

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики

Кафедра процесів, машин і обладнання в агроінженерії

Кваліфікаційна робота

на правах рукопису

УДК 631.371: 620.92

САМЧИК Руслан Віталійович

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**Обґрунтування критеріїв енергетичної автономності
аграрного підприємства**

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

Р. В. Самчик

Керівник роботи

Ярош Я.Д.

Доктор технічних наук, доцент

Житомир – 2020

АНОТАЦІЯ

Самчик Руслан Віталійович. Обґрунтування критеріїв енергетичної автономності аграрного підприємства. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 208 – Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2020.

В роботі встановлено, що основним критерієм сталості функціонування аграрного підприємства є забезпечення енергетичної самодостатності підприємства при збереженні гумусового балансу. При цьому баланс гумусу в сівозміні приймається як критерій екологічної безпеки аграрного підприємства.

Відмічено, що аграрних підприємствах можливе виробництво енергії із використанням біогазових станцій, що можуть забезпечити виробництво біогазу та якісних органічних добрив. Ще одним джерелом енергії в аграрних підприємствах є відходи рослинництва, зокрема солома. Для забезпечення мобільної техніки, зокрема тракторів та дизельних автомобілів, можна використати переробку рослинних олій в дизельне біопаливо методом переетерифікації.

Представлені в роботі моделі аграрного підприємства демонструють можливість досягнення енергетичної автономії при збереженні гумусового балансу в ґрунтах. Представлені моделі можуть застосовуватися до аграрних підприємств незалежно від їх розміру, а також можуть використовуватися для моделювання сільськогосподарського виробництва окремих країн.

Ключові слова: модель, біопаливо, біодизель, генераторний газ, біогаз, солома

ANNOTATION

Samchik Ruslan. Substantiation of criteria of energy autonomy of the agrarian enterprise. – Qualification work on the rights of the manuscript.

Qualifying work for a master's degree in specialty 208 – Agricultural Engineering.
– Polissya National University, Zhytomyr, 2020.

The paper establishes that the main criterion for the sustainability of the agricultural enterprise is to ensure energy self-sufficiency of the enterprise while maintaining the humus balance. The balance of humus in crop rotation is accepted as a criterion for environmental safety of the agricultural enterprise.

It is noted that agricultural enterprises can produce energy using biogas plants, which can ensure the production of biogas and quality organic fertilizers. Another source of energy in agricultural enterprises is crop waste, in particular straw. To provide mobile equipment, including tractors and diesel cars, you can use the processing of vegetable oils into diesel biofuels by transesterification.

The models of the agro-enterprise presented in the work demonstrate the possibility of achieving energy autonomy while maintaining the humus balance in the soils. The presented models can be applied to agricultural enterprises regardless of their size, and can also be used to model the agricultural production of individual countries.

Key words: model, biofuel, biodiesel, generator gas, biogas, straw

Зміст

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ КРИТЕРІЇВ СТАЛОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ АГРАРНИХ ПІДПРИЄМСТВ.....	7
Висновки до розділу 1	11
РОЗДІЛ 2 ЕЛЕМЕНТИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ АВТОНОМНОСТІ АГРАРНИХ ПІДПРИЄМСТВ	12
Рис. 3.2. Технологічний процес перетворення соломи зернових культур в енергію	14
Висновки до розділу 2	16
РОЗДІЛ 3 ОЦІНКА РІВНЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ АВТОНОМНОСТІ АГРАРНОГО ВИРОБНИЦТВА.....	17
Висновки до розділу 3	27
ВИСНОВКИ.....	28
Список використаних джерел	30

ВСТУП

В аграрних підприємствах можливе виробництво енергії із використанням біогазових станцій, що можуть забезпечити виробництво біогазу та якісних органічних добрив. Ще одним джерелом енергії в аграрних підприємствах є відходи рослинництва, зокрема солома. Для забезпечення мобільної техніки, зокрема тракторів та дизельних автомобілів, можна використати переробку рослинних олій в дизельне біопаливо методом переетерифікації.

Саме тому, необхідні моделі аграрного підприємства які демонструють можливість виробництва енергії при збереженні гумусового балансу в ґрунтах. В свою чергу це не можливо без чіткого обґрунтування критеріїв енергетичної автономності аграрного виробництва.

Мета і завдання дослідження. Мета дослідження – забезпечити ефективне виробництво електричної та теплової енергії в аграрних підприємствах шляхом визначення параметрів енергоефективності.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити такі **наукові задачі**:

- виконати аналіз основних критеріїв сталості функціонування аграрного виробництва;
- встановити елементи забезпечення енергетичної автономності аграрних підприємств;
- провести дослідження функціонування аграрного підприємства із виробництвом біопалив.

Об'єкт дослідження: технологічні процеси в аграрному виробництві.

Предмет дослідження: параметри енергетичної ефективності аграрного виробництва у взаємозв'язку із виробництвом біопалива та вмістом гумусу в ґрунтах підприємства.

Методи дослідження: Експериментальні дослідження виконувались згідно положень математичної статистики. В процесі проведення досліджень використовувалися стандартні та розроблені нами методики.

Практичне значення одержаних результатів. Отримані результати дають змогу обґрунтувати можливість обґрунтувати рівень енергетичної автономності аграрних підприємств чи цілих регіонів (областей, країн).

Структура та обсяг. Магістерська робота викладена на 33 сторінках, складається із вступу, 3 розділів, висновків, списку використаних джерел із 27 найменувань, містить 13 рисунків, 1 таблицю.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ КРИТЕРІЇВ СТАЛОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ АГРАРНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Сучасне сільськогосподарське підприємство - це агроєкосистема [1], яка передбачає сівозміну, яка забезпечує виробництво продукції рослинництва та тваринництва. Класичне визначення агроєкосистеми полягає в наступному: агроєкологічна система - це сталий природний комплекс, який трансформується сільськогосподарською діяльністю людини [2, 3]. Сталість агроєкосистем залежить від утримання економічних, біологічних та фізичних компонентів, що складають систему. Високий рівень інтеграції цих компонентів означає, що будь-яка оцінка стійкості агроєкосистеми повинна враховувати динаміку складових компонентів [1, 4]. Основним завданням агроєкосистеми є забезпечення сталого виробництва продуктів харчування [5]. У нашому дослідженні ми вивчаємо ці дослідження та вивчаємо вплив параметрів машин та обладнання, а також технічних та економічних показників технологій, застосованих у межах агроєкосистеми, на ефективність роботи агроєкосистеми [5]. Ми також припускаємо, що моделювання агроєкосистем слід проводити з посиланням на застосування сівозміни.

Однак енергетична безпека також відіграє важливу роль у сталому розвитку окремих регіонів та країн [6]. Збалансоване та ефективне використання відновлюваних джерел енергії може значно підвищити рівень енергетичної безпеки у світі та в країнах Європейського Союзу [9]. Дослідження вчених [7, 8] стверджують, що агроєкосистема має відомий потенціал для виробництва біопалива. Сільськогосподарські підприємства можуть ефективно виробляти декілька видів біопалива, зокрема біогаз, біодизель, біоетанол, тюковану соломку, гранульовану соломку [5, 9, 10]. Основною сільськогосподарською сировиною для

виробництва біопалива є рослинна біомаса [11]. Використання біомаси для виробництва біопалива викликає занепокоєння вчених щодо скорочення виробництва харчових продуктів та негативного впливу на ґрунтове середовище [12]. Крім того, існує думка, що біопаливо, отримане в сільськогосподарському виробництві, має низьку енергоефективність [6]. Для зменшення негативного впливу від виробництва біопалива вимагає збільшення біологічного різноманіття агроєкосистем [8] та чіткого моніторингу екологічної сталості агроєкосистеми [13]. Крім того, критерії сталості та безпеки агроєкосистем необхідні для безпечного та ефективного виробництва біопалива [3].

Враховуючи стурбованість погіршенням ґрунтових умов при вирощуванні енергетичних культур [7], ми пропонуємо як критерій екологічної безпеки агроєкосистеми баланс гумусу. У дослідженні [14] пропонується оцінити енергетичну сталість агроєкосистеми за енергоємністю одиниці виробленої продукції. Однак ця оцінка не дозволяє охарактеризувати агроєкосистему, в якій виробляються біопаливо. Ми пропонуємо оцінити енергетичну сталість агроєкосистем за рівнем енергетичної автономності за рахунок власного виробництва біопалив. Багато вчених вважають, наприклад, [13], що економічна ефективність виробничих процесів є ключовим фактором їх фінансової сталості. Тому ще одним завданням сільськогосподарського підприємства є отримання економічного прибутку як критерію економічної ефективності. На нашу думку, основою сталого функціонування агроєкосистеми є узгодження трьох критеріїв: екологічної безпеки, енергетичної самостійності та економічної ефективності.

Науковці аграрне виробництво розглядають як складну природно-техногенну систему [15, 16, 17]. Зазвичай аграрне виробництво забезпечують галузі рослинництва та галузь тваринництва [4]. Відповідно, також для забезпечення енергетичних потреб такого виробництва необхідне дизельне паливо, бензин, тепла та електрична енергія (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Класична структура аграрного виробництва

Проте можливості аграрної системи потребують розширення. В межах агросистеми можу вироблятися біопалива [2, 5], зокрема біогаз, синтезгаз, біодизель, біоетанол, солону тюкована, брикетована чи гранульована. Зокрема така система буде забезпечувати надлишкове виробництво електроенергії для реалізації і не потребуватиме споживання біодизеля, бензину, теплової енергії та електричної енергії (рис. 1.2). Таке система є автономною [10].

Агросировиною для отримання біопалива є біомаса. Проте, використання біомаси рослинного походження може зменшити отриману частку харчової продукції та зменшити надходження корисних речовин в ґрунт.

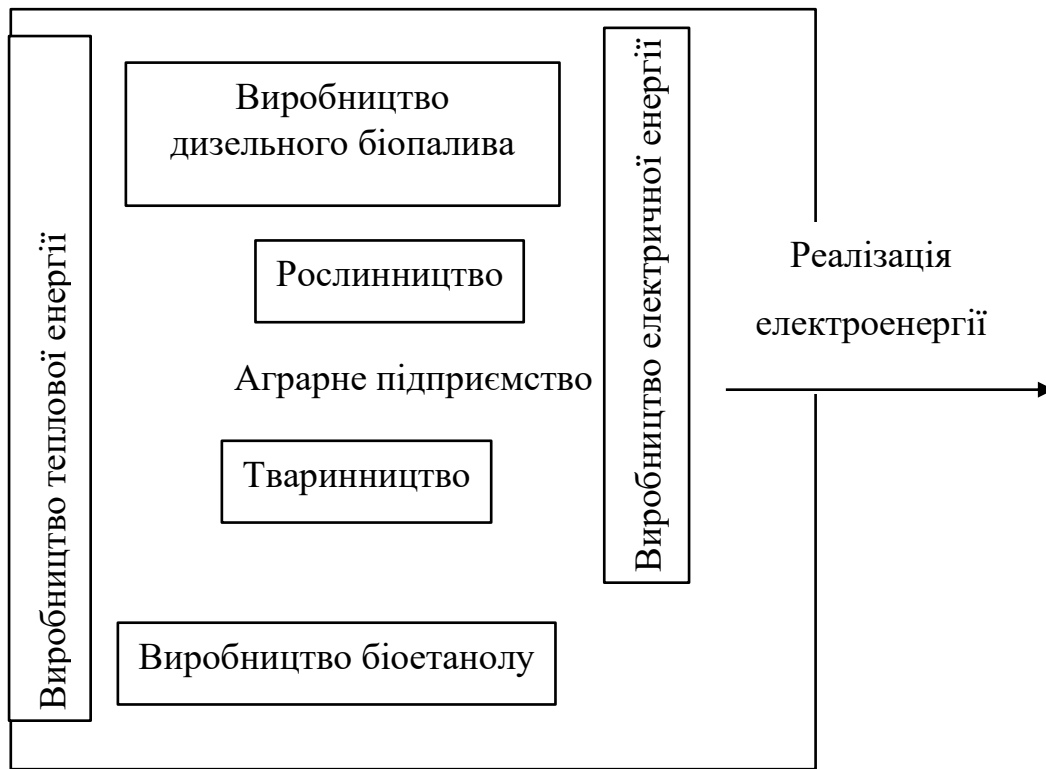


Рис. 1.2. Структура автономної аграрної системи

Щоб уникнути вищезазначеного негативу, необхідно чітко обґрунтувати паливні та енергетичні потреби і враховувати рівні виробництва. Біомасу, як сировину для отримання біопалива, необхідно мати на увазі і використання такої біомаси для підтримання гумусового балансу.

Висновки до розділу 1

Основним критерієм сталості функціонування аграрного підприємства є забезпечення енергетичної самодостатності підприємства для задоволення потреб в електричній та тепловій енергії при збереженні гумусового балансу. При цьому баланс гумусу в сівозміні приймається як критерій екологічної безпеки аграрного підприємства. Цей критерій є основним для її функціонування, оскільки збереження рівноваги органічної речовини має велике значення для родючих ґрунтів. Можливість покрити витрати теплової та електричної енергії за рахунок можливостей аграрного підприємства приймається як критерій енергетичної самодостатності.

РОЗДІЛ 2

ЕЛЕМЕНТИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ АВТОНОМНОСТІ АГРАРНИХ ПІДПРИЄМСТВ

У агровиробництві можливе виробництво енергії із використанням біогазових станцій. Біогазові станції можуть забезпечити:

- виробництво відновлюваної енергії,
- виробництво органічних добрив,
- переробити небезпечні відходи тваринництва,

Для роботи біогазових станцій може бути використано багато різновидів сировини, що отримують в процесі функціонування аграрного підприємства. (рис. 2.1).

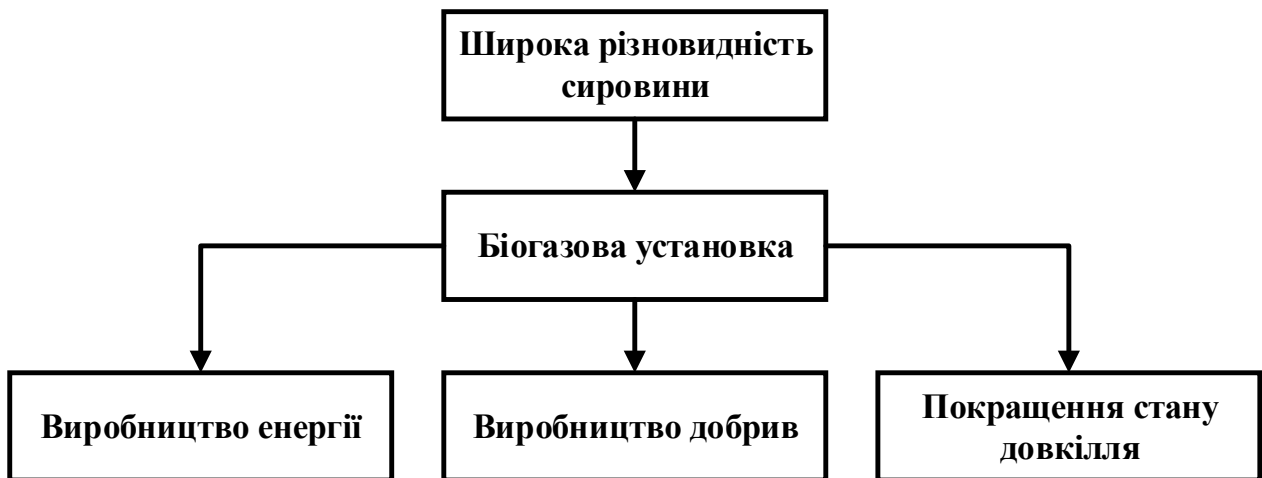


Рис. 2.1. Фактори привабливості використання біогазових станцій

Для використання в аграрних підприємствах доречним буде два види біогазових станцій. Перший це робота у мезофільному (температура субстрату 20...30 град С) режимі з використанням великих реакторів та інтенсивний чи

термофільний (температуру субстрату 36...45 град С) із використанням реакторів невеликої місткості. [18, 19].

Використання мезофільного режиму роботи біогазової станції характеризується низькими витратами на виготовлення реактора та простою схемою технологічного процесу. Але до при цьому виникає ряд важливих недоліків, це і складність забезпечування рівномірного перемішування субстрату, це і складність контролю та регулювання параметрів процесу утворення біогазу.

При використанні термофільних біогазових станцій недоліком є більша вартість та складність обладнання, проте до переваг необхідно віднести пришвидшення процесу отримання біогазу (приблизно у 2 рази у порівнянні із мезофільним режимом) та більша контрольованість протікання процесу утворення біогазу та органічних добрив. Крім того такі реактори більш стійкі щодо аварійних ситуацій

Необхідно відмітити що в Україні існують заводи що можуть виготовити відповідне обладнання, як для термофільного так і для мезофільного процесу.

Наявних відходів тваринництва достатньо для забезпеченні потреб аграрного виробництва в біогазі [20, 21, 22].

Ще одним великим джерелом енергії є відходи рослинництва, зокрема солома. Для використання соломи як енергоресуру та підготовки її до спалювання, газифікації чи просто виробництва паливних гранул та брикетів. Для цього в аграрному підприємстві необхідно розробити структуру енергетичного використання соломи та розробити відповідні технологічні процеси та операції (рис. 3.2).

Необхідно враховувати, що ефективність використання соломи як палива залежить від особливостей збирання соломи [23, 24]. Доречним є використання таких технологій:

- подрібнення та розкидання по полю;

- скиртування на полі;
- пресування в тюки.

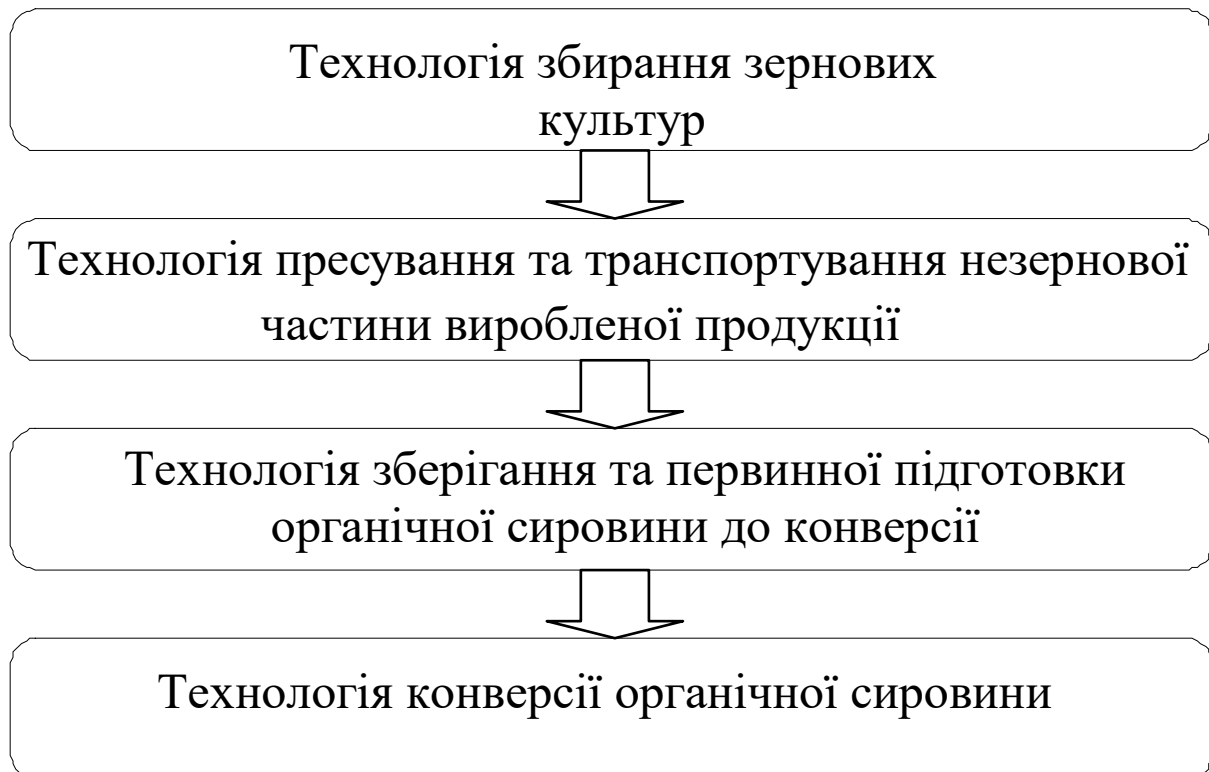


Рис. 3.2. Технологічний процес перетворення соломи зернових культур в енергію

Для забезпечення мобільної техніки, зокрема тракторів та дизельних автомобілів, можна використати спосіб переробки рослинних олій в дизельне біопаливо.

Проте необхідно зауважити що використовувана в промисловості технологія виробництва дизельного біопалива розрахована на отримання великих об'ємів палива та є дорогою і складною для використання в аграрних підприємствах.

Поряд із тим дослідження [25, 26] показують, що використання агропромислової технології виробництва дизельного біопалива (табл. 2.1) дозволяє отримати паливо доброї якості в обсязі річних потреб аграрного підприємства.

Таблиця 2.1. Порівняння технологій виробництва дизельного біопального із рослинної олії

Назва операції	Технологія	
	промислова	агро-промислова
Переетерифікація	+	+
Фракціювання	+	+
Видалення гліцеролу	+	+
Очищення метилового ефіру	+	+
Відгонка метанолу	+	-
Промивання підкисленою водою (видалення мила)	+	-
Повторне промивання водою (видалення залишків кислоти)	+	-
Сушіння метилового ефіру (видалення води)	+	-
Фільтрування	+	+
Осадження	+	+
Зберігання дизельного біопального	+	+
Загальна кількість операцій	12	7

Проте для ефективного виробництва енергетичних ресурсі аграрного походження необхідна чітка оцінка потенціалу сировини та чіткого узгодження параметрів обладнання із відповідною сировиною.

Висновки до розділу 2

В аграрних підприємствах можливе виробництво енергії із використанням біогазових станцій, що можуть забезпечити виробництво біогазу та якісних органічних добрив.

Ще одним джерелом енергії в аграрних підприємствах є відходи рослинництва, зокрема солома. Солону можна використовувати в процесі прямого спалювання, газифікації чи виробництва паливних гранул та брикетів.

Для забезпечення мобільної техніки, зокрема тракторів та дизельних автомобілів, можна використати переробку рослинних олій в дизельне біопаливо методом переетерифікації.

Для ефективного виробництва енергетичних ресурсів необхідна чітка оцінка потенціалу сировини в аграрних підприємствах та формалізації параметрів обладнання із властивостями відповідної сировини.

РОЗДІЛ 3

ОЦІНКА РІВНЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ АВТОНОМНОСТІ АГРАРНОГО ВИРОБНИЦТВА

Баланс гумусу в ґрунтах аграрних підприємств є визначальним фактором оцінки його екологічної безпеки. Тому необхідно встановити порогові значення обсягу сировини для виробництва біопалива на основі підтримки балансу гумусу. Щодо досліджень Шикули та Голуба [17] було встановлено, що моделювання стану гумусу може проводитися на основі запасів гумусу в ґрунті та органічного вуглецю негумусної природи (органічні залишки та органічні добрива). З огляду на це, система рівнянь динаміки вуглецевого вуглецю в ґрунті має вигляд:

$$\begin{cases} V \frac{dY}{dt} = PV - k_y YV - k_{yx} YV = PV - k_T YV; \\ V \frac{dX}{dt} = k_{yx} YV - k_x XV, \end{cases} \quad (3.1)$$

де Y – негумусовий вуглець, що знаходиться в ґрунті, $\text{кг}/\text{м}^3$;

X – гуму, що знаходиться в ґрунті, $\text{кг}/\text{м}^3$

t – час утворення гумусу, років;

V - об'єм родючого ґрунту, $\text{м}^3/\text{га}$;

P - надходження негумусного вуглецю в ґрунт за рік, $\text{кг}/\text{м}^3$ на рік;

$k_y YV$ – річне утворення негумусного вуглецю в ґрунті, $\text{кг}/\text{га}$ на рік;

$k_{yx} YV$ – річне перетворення негумусного вуглецю в ґрунті, $\text{кг} / \text{га}$ на рік;

$k_x XV$ - річна утворення гумусу в ґрунті, $\text{кг} / \text{га}$ на рік;

k_y - коефіцієнт утворення вуглецю в ґрунті, відн. розп. / рік;

k_{yx} - коефіцієнт перетворення гумусу вуглецю на гумус в ґрунті, відн. розп. /

рік;

k_x - коефіцієнт утворення гумусу в ґрунті, відн. розп. / рік;

$k_T = k_y + k_{yx}$ - відношення перетворення негумусного вуглецю в ґрунті, відн.

ун. / рік.

Потенціал сировини (на прикладі біомаси) для виробництва біопалива в аграрних підприємствах можна визначити як:

$$N_S = \sum_{i=1}^n s_i u_i [k_{bp} - (k_{ibp} + k_{kbp})] - \sum_{j=1}^m n_j m_{abp} \quad (3.2)$$

де N_S – кількість біомаси, що може бути використана для енергетичних потреб, т;

k_{bp} - коефіцієнт виходу біомаси;

k_{ibp} - коефіцієнт, що враховує втрати біомаси;

k_{kbp} - коефіцієнт, що враховує кількість біомаси необхідної для підтримання рівня гумусу;

s_i - площа вирощування культури із якої береться біомаса;

u_i - урожайність культури, т / га

m - кількість видів тварин і птахів;

n_j - популяція тварин і птахів j - виду;

m_{abp} - потреба в біомасі для тварин або птахів, т / голову на рік.

Знаючи кількість сировини, необхідну для виробництва біопалива та споживання енергії в аграрному підприємстві, можна знайти рівень енергозабезпечення. У свою чергу, кількість біомаси для відновлення гумусу з урахуванням витрат гумусу при вирощуванні сільськогосподарських культур визначає надходження гумусу на поля.

Метою даного дослідження є встановлення можливості повного забезпечення аграрного виробництва електроенергією та теплом власного виробництва, зберігаючи при цьому баланс гумусу та вплив цих умов на економічну ефективність аграрного виробництва. Для оцінки використана принципова модель збалансованого агровиробництва (рис. 3.1) з елементами

органічного виробництвом, структура якої обґрунтована в наукових роботах [4, 5, 27], враховуючи залежності (1-2). Агрономи та інженери провели багато досліджень щодо впливу багатьох факторів на аграрне виробництво. Такими факторами можуть бути: урожайність сільськогосподарських культур, рівень реалізації зерна, розподіл добрив за галузями тваринництва, вартість бензину та дизельного палива, кількість біомаси, яка залишається на полях після збору врожаю, та багато інших факторів.

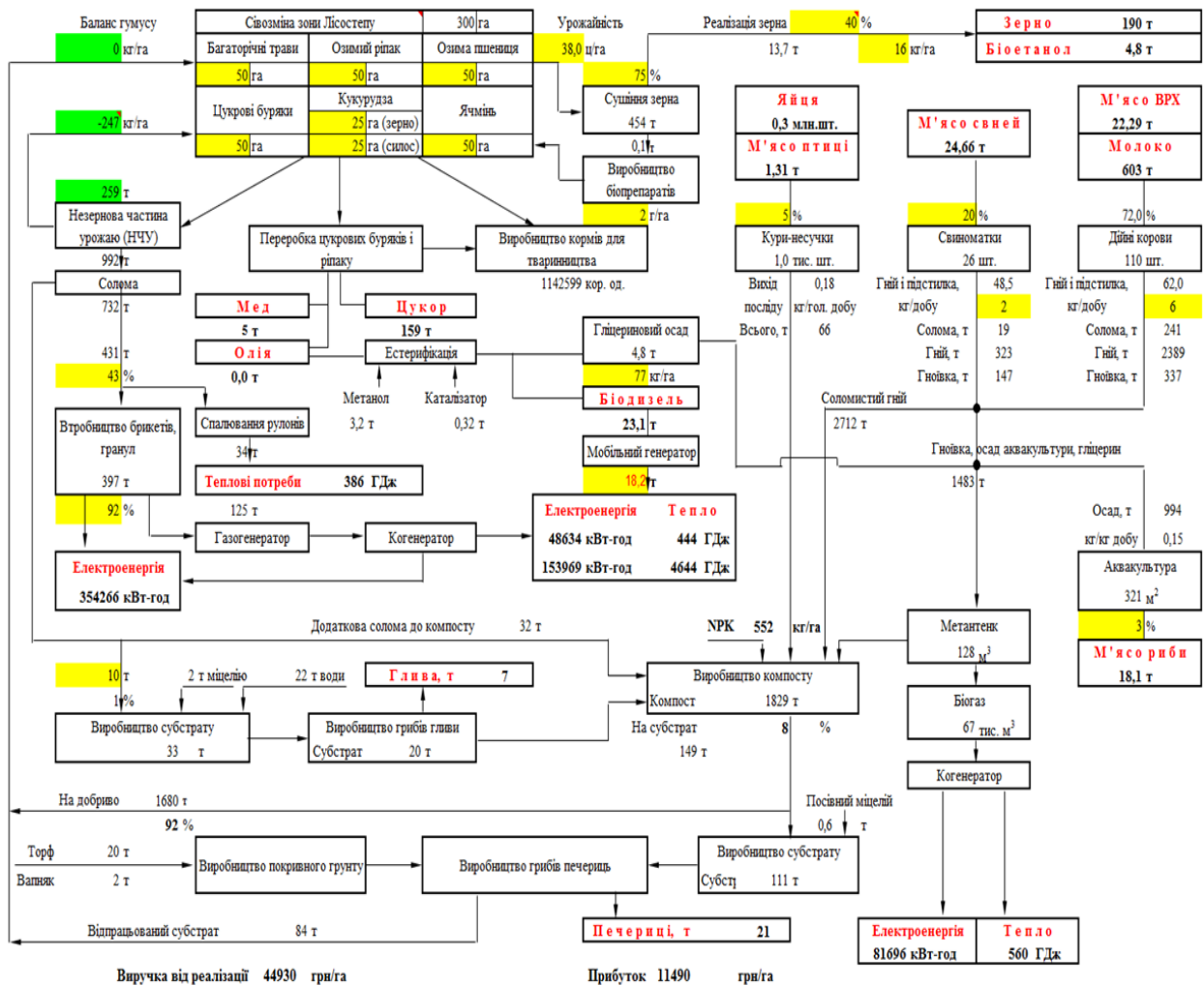


Рис. 3.1. Принципова модель збалансованого виробництва продукції аграрним підприємством

Принципова модель аграрного підприємства включає сівозміну з вирощуванням основних культур. На цій основі моделювалося виробництво свинини, мяса ВРХ, риби та курей, молока, яєць, олії, цукру, меду та грибів. Принципова модель передбачала виробництво дизельного біопалива та біоетанолу в аграрному підприємстві в кількості, необхідній для забезпечення роботи мобільного обладнання, біогазу, генераторного газу та твердого біопалива із соломи: рулони, гранули, брикети.

У моделі аграрного підприємства біогаз використовується для виробництва електроенергії та тепла. Частина рослинної біомаси у вигляді рулонів використовується для виробництва тепла. Частина соломи використовується для виробництва гранул, з яких виробляється генераторний газ. Синтегаз необхідно також використовувати для виробництва електроенергії. Принципова модель аграрного виробництва передбачає виконання всіх агротехнічних процесів за рахунок власних енергетичних ресурсів. Модель підприємства забезпечує екологічну стійкість, підтримуючи баланс гумусу та економічну ефективність.

Аграрне виробництво повинне прагнути забезпечити баланс гумусу в ґрунтах або його збільшення. Зрештою, ґрунт є головною складовою виробництва, або основою, на якій воно базується. Забезпечуючи баланс гумусу, можна змінювати інші компоненти системи, щоб забезпечити енергетичну автономність. Збільшуючи виробництво тепла та електроенергії, можна збільшити прибуток, продаючи вироблену енергію за зеленим тарифом.

Важливою умовою функціонування виробництва є структура тваринництва (рис. 3.2). Структура впливає на енергетичні витрати на отримання продукції тваринництва.

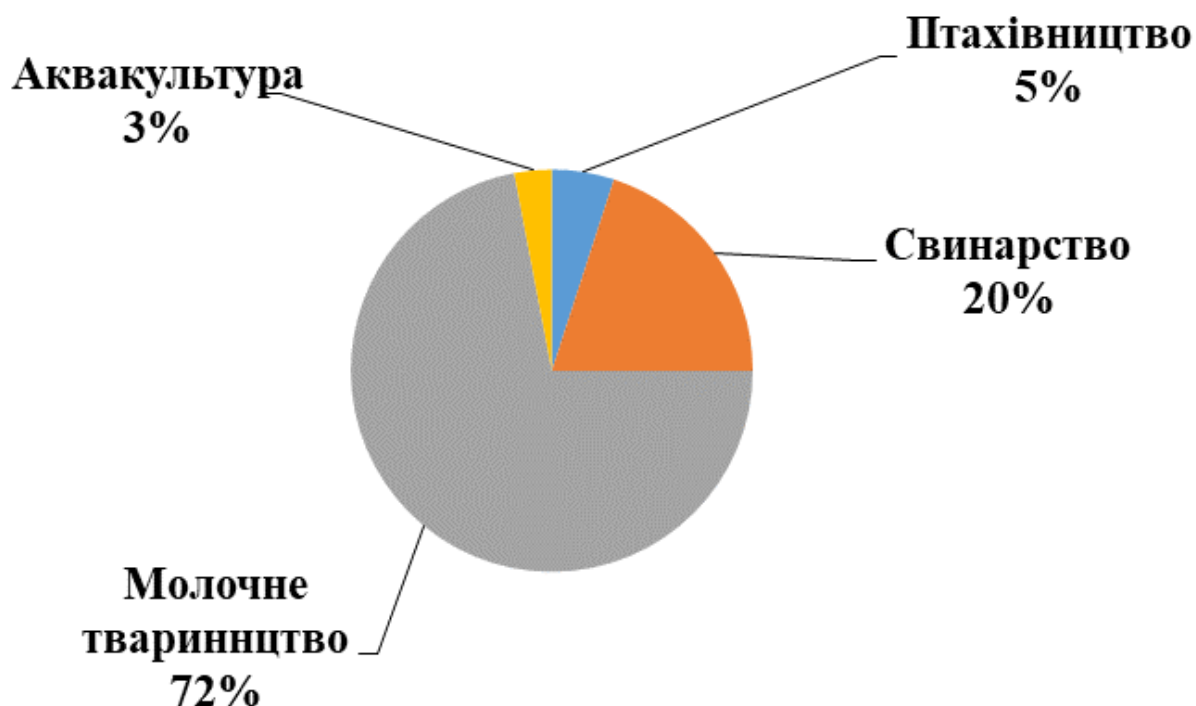


Рис. 3.2. Структура тваринництва

Розподіл використання соломи показаний на рис. 3.3. Відповідно до цієї схеми, в аграрному підприємстві з органічним виробництвом для підтримки балансу гумусу в ґрунті слід використовувати до 40% соломи (з подальшим поверненням до ґрунту). Для виробництва тепла та електроенергії для задоволення власних потреб потрібно до 21% соломи. Для отримання електричної енергії необхідно до 38% соломи.

Як показано на рис. 3.4, досягнення балансу гумусу забезпечується за рахунок біомаси сидератів, бур'янів та інших рослинних залишків, а також компосту, який виробляється з гною, підстилки гною та відходів субстрату із біогазової установки.

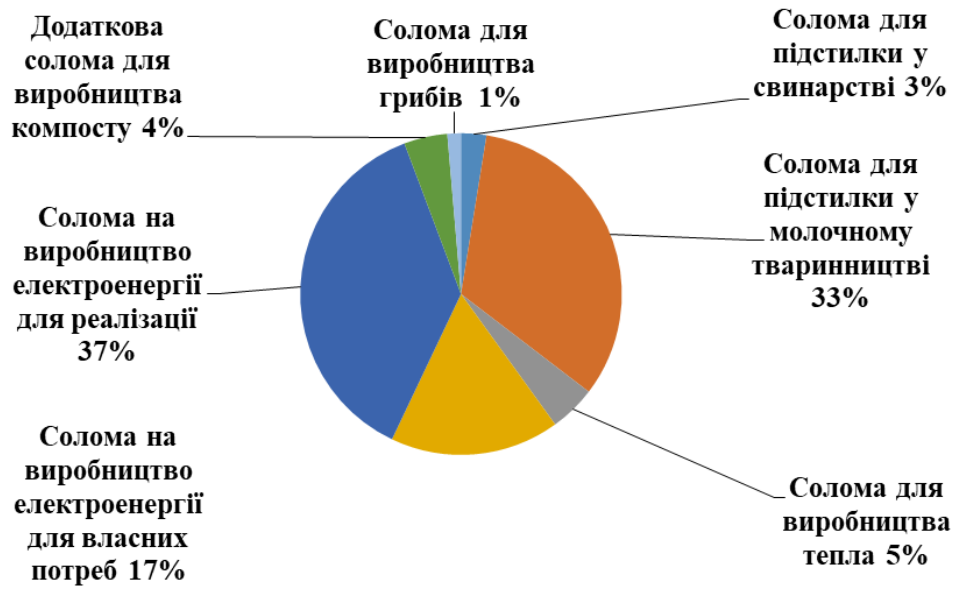
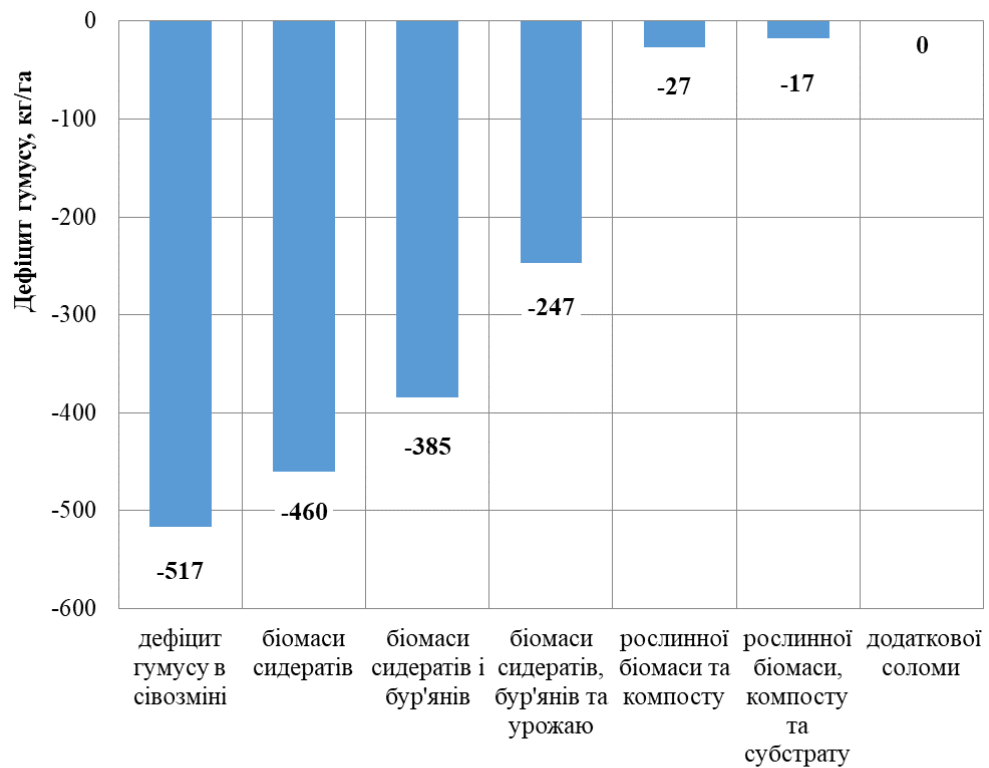


Рис. 3.3. Розподіл використання соломи



Дефіцит гумусу в сівозміні при використанні

Рис. 3.4. Вплив біомаси на відтворення гумусу

Аналіз показників роботи аграрного підприємства дозволяє зробити висновок, що дотримання теплового та електричного енергетичного балансу можливо із збереженням гумусу. Загальна кількість споживаної підприємством електроенергії становить близько 280 тис. кВт год / рік (рис. 5). Найвищі витрати на електричну енергію (до 70%) потрібні для виробництва молока. На виробництво біопалива витрачається до 25% електричної енергії, із них паливні гранулювання та брикетування соломи до 16%.

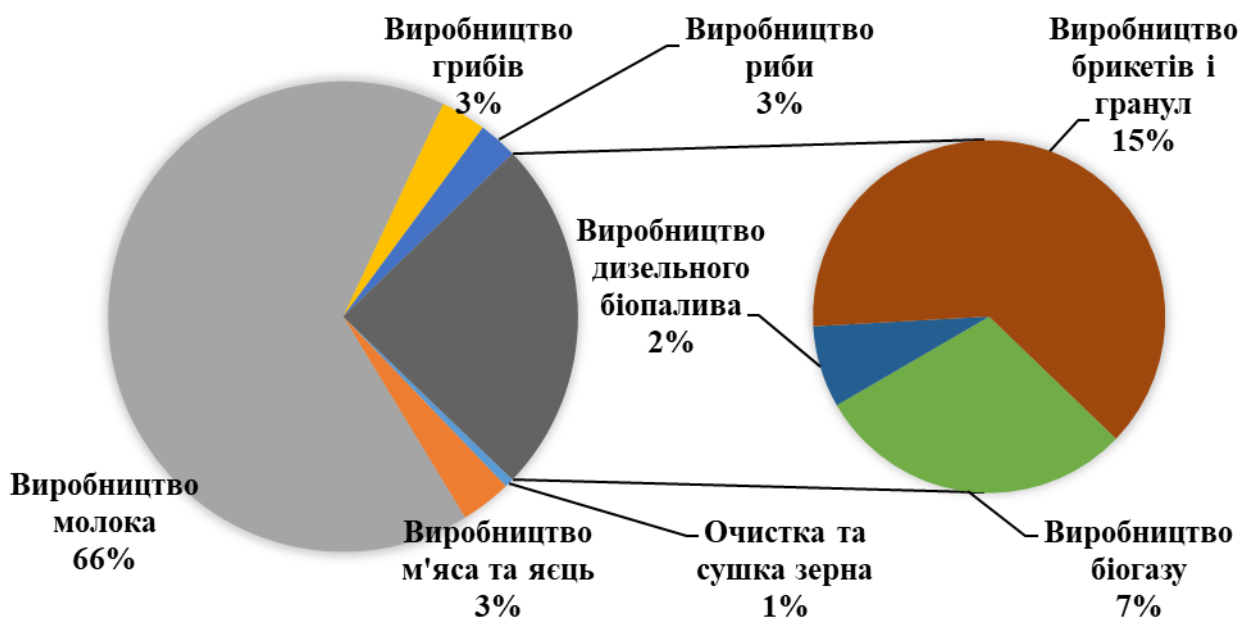


Рис. 3.5. Розподіл споживання електричної енергії

Аналіз виробництва електроенергії в аграрному підприємстві (рис. 3.6) показує, що для задоволення власних потреб необхідно більше 45% виробленої електроенергії, зокрема 25% можна отримати електроенергії із соломи, 12% електроенергії з біогазу та 8% електроенергії можна отримати із біодизеля. До 55% електроенергії доступні до реалізації стороннім споживачам.

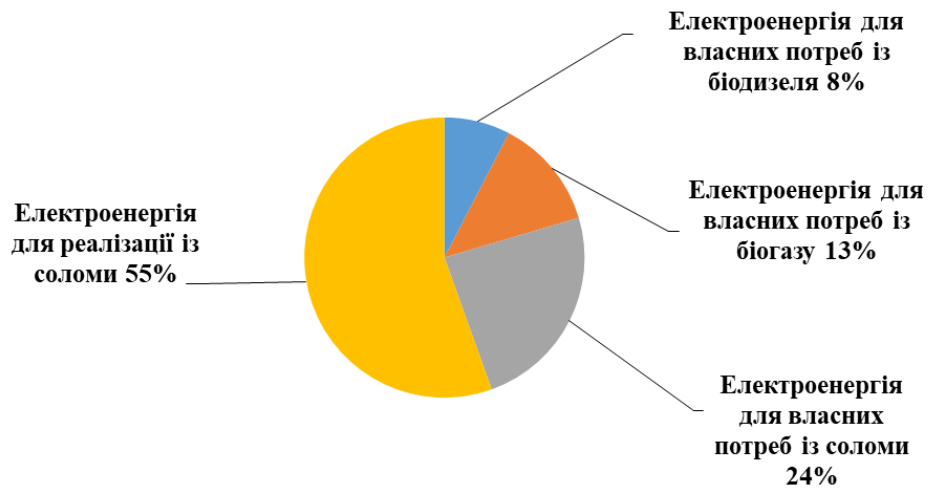


Рис. 3.6. Розподіл виробництва електричної енергії

Кількість споживаної теплової енергії становить 2790 ГДж / рік. Більша частина теплової енергії витрачається на виробництво молока – 60%; для виробництва біопалива витрачається 14% теплової енергії, зокрема, майже все для виробництва біогазу (рис. 3.7).

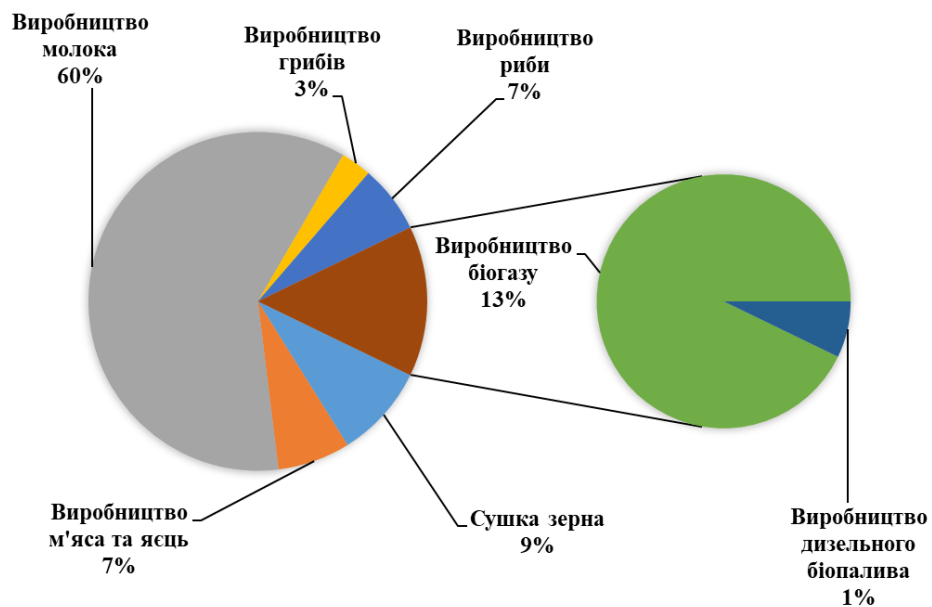


Рис. 3.7. Розподіл споживання теплової енергії

Аграрне підприємство забезпечує потреби в тепловій енергії за рахунок: роботи газогенератора – 80%, використання біогазу – до 10%, біодизеля – 7%, соломи – 7% (рис. 3.8).

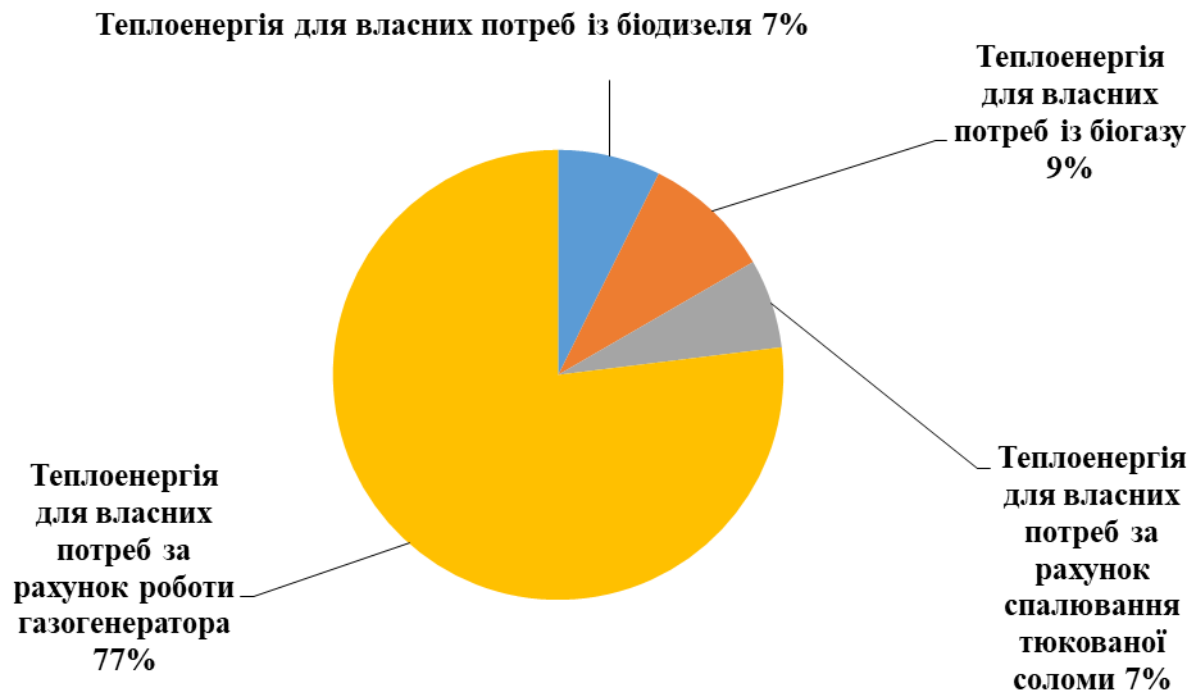


Рис. 3.8. Розподіл виробництва теплової енергії

Аграрне підприємство може бути повністю забезпечене електричною та тепловою енергією завдяки біопаливу, яке виробляється з його ресурсів. Це забезпечить баланс гумусу. Частину електроенергії можна продати для підвищення ефективності аграрного виробництва (рис. 3.9).

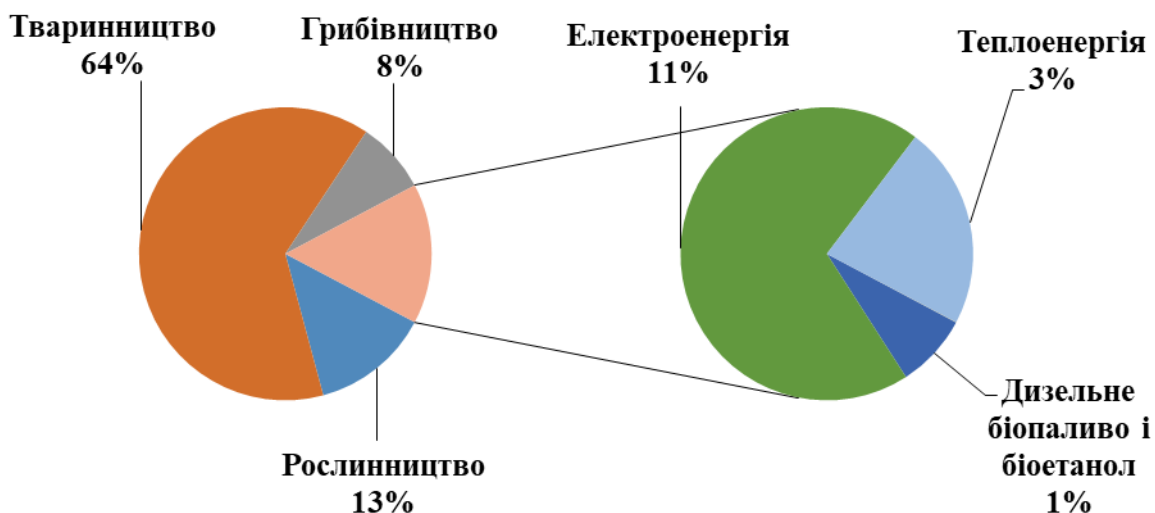


Рис. 3.9. Структура надходження прибутку в аграрному виробництві

Аналіз моделювання економічних результатів функціонування аграрного підприємства для забезпечення балансу гумусу свідчить про те, що завдяки виробництву енергії, виробленої з біопалива, можна отримати близько 15% додатково до прибутку.

Експериментальні дослідження показали, що існує можливість створити модель аграрного виробництва, яке може забезпечити повну енергетичну автономність.

При зміні структури використання аграрної біомаси можливість забезпечення екологічної безпеки, енергетичної автономії та економічної ефективності збалансованого виробництва з органічним виробництвом може варіюватися, але досягнення балансу гумусу завжди можливо. Застосування газогенераторних установок також забезпечує енергетичну автономність електроенергії при використанні інших варіантів біомаси. Що стосується економічної ефективності, то вона майже завжди зростає зі збільшенням виробництва продукції тваринництва та збільшенням кількості соломи для виробництва електроенергії, яку можна реалізувати стороннім споживачам. З метою реалізації різних варіантів сівозміни, структур використання кормової

бази та можливості зміни інших параметрів структурної моделі збалансованого аграрного підприємства з органічним виробництвом була розроблена відповідна комп'ютерна імітаційна модель, що дозволяє реалізувати різні варіанти розрахунку, враховуючи потреби сільськогосподарського виробництва.

Висновки до розділу 3

В даний час у відкритих публікаціях відсутні дані про можливість забезпечення енергетичної автономії аграрного підприємства аспекті повної електричної автономії із забезпеченням гумусового балансу в ґрунті. Проводяться наукові дискусії щодо доцільності використання біопалива у сільськогосподарському виробництві. Основою цих дискусій є те, що підтримка балансу гумусу при використанні рослинної біомаси як біопалива неможлива. Однак представлені нами моделі аграрного підприємства демонструють можливість досягнення енергетичної автономії при збереженні гумусового балансу в ґрунтах. Представлені моделі можуть застосовуватися до аграрних підприємств незалежно від їх розміру, а також можуть використовуватися для моделювання сільськогосподарського виробництва окремих країн.

ВИСНОВКИ

Основним критерієм сталості функціонування аграрного підприємства є забезпечення енергетичної самодостатності підприємства для задоволення потреб в електричній та тепловій енергії при збереженні гумусового балансу. При цьому баланс гумусу в сівозміні приймається як критерій екологічної безпеки аграрного підприємства. Цей критерій є основним для її функціонування, оскільки збереження рівноваги органічної речовини має велике значення для родючих ґрунтів. Можливість покрити витрати теплової та електричної енергії за рахунок можливостей аграрного підприємства приймається як критерій енергетичної самодостатності.

В аграрних підприємствах можливе виробництво енергії із використанням біогазових станцій, що можуть забезпечити виробництво біогазу та якісних органічних добрив. Ще одним джерелом енергії в аграрних підприємствах є відходи рослинництва, зокрема солома. Солону можна використовувати в процесі прямого спалювання, газифікації чи виробництва паливних гранул та брикетів. Для забезпечення мобільної техніки, зокрема тракторів та дизельних автомобілів, можна використати переробку рослинних олій в дизельне біопаливо методом переетерифікації. Для ефективного виробництва енергетичних ресурсів необхідна чітка оцінка потенціалу сировини в аграрних підприємствах та формалізації параметрів обладнання із властивостями відповідної сировини.

В даний час у відкритих публікаціях відсутні дані про можливість забезпечення енергетичної автономії аграрного підприємства аспекті повної електричної автономії із забезпеченням гумусового балансу в ґрунті. Проводяться наукові дискусії щодо доцільності використання біопалива у сільськогосподарському виробництві. Основою цих дискусій є те, що підтримка балансу гумусу при використанні рослинної біомаси як біопалива неможлива.

Однак представлені нами моделі аграрного підприємства демонструють можливість досягнення енергетичної автономії при збереженні гумусового балансу в ґрунтах. Представлені моделі можуть застосовуватися до аграрних підприємств незалежно від їх розміру, а також можуть використовуватися для моделювання сільськогосподарського виробництва окремих країн.

Список використаних джерел

1. Голуб Г.А., Кухарець С.М. Марус О.А. та ін. Біоенергетичні системи в аграрному виробництві. Київ : НУБіП України, 2016. 229 с.
2. Виробництво і використання біопалив в агроєкосистемах. Механіко-технологічні основи : монографія / Голуб Г.А., Кухарець С.М., Чуба В.В., Марус О.А. Київ : НУБіП України, 2018. 254 с.
3. Виробництво та використання дизельного біопалива на основі рослинних олій / [Г. А. Голуб, М. Ю. Павленко, В. В. Чуба, С. М. Кухарець]. – К. : НУБіП України, 2015. – 119 с.
4. Ryabchenko O.; Golub G.; Turčeková N.; Adamičková I., Zapototskyi S. Sustainable business modeling of circular agriculture production: case study of circular bioeconomy, *Journal of Security and Sustainability*. 2017. Issues 7[2]. P. 301-309.
5. Кухарець С.М. Підвищення енергетичної автономності агроєкосистем. Механіко-технологічні основи: монографія / С.М. Кухарець – Житомир: ЖНАЕУ, 2016. – 192 с.
6. Кухарець С.М. Особливості представлення агроєкосистеми у вигляді складної структури. Практика і теорія ефективного використання земельних ресурсів Полісся. зб. ст. Всеукраїнської наук.-практ. конф., 22–23 лют. 2017 р. – Житомир : Вид-во ЕЦ «Укрекобіокон», 2017. – С. 104–105.
7. Integrated use of bioenergy conversion technologies in agroecosystems/ Golub G.A., Kukharets S.M., Yarosh Y.D., Kukharets V.V // *INMATEH – Agricultural Engineering*. 2017. Vol. 51, No.1. P. 93–100
8. Ярош Я.Д., Білецький В.Р., Кухарець С.М., Кухарець М.М. Потенціал сировини рослинного походження для теплових потреб в Україні за 2018 рік. Відновлювана енергетика та енергоефективність у XXI столітті: Матеріали ХХ

Міжнар. наук.-практ. конф., 15-16 травня 2019 р. – Київ: ННТУ КПІ, ІВЕ НАНУ, 2019. С. 583-588.

9. Gennadii Golub, Savelii Kukharets, Yaroslav Yarosh, Jonas Čėsna, Valentina Kukharets. The technological substantiation the energy self-sufficiency of agroecosystems in rural areas. Sustainable Development of Rural Areas: monograph / ed. prof. T. Zinchuk, prof. J. Ramanauskas. – Klaipėda: Klaipėda University; Kyiv: «Centre of Educational Literature», 2019. С. 185-208.

10. Golub G., Skydan O., Kukharets V., Yarosh Y., Kukharets S. The estimation of energetically self-sufficient agroecosystem's model. Journal of Central European Agriculture. 2020. 21(1). P.168-175.

11. Скидан О.В., Голуб Г.А., Кухарець В.В., Ярош Я.Д., Кухарець С.М. Оцінка енергетичної та екологічної безпеки агроecosystem органічного виробництва. Органічне виробництво і продовольча безпека: 2020 рік : матеріали VIII Міжн. наук.-практ. конф., 22 трав. 2020 р. Житомир : Вид.-во ПНУ, 2020. С. 5–10.

12. Ярош Я.Д., Голуб Г.А., Цивенкова Н.М., Кухарець С.М., Медведський О.В., Чуба В.В. Виробництво і використання генераторного газу з сільськогосподарської рослинної сировини: монографія. Житомир: ЖНАЕУ, 2020. 224 с.

13. Rzeznik W., Mielcarek, P. Agricultural biogas plants in Poland, In: 17th International Scientific Conference “Engineering for rural development”, 2018. Latvia, Jelgava, 1760-1765.

14. Mockshell J., Villarino M. Agroecological intensification: Potential and limitations to achieving food security and sustainability. Encyclopedia of Food Security and Sustainability. 2019. Part 3. P. 64–70.

15. Кухарець С. М. Обґрунтування механіко-технологічних основ конструювання агроecosystem / С. М. Кухарець, Б. А. Шелудченко // Зб. наук. пр.

Подільського держ. аграр.-техн. ун-ту. Спец. вип. Сучасні проблеми збалансованого природокористування: наук.-практ. конф. – 2013. – С. 164–171.

16. Кухарець С. М. Механіко-технологічний підхід до конструювання агроєкосистеми / С. М. Кухарець // Вісн. Житомир. нац. агроєкол. ун-ту. – 2014. – Т.1 (39), № 1. – С. 187–197.

17. Голуб Г. А. Моделювання гумусного стану ґрунтового середовища агроєкосистеми / Г. А. Голуб, С. М. Кухарець // Наук. вісн. НУБіП України. Серія «Техніка та енергетика АПК». –2014. – Вип. 196, Ч. 2. – С. 20–27.

18. Golub G., Kukharets S., Zavadzka O., Marus O. Determination of the Rate of Organic Biomass Decomposition in Biogas Reactors with Periodic Loading. International Journal of Renewable Energy Research. Vol.9. No.4. 2019. P. 1741-1750.

19. Ефективність виробництва біогазу в контексті розвитку аграрних підприємств / С. М. Кухарець, В. В. Кухарець, Я. Д. Ярош // Інтелектуальна економіка: глобальні тенденції та національні перспективи: Матеріали II міжнародної науково-практичної інтернет-конференції. Житомир: ЖНАЕУ, 2016. С. 116–124.

20. Кухарець С. Н. Производство биометана в сельском хозяйстве. AgroOne. 2016. №3 (5). С.24–25.

21. Голуб Г. А. С. М. Кухарець Газова автономія. The Ukrainian Farmer. 2016. №3. С. 181-182.

22. Кузьменко, Г. Голуб, С. Кухарець Фермерський біогаз. The Ukrainian Farmer.

23 Дослідження двостадійного процесу газифікації соломи / Цивенкова Н. М., Ярош Я. Д., Голубенко А. А., Терещук М. Б. Вісник Харків. національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. Технічні науки. 2018. Вип. 196. Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України. С. 15–17. 016. №7. С. 70-71.

24. Ярош Я. Д., Кухарець В. В., Палійчук В. К. Особливості переробки соломи на тверде біопаливо в умовах сільськогосподарського виробника. Вісник ЖНАЕУ. 2014. № 2 (45), т. 4, ч. II. С. 305–312.

25. Ярош Я. Д. Встановлення раціональних параметрів змішувача із дисковою форсункою для отримання дизельного біопалива. Сільськогосподарські машини: зб. наук. ст. 2017. Вип. 36. С. 194–203.

26. Ярош Я. Д. Обґрунтування механіко-технологічних особливостей використання дизельного біопалива в аграрному виробництві. Наукові горизонти. 2018. № 4 (67). С. 17–23.

27. Golub G., Skydan O., Kukharets V., Yarosh Y., Kukharets S. The estimation of energetically self-sufficient agroecosystem's model. Journal of Central European Agriculture. 2020. 21(1). P.168-175. DOI: /10.5513/JCEA01/21.1.2482