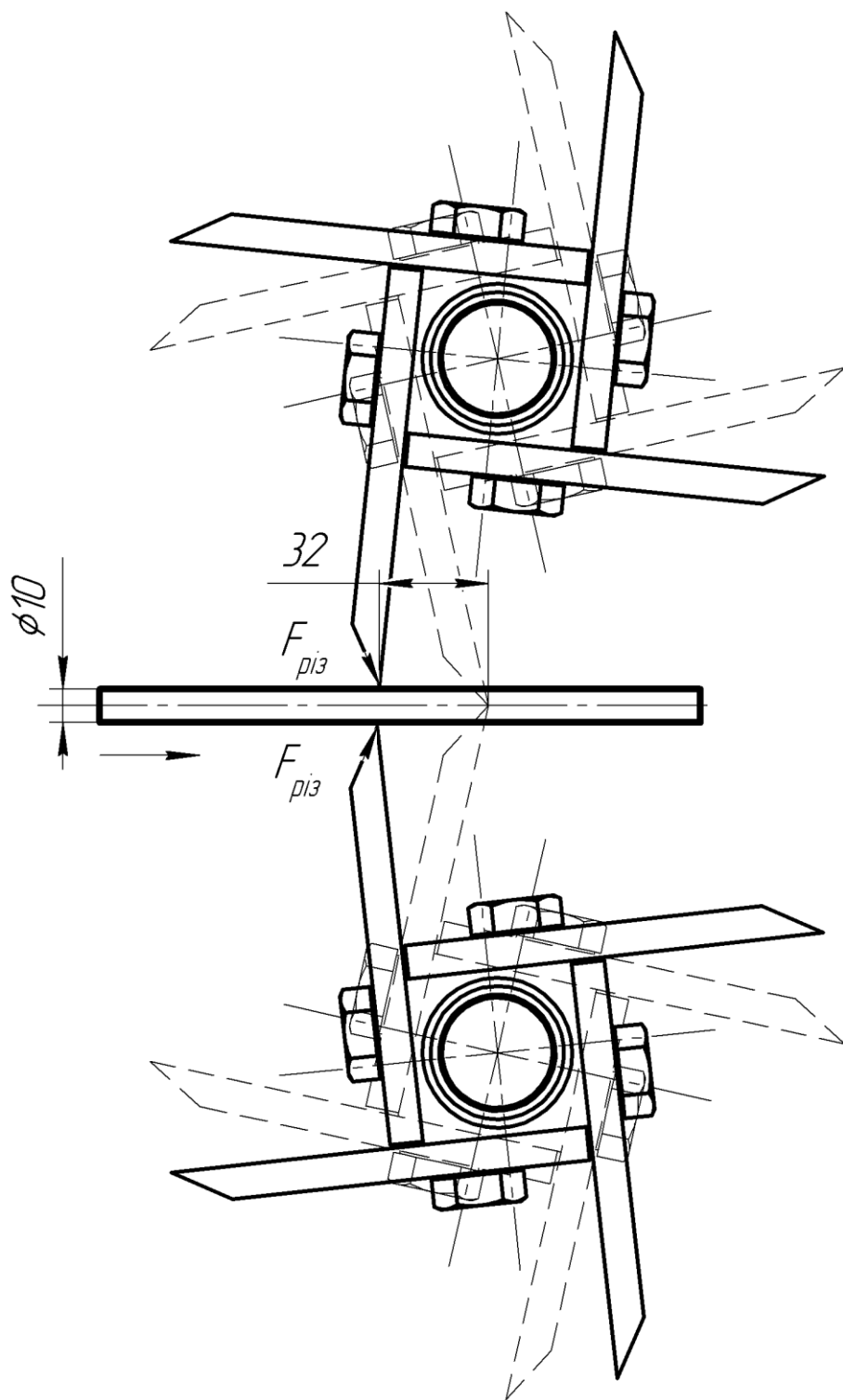


Рис. 3.5. Схема роботи роторного подрібнювача із зовнішнім загостренням ножів та діаметром подрібнювального матеріалу 10 мм

Основні параметри роторного подрібнювача отриманні в результаті графічного моделювання

Параметр	Розмірність	Значення
Міжосьова відстань між роторами	мм	190
Діаметр ротора (по верхівках ножів)	мм	208
Вильот ножа	мм	66
Кут загострення ножа	град	30
Кількість ножів на роторі	шт.	4
Довжина ножа	мм	125
Ширина валу в небезпечному перерізі	мм	50
Максимальний діаметр (товщина) подрібнюваного матеріалу	мм	10
Мінімальний зазор між ножами	мм	0,45

Максимальна товщина подрібнюваного матеріалу становитиме 10 мм. Подальше збільшення товщини подрібнюваного матеріалу призведе до значного збільшення габаритних розмірів подрібнювача.

В процесі роботи із геометричної моделлю було встановлено вплив товщини вхідного матеріалу на довжину частинок деревини після подрібнення та вплив параметрів подрібнювача на споживану потужність.

Результати дослідження впливу діаметра біомаси, що надходять на подрібнення на довжину частинок подрібненні деревини наведено на рис. 3.7.

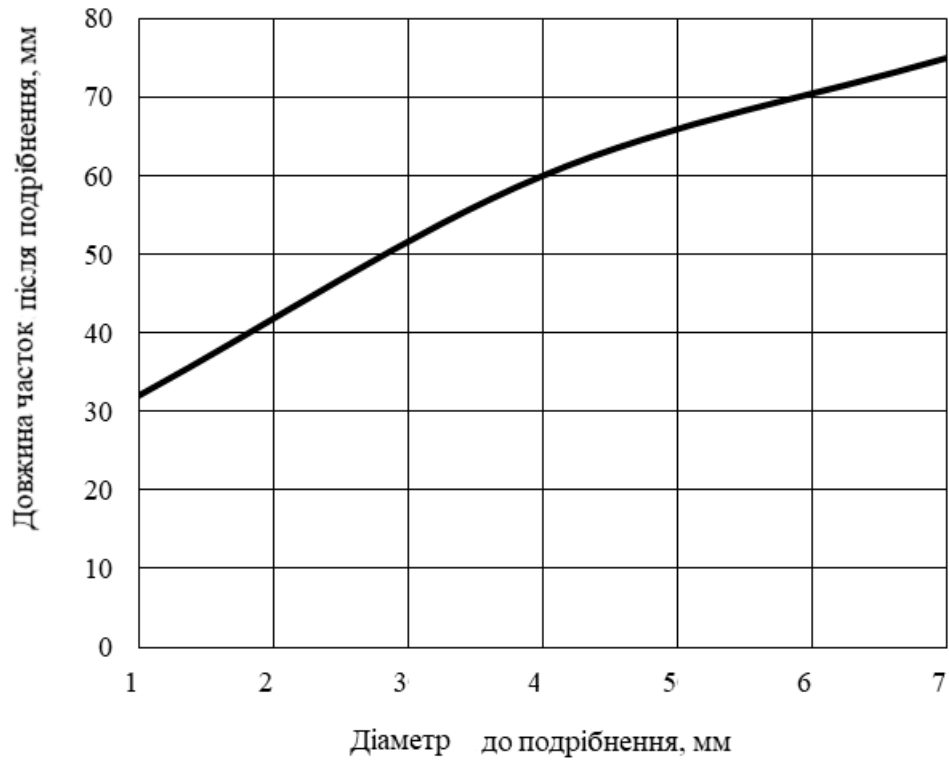


Рис. 3.7. Залежність довжини подрібнених часток від діаметра сировини

Отримані результати також можна описати емпіричною залежністю:

$$y = -0,0072x^2 + 1,2944x + 19,778 \quad (3.1)$$

де x – діаметр стебла біомаси до подрібнення, мм;

y – довжина часток біомаси після подрібнення, мм.

Виходячи із результатів проведеного дослідження можна зробити висновок, що при використанні в якості сировини діаметром від 1 до 10 мм, довжина подрібнених часток буде лежати в межах від 30 до 75 мм, що відповідає геометричним вимогам до палива пелетних котлів-автоматів.

Результати дослідження впливу діаметра гілок, що надходять на подрібнення на споживану потужність наведено на рис. 3.8.

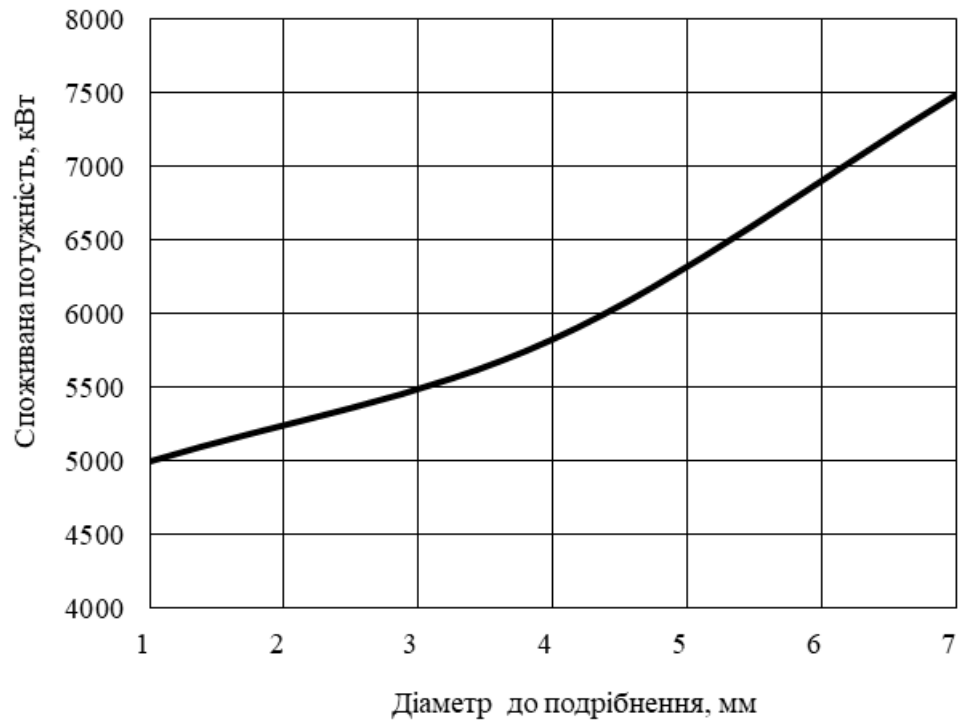


Рис. 3.8. Залежність споживаної потужності подрібнювача від діаметра сировини

Отримані результати також можна описати емпіричною залежністю:

$$(3.2)$$

де x – діаметр стебла біомаси до подрібнення, мм;

y – споживана потужність, Вт.

Потужність споживана подрібнювачем змінюється від 5 до 7,5 кВт в межах робочого діапазону діаметрів сировини.

Результати дослідження впливу робочої ширин подрібнювача на споживану потужність наведено на рис. 3.9.

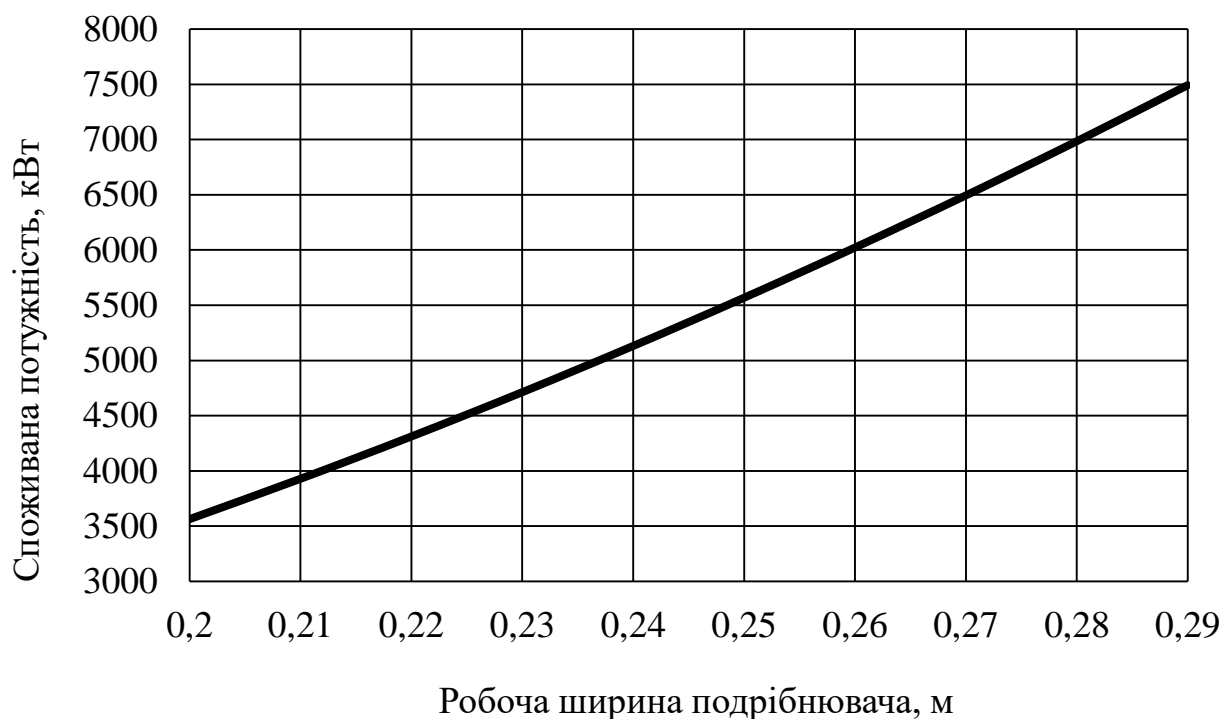


Рис. 3.9. Залежність споживаної потужності подрібнювача від робочої ширини

Отримані результати також можна описати емпіричною залежністю:

(3.3)

де x – робоча ширина, м;

y – споживана потужність, Вт.

Потужність споживана подрібнювачем змінюється від 3,5 до 7,5 кВт в межах робочої ширини.

Виходячи із результатів проведеного дослідження за допомогою комп'ютерної моделі подрібнювача можна зробити висновок, що при використанні в якості сировини гілок та стовбурів діаметром від 1 до 10 мм, довжина подрібнених часток буде лежати в межах від 30 до 75 мм, що відповідає геометричним вимогам до палива пелетних котлів-автоматів. Потужність споживана подрібнювачем змінюється від 5 до 7,5 кВт в межах робочого діапазону діаметрів сировини та змінюється від 3,5 до 7,5 кВт в межах робочої ширини.

ВИСНОВКИ

Потенціал України а в біомасі оцінюється в 21 млн. т. н.е. іншими словами, він становить 85% споживання енергії. Більше половини цього потенціалу припадає на частку сільськогосподарських культур – пшенична солома, стволи і шляпки соняшника, рослинні залишки, що збираються в садах, на виноградних плантаціях, на полях, де вирощують сою або ячмінь тощо. Разом з тим, лише частина таких залишків використовується або для виробництва біопалива з біомаси.

Ось чому багато сільськогосподарських підприємців розглядають величезний потенціал для бізнесу, передбачаючи вирощування енергетичних рослин з метою виробництва твердого біопалива. Порівняно з іншими сільськогосподарськими культурами вони відрізняються цілим рядом переваг, а найбільш важливим з них є той факт, що їх можна висаджувати на пошкоджених ділянках або на схилах, де інші культури не будуть розвиватися. У цей же час для енергетичних рослин характерний дуже швидкий ріст і висока теплоємність.

Міскантус є дуже економною і екологічно чистою культурою: після посадки і початку сходів він не вимагає додаткового догляду навіть за ґрунтом. Ніяких щорічних витрат на посівний матеріал, так само як і на обробку ґрунту. Все що залишається робити - це збирати щорічний врожай.

Міскантус збирають за допомогою роздільного або прямого комбайнування. При використанні роздільного способу, спочатку скошують у валки за допомогою жаток. Потім рулонним прес-підбирачі або прес-підбирачем з подрібненням міскантус підбирається із валків та пресується в круглі чи прямокутні тюки. При способі прямого комбайнування застосовуються самохідні машини, зокрема комбайни для збирання кукурудзи на силос. З метою покращення енергетичних показників комбайна для збирання міскантуса, пропонуємо встановити на нього пластинчастий подрібнювач біомаси.

Виходячи із результатів проведеного дослідження за допомогою комп'ютерної моделі подрібнювача можна зробити висновок, що при використанні в якості сировини гілок та стовбурів діаметром від 1 до 10 мм, довжина подрібнених часток буде лежати в межах від 30 до 75 мм, що відповідає геометричним вимогам до палива пелетних котлів-автоматів. Потужність споживана подрібнювачем змінюється від 5 до 7,5 кВт в межах робочого діапазону діаметрів сировини та змінюється від 3,5 до 7,5 кВт в межах робочої ширини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. <http://www.agrosvit.info/?op=1&z=3045&i=11>
2. Гелетуха, Г.Г. Перспективы выращивания и использования энергетических культур в Украине / Г.Г. Гелетуха, Т.А. Железная, А.В. Трибой; под ред. Г.Г. Гелетуха. – Киев: Аналитическая записка БАУ №10, 2014. – С. 4.
3. Біоенергетичні системи в аграрному виробництві: навчальний посібник / [Голуб Г.А., Кухарець С.М. Марус О.А. та ін.]; за ред. Г.А. Голуба. – К.: НУБіП України, 2017. – 229 с.
4. Скидан О.В., Голуб Г.А., Кухарець С.М. Ярош О.Д., Чуба В.В., Медведський О.В., Цивенкова Н.М., Соколовський О.Ф., Кухарець В.В. Відновлювана енергетика в аграрному виробництві. За ред. О.В. Скидана і Г.А. Голуба. Київ, НУБіП України. 2018. 338 с.
5. <https://uabio.org/energy-crops/>
6. <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/15376-perspektyvy-vyroshchuvannya-enerhetychnykh-kultur.html>
7. <https://ecotechnica.com.ua/images/foto/energeticheskaya-verba.jpg>
8. <https://tlu.kiev.ua/pro-nas/novini-zakhodi/novina/article/vinnicki-lisivniki-stvorjuyut-energetichni-plantaciji-shvidkoroslikh-porid-derev.html>
9. <https://www.ar25.org/article/miskantus.html>
10. Кухарець С.М. Розвиток та комерціалізація біоенергетичних технологій у муніципальному секторі в Україні. Етап 2. Звіт про визначення проблем АПК, в сфері використання біоенергетичних технологій у тепло- та гарячому водопостачанні в пілотному регіоні – область, на розв'язання яких спрямована програма, 2019
11. Перспективи розвитку альтернативної енергетики на Поліссі України. [В.О. Дубровін, Л.Д. Романчук, С.М. Кухарець та ін.; відп. ред. Скидан О.В.]. – К.: Центр учбової л-ри, 2014. – 335 с.
12. Кухарець С.М. Підвищення енергетичної автономності агроecosystem. Механіко-технологічні основи: монографія / С.М. Кухарець – Житомир: ЖНАЕУ, 2016. – 192 с.