



ЖИТОМИРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



*Оцінка потенціалу сировини рослинного  
походження для теплових потреб у  
Житомирській області*

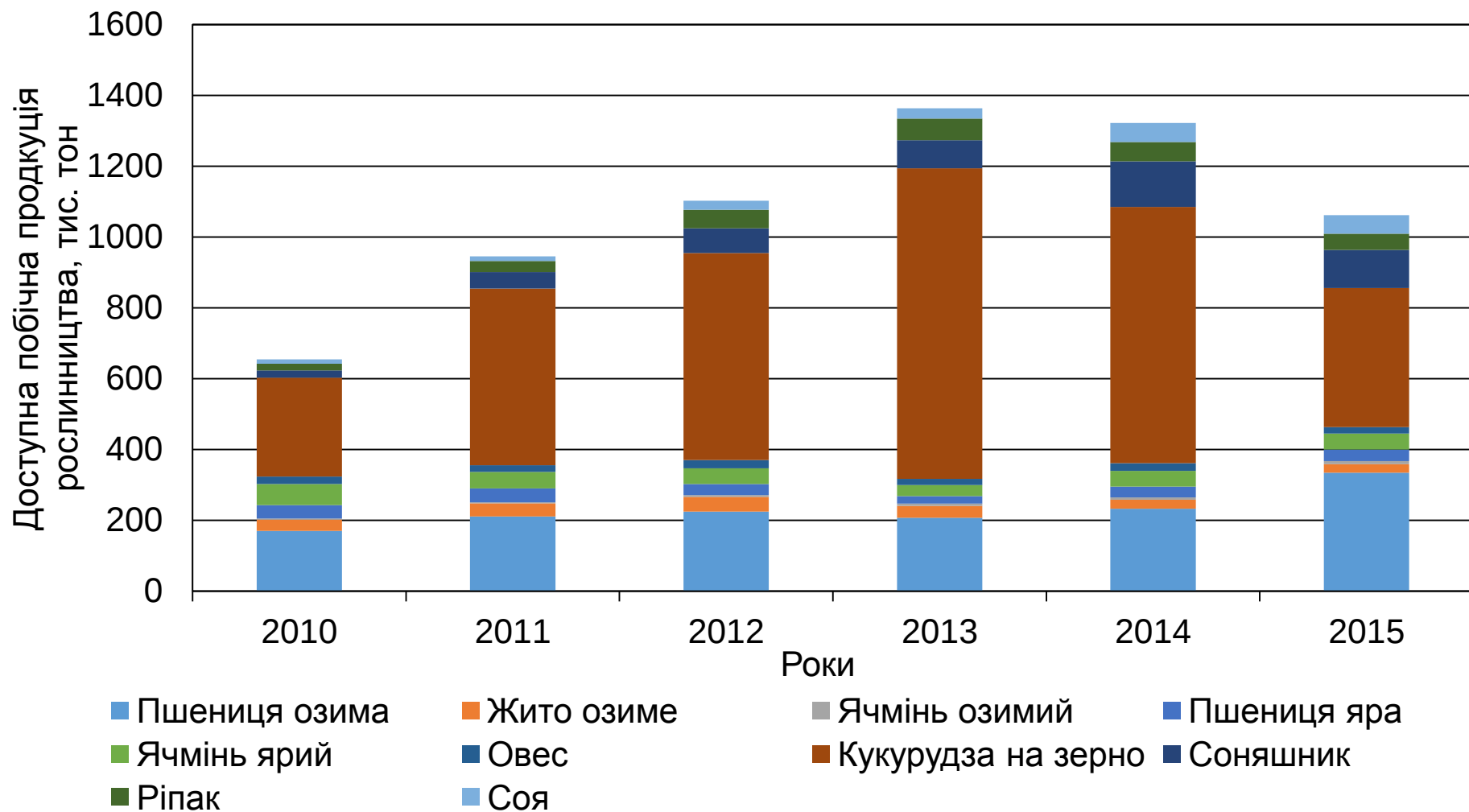
Завідувач кафедри механіки та  
інженерії агроєкосистем,  
доктор технічних наук

Кухарець Савелій

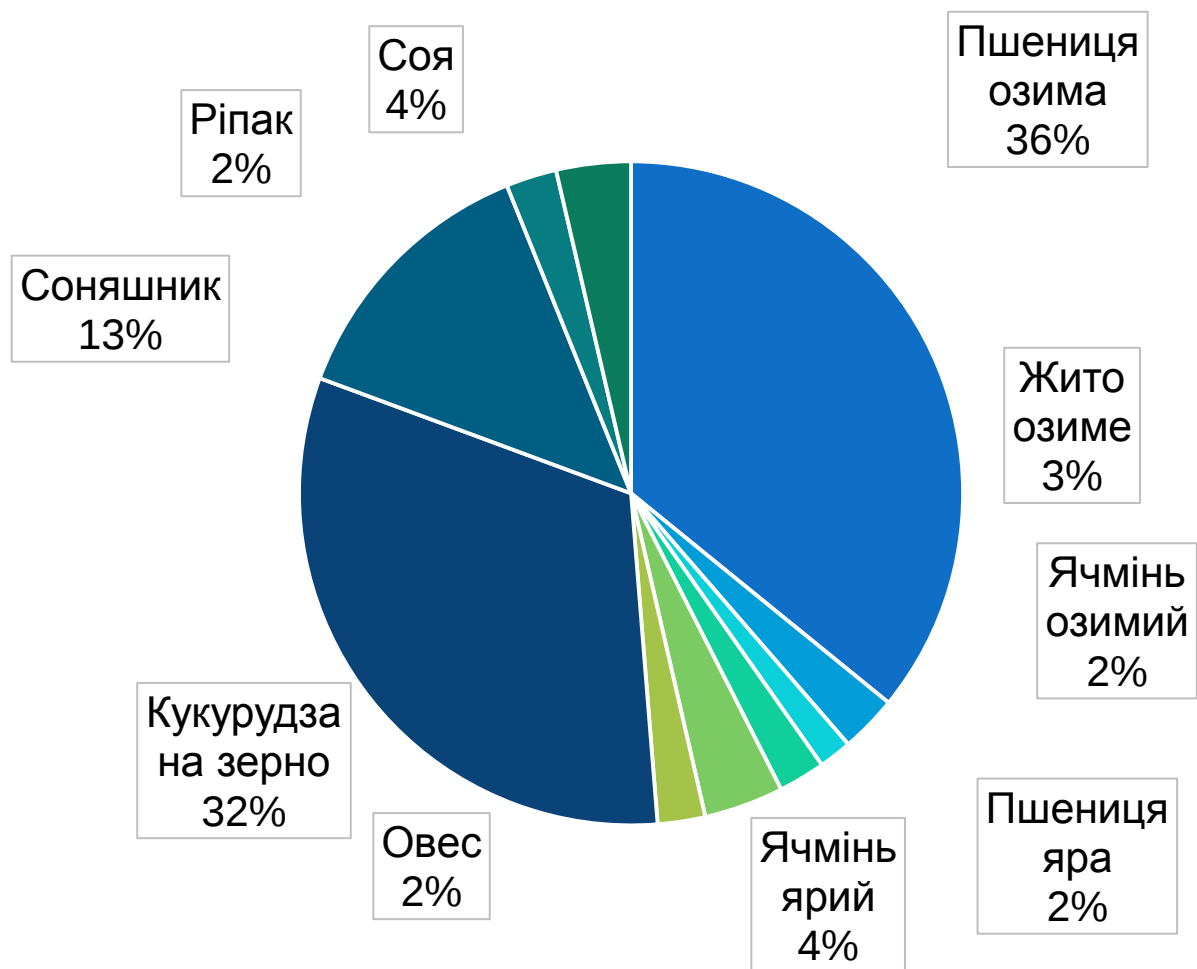
## Валовий збір культур побічна продукція яких придатна для отримання теплової енергії в Житомирській області

| Культура                | Зібрано продукції , тис. тон |        |        |        |        |        |
|-------------------------|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                         | 2010                         | 2011   | 2012   | 2013   | 2014   | 2015   |
| Пшениця озима           | 242,8                        | 301,7  | 320,6  | 296,3  | 333    | 478,2  |
| Жито озиме              | 67,8                         | 76,2   | 87,1   | 69,2   | 51,7   | 49,3   |
| Ячмінь озимий           | 5,3                          | 6,3    | 10,6   | 13,4   | 14,6   | 19     |
| Озимі зернові разом     | 315,9                        | 384,2  | 418,3  | 378,9  | 399,3  | 546,5  |
| Пшениця яра             | 54,4                         | 56,3   | 44,4   | 30,2   | 43,9   | 46,8   |
| Ячмінь ярий             | 123,2                        | 96,5   | 92,8   | 65,3   | 91,4   | 94,1   |
| Овес                    | 60,3                         | 55,1   | 65,6   | 50     | 62,1   | 51,9   |
| Кукурудза на зерно      | 499,1                        | 891,4  | 1045,2 | 1567,1 | 1292,9 | 701,1  |
| Ярі зернові разом       | 737,0                        | 1099,3 | 1248,0 | 1712,6 | 1490,3 | 893,9  |
| Зернові культури разом  | 1052,9                       | 1483,5 | 1666,3 | 2091,5 | 1889,6 | 1440,4 |
| Соняшник                | 26,9                         | 60,6   | 92     | 104,1  | 169,1  | 141,5  |
| Ріпак                   | 20,3                         | 33,4   | 55,2   | 64,5   | 57,3   | 47,9   |
| Соя                     | 66,2                         | 70,6   | 139,9  | 161,3  | 301,5  | 292,1  |
| Технічні культури разом | 113,4                        | 164,6  | 287,1  | 329,9  | 527,9  | 481,5  |
| Разом                   | 1166,3                       | 1648,1 | 1953,4 | 2421,4 | 2417,5 | 1921,9 |

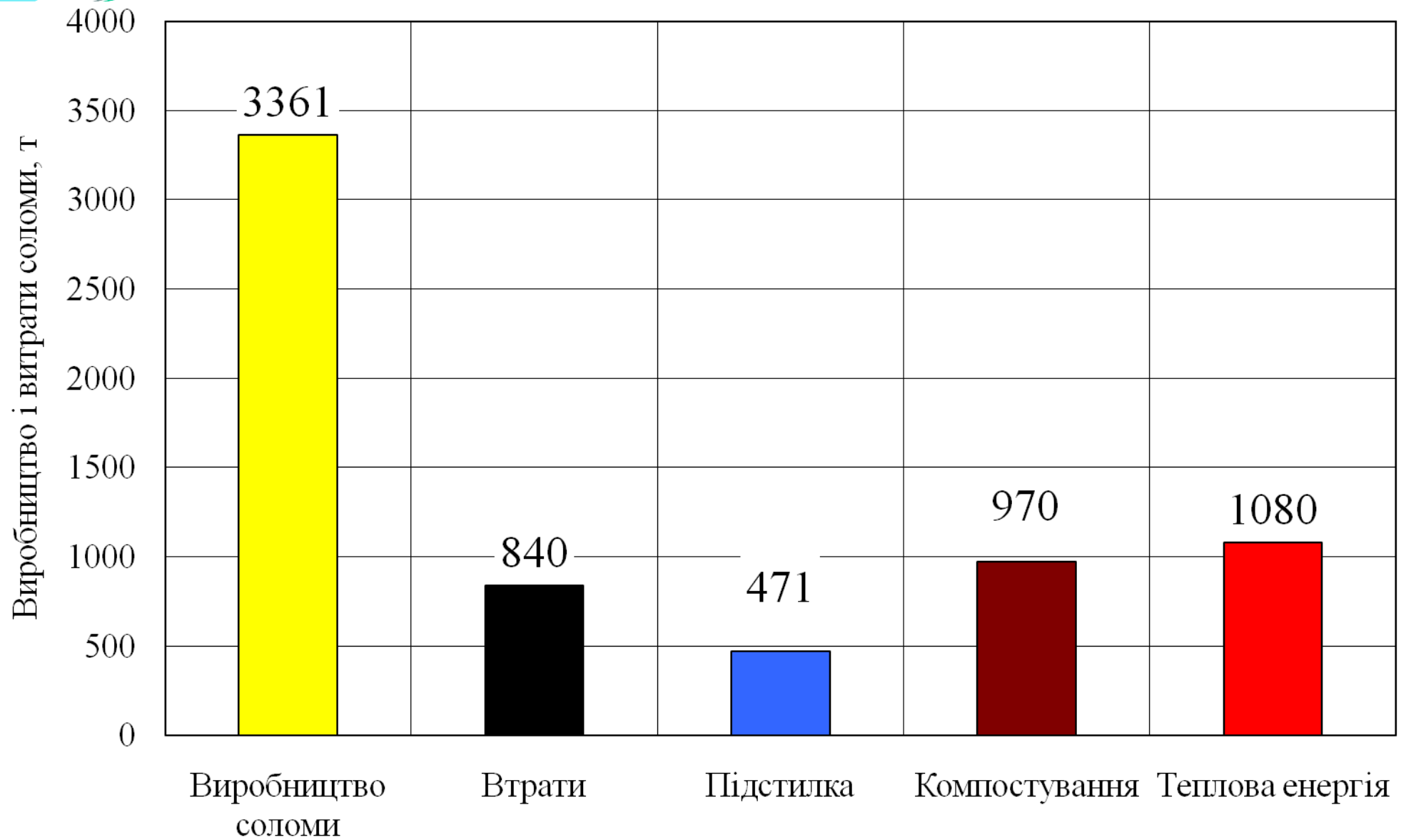
## Загальний обсяг доступної побічної продукції придатної для виробництва теплової енергії в Житомирській області



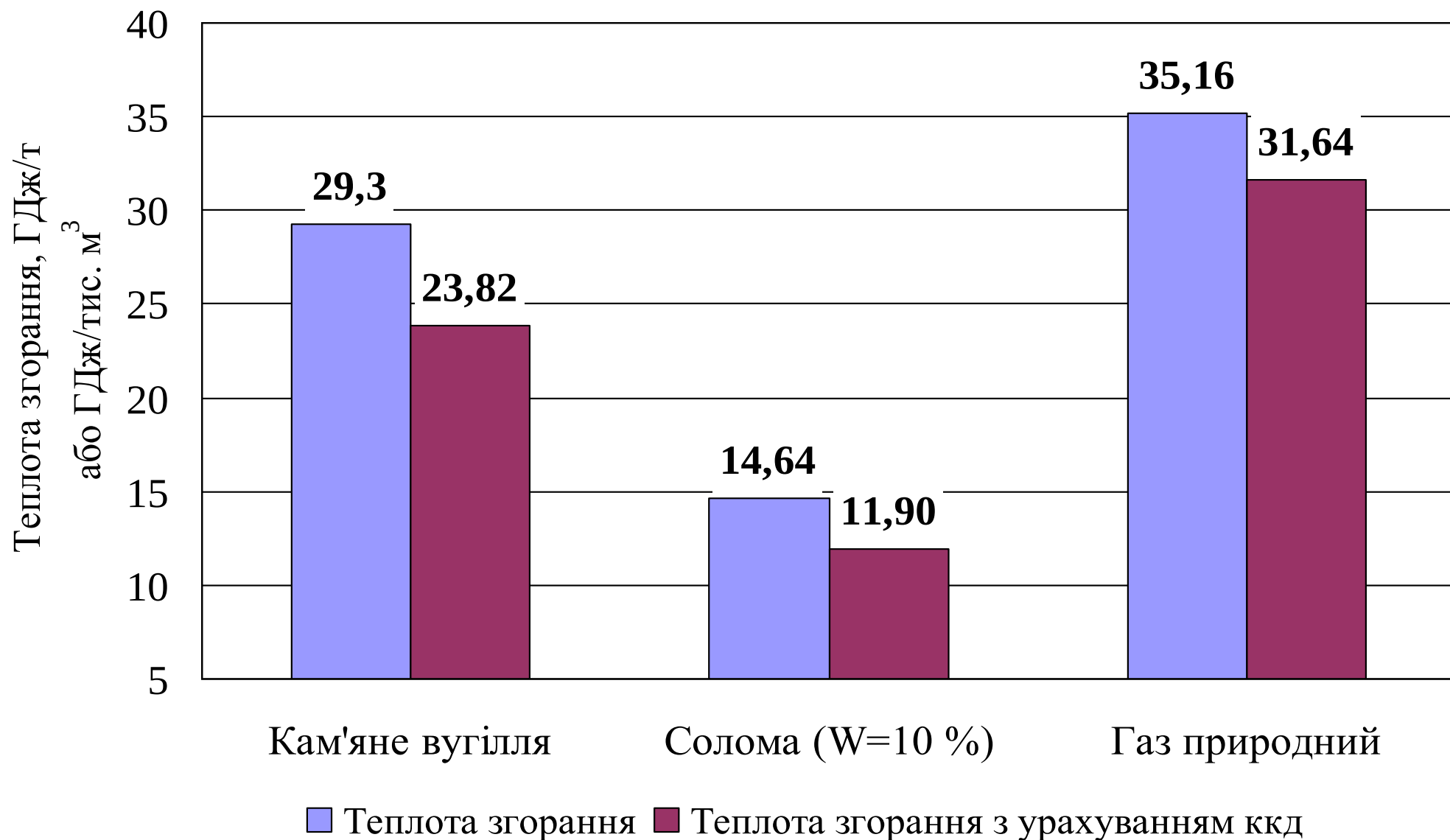
## Структура сільськогосподарської побічної продукції рослинного походження в Житомирській області в 2016 році



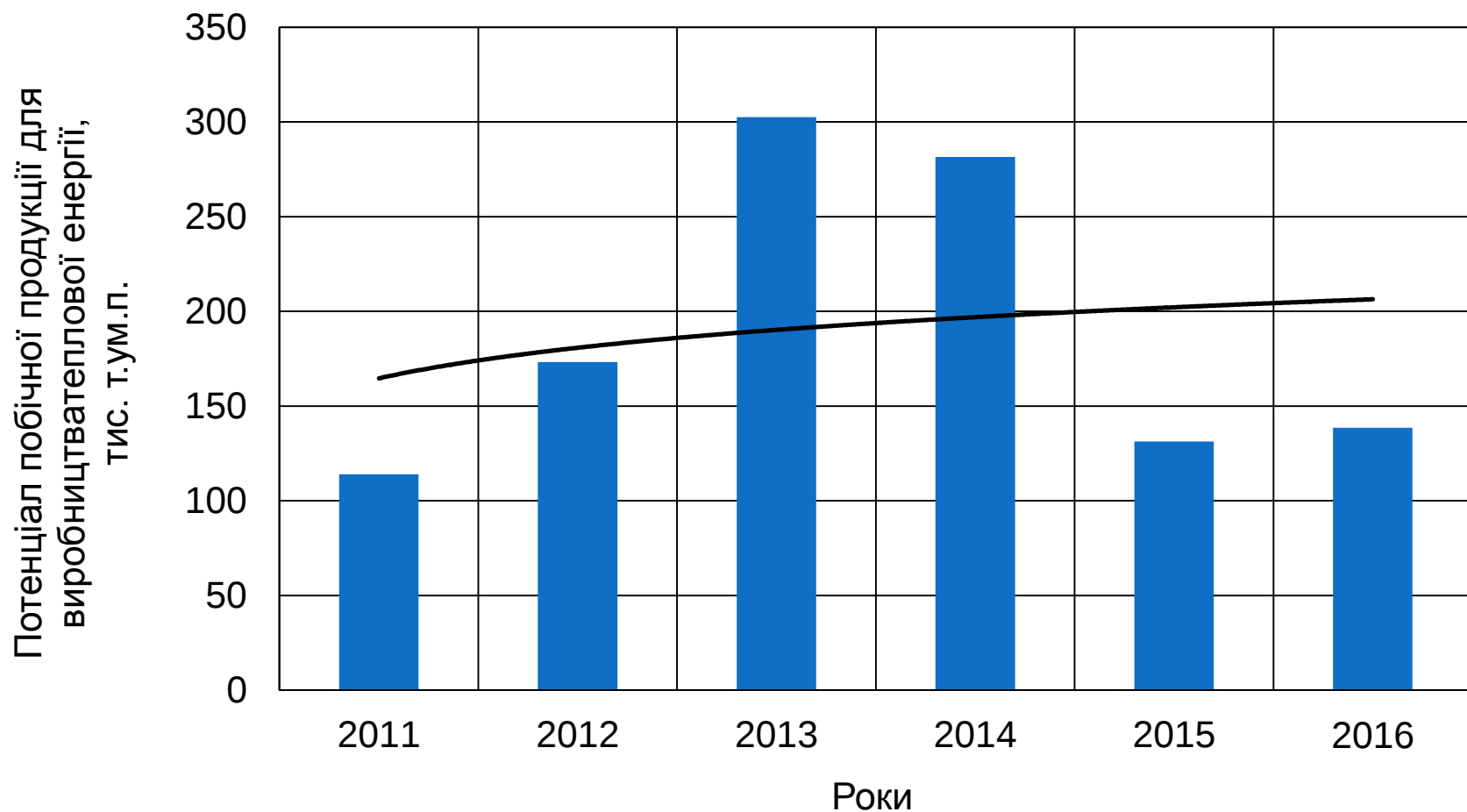
# ДІАГРАМА ВИРОБНИЦТВА І РОЗПОДІЛУ СОЛОМИ



# ПОРІВНЯННЯ ТЕПЛОТИ ЗГОРАННЯ СОЛОМИ, КАМ'ЯНОГО ВУГІЛЛЯ ТА ПРИРОДНОГО ГАЗУ



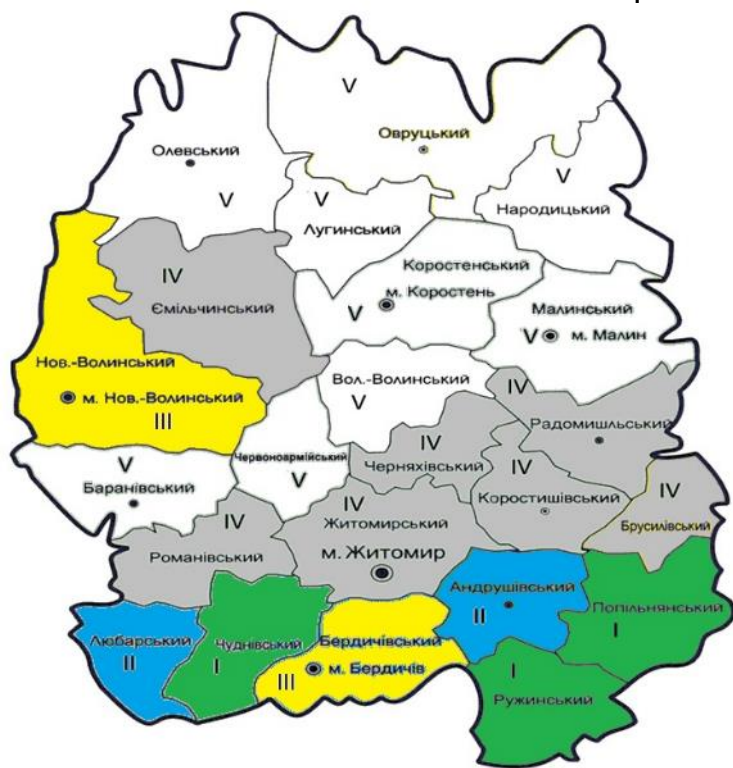
## Потенціал сільськогосподарської побічної продукції рослинництва доступної для отримання теплової енергії в Житомирській області



## Розподіл районів Житомирської області за потенціалом побічної продукції

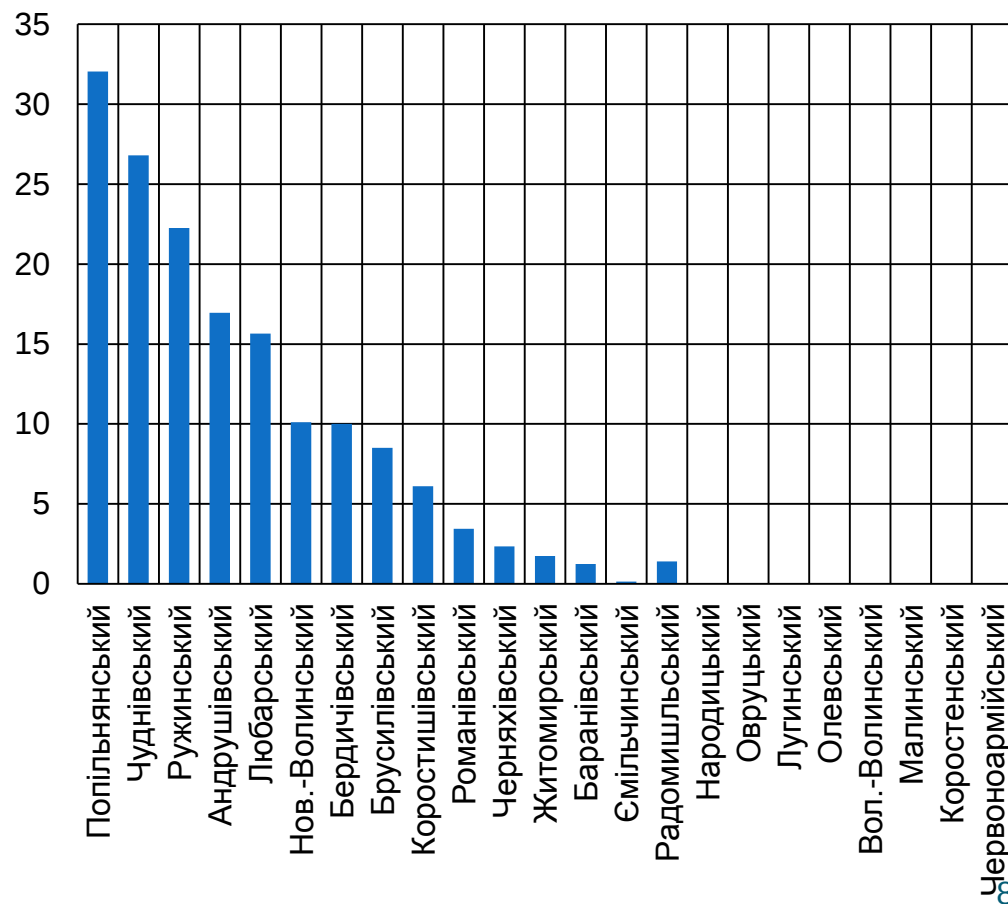
### рослинництва:

- I – високий потенціал;
- II – значний потенціал;
- III – помірний потенціал;
- IV – середній потенціал;
- V – низький потенціал

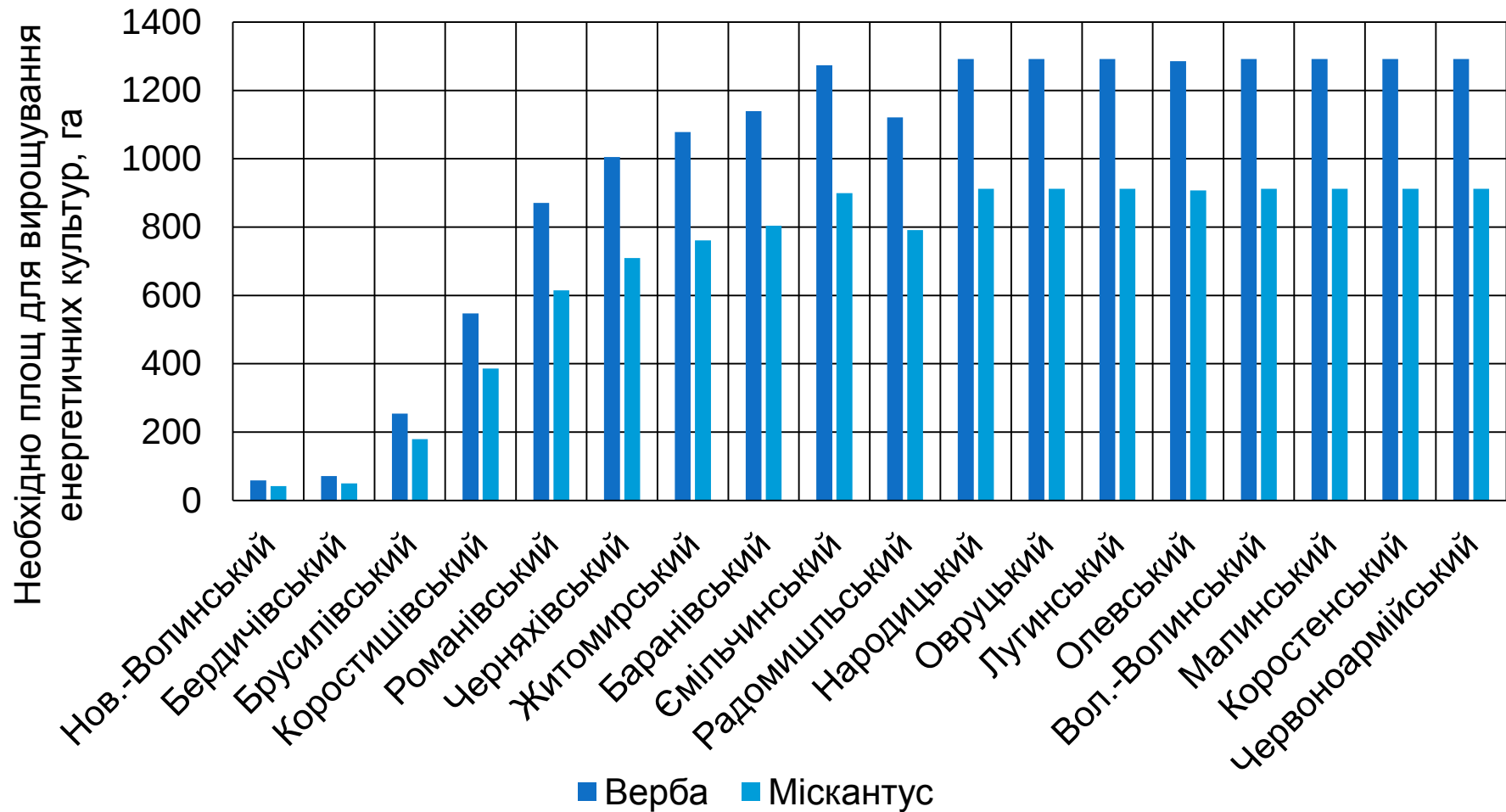


Доступний потенціал побічної продукції рослинництва для використання в якості сировини для отримання теплової енергії за районами

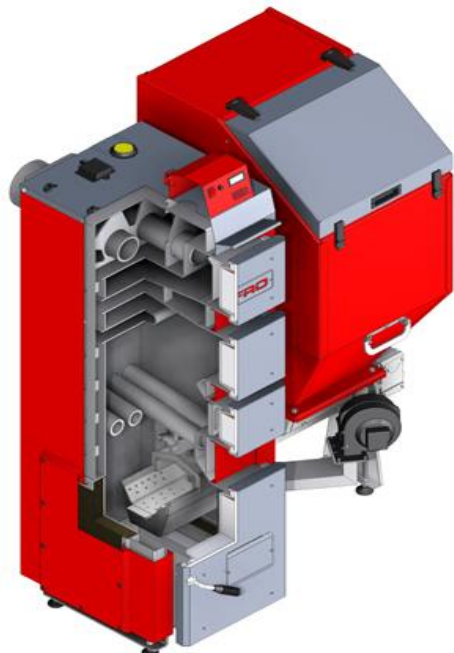
Потенціал побічної продукції для виробництва теплової енергії у середньому, тис. т.п.



## Площі земель необхідні для вирощування енергетичних культур у районах Житомирської області



# ВИКОРИСТАННЯ КОТЛІВ ДЛЯ СПАЛЮВАННЯ СОЛОМИ



Побутовий  
універсальний  
твердопаливний  
котел фірми  
DEFRO (Польща)

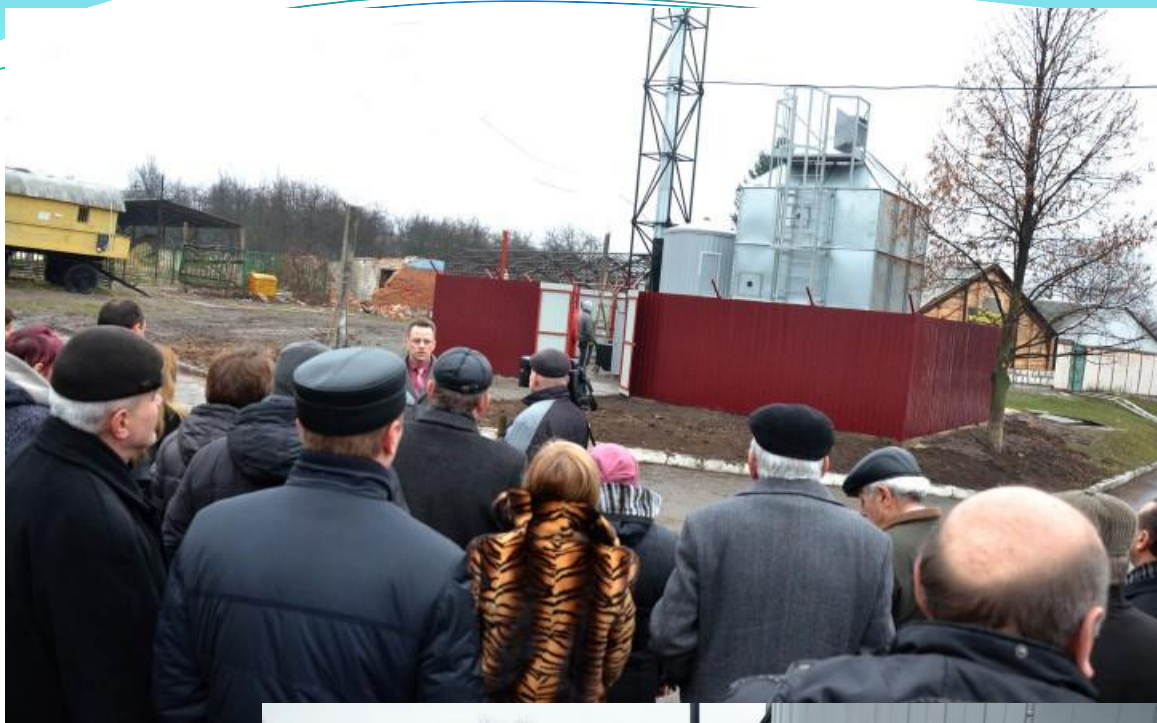


Котел побутовий водогрійний Ardenz  
T100, що працює на дровах та паливних  
брикетах



Промисловий котел, що  
працює на пеллетах

# ЖИТОМИР. ЖНАЕУ. КОТЕЛ НА ПЕЛЕТАХ



# ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ПАЛИВНИХ ГРАНУЛ ТА БРИКЕТІВ



Лінія гранулювання  
біомаси ECO-BIO-100  
виробництва НУБіП  
(Чехія-Україна)



Машина брикетувальна В-  
80 виробництва ВАТ  
«Пресмаш» Україна

Зберігання  
соломи в  
тюках та  
рулонах

Підготовка  
соломи:  
- подрібнення;  
- сушіння (при  
потребі)

Виготовлення  
пеллет –  
пресування  
соломи



Зберігання  
готової  
продукції

Пакування  
пеллет

Сепарація та  
охолодження  
пеллет



Машина брикетувальна  
BIOMASSER

# ВИКОРИСТАННЯ КОТЛІВ ДЛЯ СПАЛЮВАННЯ СОЛОМИ



Зерносушарка з теплогенератором ТГС-500 у навчально-дослідному господарстві НУБіП України «Агрономічна дослідна станція» та опалювальний котел на соломі виробництва ЮТЕМ



Газогенераторний опалювальний котел для тюків фірми HERLT

# КОТЕЛ RAU-2-600М ДЛЯ СПАЛЮВАННЯ ТЮКІВ ТА РУЛОНІВ СОЛОМИ (ННЦ "ІМЕСГ" НААН України, смт. Глеваха Васильківського р-н Київської обл.)



# ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ КОТЛА RAU-2-600M ДЛЯ СПАЛЮВАННЯ РУЛОНІВ СОЛОМИ

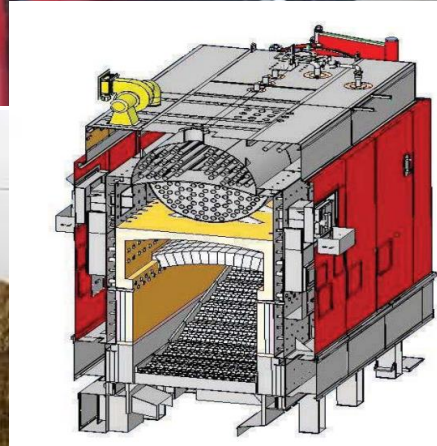
## Витрати на заготівлю соломи та оплату природного газу

| Параметри                                               | Од. виміру | Значення |                          |
|---------------------------------------------------------|------------|----------|--------------------------|
| Витрати на підбір та ущільнення соломи у рулони         | грн./т     | 27,53    |                          |
| Витрати на перевезення соломи та рулонів на край поля   | грн./т     | 17,05    |                          |
| Дальність перевезення рулонів до місця скиртування      | км         | 27       |                          |
| Витрати на перевезення рулонів                          | грн./т     | 249,97   | Вартість газу            |
| Витрати на скиртування рулонів                          | грн./т     | 14,77    | грн./ тис.м <sup>3</sup> |
| Витрати на заготівлю соломи та вартість природного газу | грн./т     | 336,31   | 2610,78                  |
| Вартість соломи та природного газу перерахунку на тепло | грн./ГДж   | 29,00    | 82,50                    |

## Оцінка економічної ефективності використання соломи на теплові потреби

| Теплоносій                                             | -         | Солома  | Газ   |
|--------------------------------------------------------|-----------|---------|-------|
| Витрати на виробництво тепла                           | грн./ГДж  | 23,51   | 11,30 |
| Собівартість виробництва тепла                         | грн./ГДж  | 52,51   | 93,81 |
| Ефективність виробництва тепла із соломи               | грн./ГДж  | 41,30   |       |
| Додаткові питомі капіталовкладення у спалювання соломи | грн./ГДж  | 82,12   |       |
| Термін окупності обладнання для спалювання соломи      | років     | 1,99    |       |
| Річна теплопродуктивність                              | ГДж       | 9685,14 |       |
| Річний економічний ефект                               | тис. грн. | 400,00  |       |

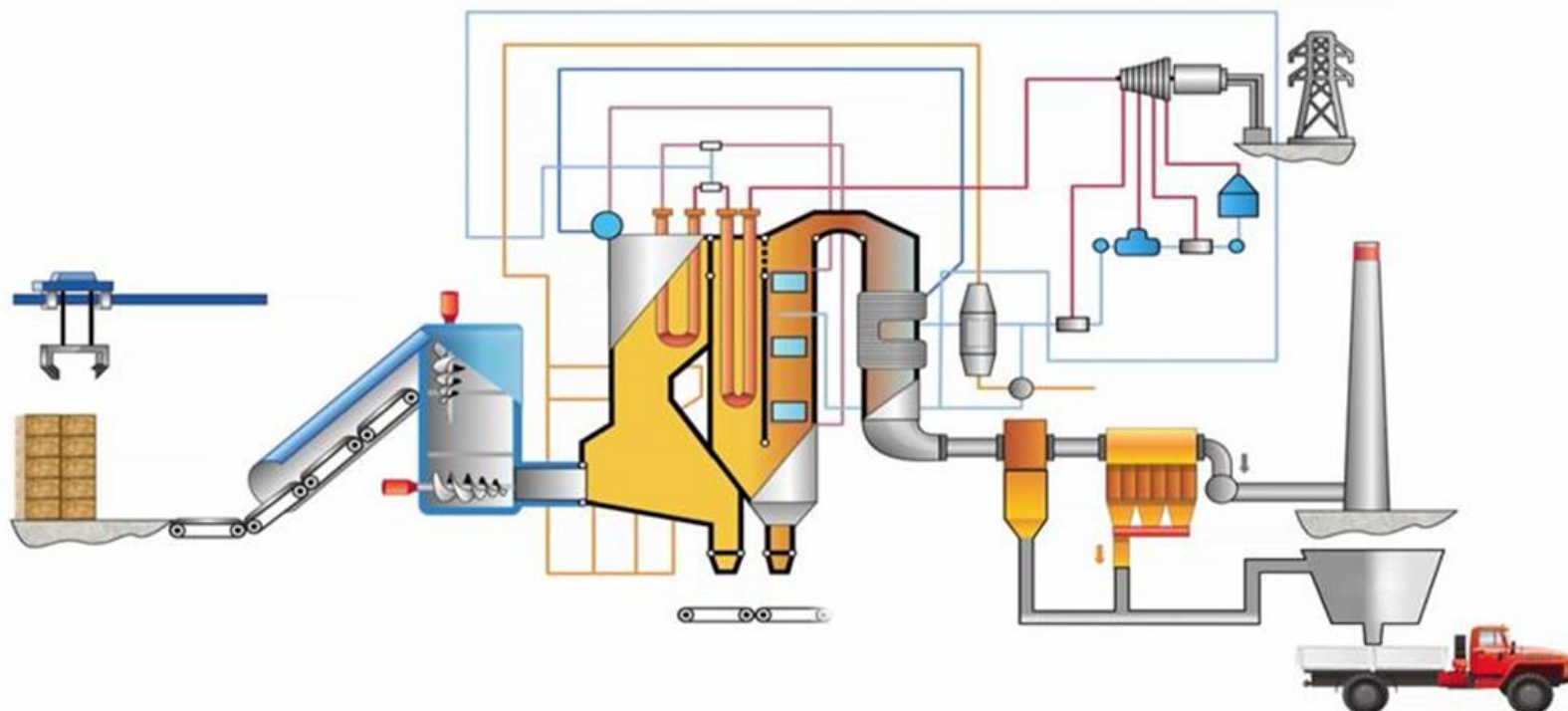
# МИРГОРОД. КОТЕЛЬНЯ НА СОЛОМІ



На youtube фільм:

Джерело енергії,  
що змінить Україну

**Fuel feeding: Bales are transported from the straw barn to the straw feeding lines then to the scarifier stoker**



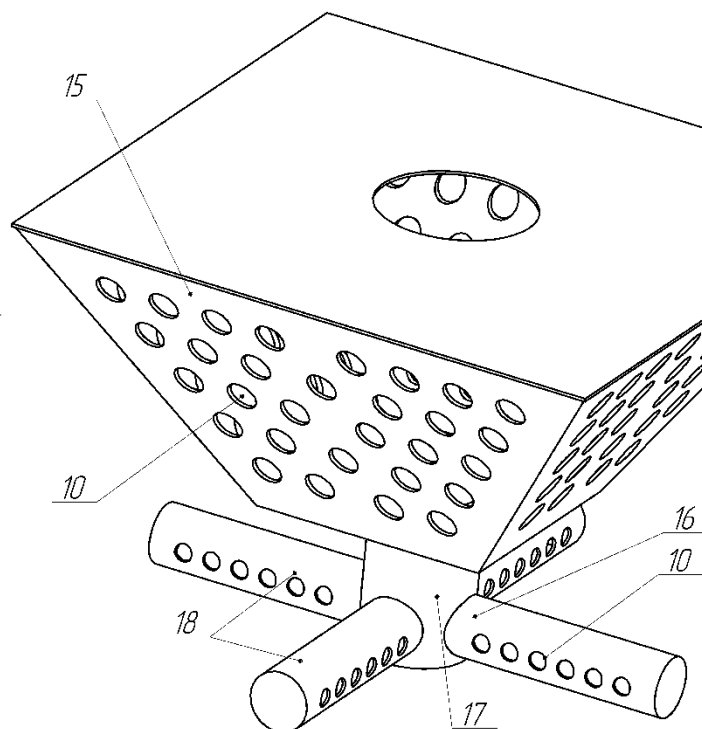
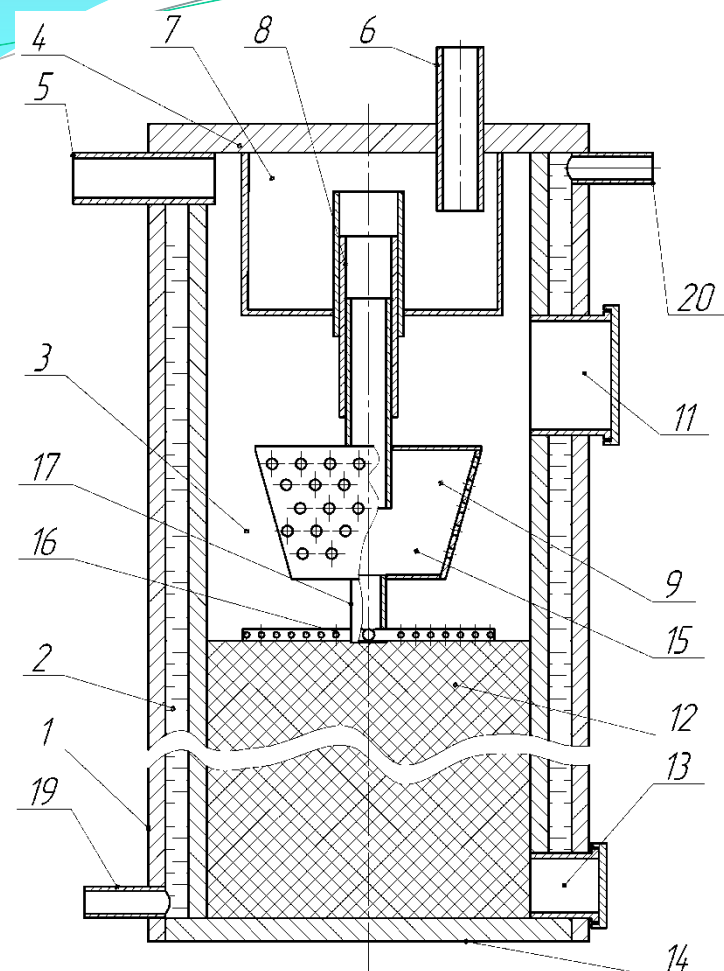
**Проект** залучення інвестицій щодо будівництва ТЕЦ на соломі в Житомирській області разом із створенням логістичного підрозділу збирання і постачання соломи для комбінованого виробництва теплової і електричної енергії.

**Вартість проекту:** 18 500,17 тис.євро (*Джерело фінансування – кредит Світового банку.*

**Термін окупності:** 3,91 років

# КОТЕЛ ДЛЯ СПАЛЮВАННЯ РОСЛИННОЇ БІОМАСИ

(Патент на винахід 105346)



1 – корпус із подвійною стінкою; 2 – заповнена водою порожнина; 3 – камера згоряння; 4 – кришка; 5 – патрубок для видалення продуктів згоряння; 6 – патрубок для подачі повітря; 7 – проміжна ємність; 8 – напрямна із телескопічних труб різного діаметра та можливістю подовження; 9 – двохсекційний розсіювач повітря; 10 – отвори для подачі повітря; 11 – дверцята для завантаження палива; 12 – паливо; 13 – дверцята для видалення попелу; 14 – днище; 15 – верхня секція розсіювача повітря у вигляді зрізаної піраміди або конуса з отворами в бокових гранях; 16 – нижня секція розсіювача повітря; 17 – трубчастий перехідник; 18 – трубчасті елементи; 19, 20 – патрубки для подачі охолодженої та відведення гарячої води.

# КОТЕЛ ДЛЯ СПАЛЮВАННЯ БІОМАСИ ІЗ ВЕРХНІМ ГОРІННЯМ



trivad.uaprom.net



Система керування котлом  
1 – вентилятор подачі повітря в топку  
котла; 2 – мікропроцесорний блок  
керування; 3 – температурний датчик

# ФУНКЦІОНУВАННЯ ТЕПЛИЧНОГО ГОСПОДАРСТВА НА ОСНОВІ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

БУЛО



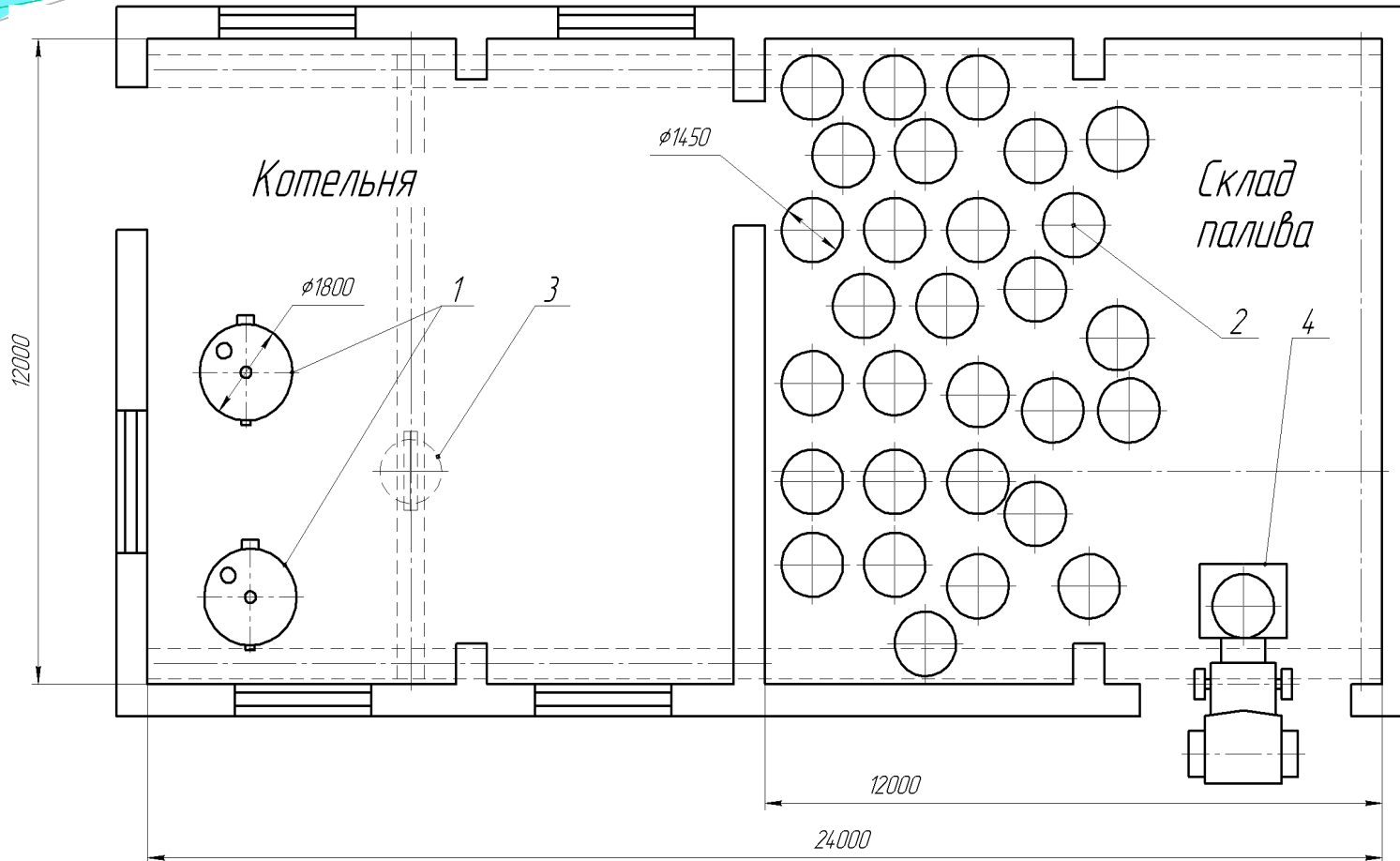
БУДЕ



# ОТРИМАННЯ ГОРЮЧОГО ГАЗУ



# СХЕМА КОТЕЛЬНОЇ, ОСНАЩЕНОЇ КОТЛАМИ КГВ 200 ІЗ ВЕРХНІМ ГОРІННЯМ ДЛЯ СПАЛЮВАННЯ СОЛОМИ В РУЛОНАХ



1 – котел ( $P_k=200\dots 500$  кВт); 2 – рулон соломи ( $d_m=1,45$  м;  $h_m=1,2$  м); 3 – кран-балка (оснащена захватом для рулонів); 4 – транспортний засіб для переміщення рулонів соломи до складу палива

## Переваги використання побічної продукції рослинництва

- значний потенціал;
- відсутність конкуренції на даний вид сировини як палива;
- наявність на ринку відповідного обладнання для заготівлі;
- наявність на ринку відповідного обладнання для спалювання.

## Проблеми використання побічної продукції рослинництва

- відсутність раціональних логістичних рішень;
- відсутність розвиненого ринку палива;
- відсутність відповідної техніки для заготівлі побічної продукції у аграрного виробника;
- неготовність аграрних підприємств до продажу побічної продукції як палива;
- відсутність відповідного обладнання для спалювання побічної продукції у підприємств житлово-комунального господарства.

## Переваги використання енергетичних культур

- наявність необхідних земельних площ;
- наявність великої кількості відповідного енергетичного обладнання на ринку;
- наявність успішного досвіду вирощування та використання енергетичних культур в Україні;
- невисока конкуренція на ринку біопалива.

## Проблеми використання енергетичних культур

- енергетичні культури не внесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, тому їх вирощування на землях сільськогосподарського призначення неможливе;
- труднощі із відведення необхідних площ землі під вирощування енергетичних культур;
- відсутність раціональних логістичних рішень із організації заготівлі, складування та постачання сировини.

## 1. Визначення енергетичного потенціалу побічної продукції рослинництва в Житомирській області



Середній показник побічної сировини рослинництва доступний для отримання теплової енергії в Житомирській області складає 251,5 тис. тон, що відповідає 135,0 тис. тон ум. палива в рік.



Формування договорів на постачання чи заготівлю побічної продукції рослинництва. Визначення потенційних учасників ринку біопалива на основі побічної продукції рослинництва.

## 2. Визначення земельних площ необхідних для вирощування енергетичних культур



Необхідно 12530 га для вирощування міскантуса в Житомирській області з отриманням 250,6 тис. тон сухої маси міскантуса.

Загальний потенціал сировини для отримання теплової енергії (побічна продукція рослинництва та енергетичні культури) становитиме в середньому 293,6 тис. т. ум. палива в рік, що дозволить замістити до 28,6% всього палива, що споживається в Житомирській області на виробничо-експлуатаційні потреби та комунально-побутові потреби чи 258,368 млн. м<sup>3</sup> природного газу.



Визначення наявних площ забруднених та деградованих земель у Житомирській області придатних для вирощування енергетичних культур. Формування договорів на використання площ для вирощування енергетичних культур. Визначення потенційних учасників ринку біопалива на основі енергетичних культур.

### 3. Формування техніко-технологічних рішень щодо заготівлі побічної продукції рослинництва.

Заготівля побічної продукції рослинництва у вигляді великих тюків масою 450...500 кг (прямокутної форми у перерізі), вологістю до 20%. Мінімально необхідно отримати 0,4 т. побічної продукції рослинництва для енергетичних потреб із 1 га посівної площі.

Створення підприємств із збирання побічної продукції рослинництва. Підбір обладнання для заготівлі побічної продукції рослинництва.

#### Орієнтовний перелік обладнання необхідний для заготівлі побічної продукції рослинництва

|                       | Кількість, шт. | Вартість обладнання, євро |
|-----------------------|----------------|---------------------------|
| Преспідбирач          | 10             | 3047620                   |
| Навантажувач 7 м      | 10             | 1015878                   |
| Навантажувач 14 м     | 10             | 1280000                   |
| Трактор               | 16             | 0                         |
| Візок для перевезення | 10             | 859428                    |
| Захват                | 10             | 259048                    |
| Автомобіль тягач      | 10             | 914286                    |
| Інше                  |                | 761904                    |
| Всього:               |                | 8138164                   |



**Технологічний ланцюг енергетичного використання соломи**

Загальні затрати на заготівлю побічної продукції рослинництва у обсязі 251,5 тис. тон становитимуть 127 139 181 грн. Питомі витрати складуть 504 грн за тону заготовленої побічної продукції рослинництва у вигляді тюків вагою 450 кг.  
Вартість необхідного обладнання 8 138 164євро



### Основні типорозміри тюків

| Типорозмір<br>тюка | Щільність<br>тюка<br>(кг/м <sup>3</sup> ) | Маса<br>тюка<br>(кг) | Поперечний розмір тюка          |                      | Довжина<br>тюка (м) |
|--------------------|-------------------------------------------|----------------------|---------------------------------|----------------------|---------------------|
|                    |                                           |                      | прямокутної<br>форми<br>(см×см) | круглої<br>форми (м) |                     |
| малий              | 100-125                                   | 12-15                | 46x36                           | -                    | 1,3                 |
| середній           | 100-140                                   | 200-300              | 80×80                           | 1,2-1,8              | 1,2-1,7             |
| <b>великий</b>     | <b>130-150</b>                            | <b>450-500</b>       | <b>120×130</b>                  | -                    | <b>2,4</b> 28       |

#### 4. Формування техніко-технологічних рішень щодо вирощування та заготівлі енергетичних культур



Для міскантуса заготівля побічної продукції рослинництва у вигляді великих тюків масою 450...500 кг (прямокутної форми у перерізі), можна отримати до 20 т/га, вологістю до 20%.



Створення підприємств із вирощування та збирання енергетичних культур. Підбір обладнання для вирощування та заготівлі енергетичних культур.

**Плантація міскантуса**



З урахуванням потреби земельної площі в 12530 га для вирощування міскантуса в Житомирській області, витрати становитимуть в 1-й рік 116 215 750 грн (можна розглядати як інвестиційні вкладення). Вартість 1-ї тони тюкованого міскантуса на другий рік становитиме 447 грн, а на третій 298 грн.



**Висаджування кореневищ міскантуса  
за допомогою картоплесаджалки**



**Скошування та тюкування  
трав'янистих енергетичних культур**

## 5. Формування раціональних логістичних рішень щодо забезпечення сировиною виробників теплової енергії



Площа складів, яка необхідна для зберігання 251840 тон побічної продукції рослинництва (в 5 рядів тюків, загальною висотою до 4,5 м) складає близько 429810 м<sup>2</sup>.

Площа складів, яка необхідна для зберігання 250600 тон сухої маси міскантуса (в 5 рядів тюків, загальною висотою до 4,5 м) складає близько 427693 м<sup>2</sup>. Загальна площа складів становитиме 857504 м<sup>3</sup>.



Визначення необхідних складських площ та обсягів транспортних перевезень. Створення транспортних підприємств. Підбір автотранспортного та навантажувального обладнання.

Вартість зберігання тюків орієнтовно становитиме 5 000 000 грн (10 грн на тону в рік).



## Орієнтовний економічний ефект від використання біомаси на теплові потреби в Житомирській області

| Показник                                             | 2018р. | 2019р. | 2020р. |
|------------------------------------------------------|--------|--------|--------|
| Витрати на біомасу для енергетичних потреб, млн. грн | 365,1  | 216,1  | 206,7  |
| Заміщується природного газу, млн. м <sup>3</sup>     | 118,8  | 223,5  | 258,4  |
| Очікуваний економічний ефект, млн. грн               | 228,3  | 900,2  | 1083,9 |

### Джерелами фінансування проекту можуть бути

1. Місцевий бюджет
2. Субвенції з державного бюджету
3. Кредити та гранти міжнародних фінансових організацій
4. Кредити українських комерційних банків
5. Власні кошти підприємств
6. Інші надходження, не заборонені законодавством