



**USAID**  
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ

МУНІЦИПАЛЬНА ЕНЕРГЕТИЧНА  
РЕФОРМА В УКРАЇНІ



## ОЦІНКА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ БІОМАСИ ХЕРСОНСЬКІЙ ОБЛАСТІ

**Замовник:** Проект USAID «Муніципальна енергетично реформа в Україні»

**Виконавець:** Громадська організація «Агентство з відновлюваної енергетики», проект USAID-MER «Сприяння заміщення природного газу біомасою при виробництві теплової енергії «

## ЗМІСТ

Оцінка енергетичного потенціалу біомаси в Херсонській області .....	3
1. Біомаса сільськогосподарського походження .....	3
1.1 Первінні відходи сільського господарства .....	3
1.2 Вторинні відходи сільського господарства .....	8
2. Деревна біомаса.....	9
3. Енергетичні культури .....	13
4. Висновки .....	19
Умовні позначення та скорочення.....	22

## Оцінка енергетичного потенціалу біомаси в Херсонській області

### 1. Біомаса сільськогосподарського походження

#### 1.1 Первинні відходи сільського господарства

Сільське господарство може бути джерелом великого обсягу біомаси різного виду для використання на енергетичні потреби. Зокрема, це солома зернових та інших культур, відходи виробництва кукурудзи на зерно та соняшника. Херсонська область характеризується середнім рівнем розвитку сільського господарства (у 2013 році регіон займав 11 місце за розміром валової продукції сільського господарства).

Протягом періоду 2010-2014 рр. виробництво основних сільськогосподарських культур в області постійно зростало (за виключенням неврожайного 2012 року), і така тенденція в майбутньому гарантує утворення великої кількості відходів, придатних для використання в якості палива (**Таблиця 1.1.**)

**Таблиця 1.1.** Вибрані показники сільськогосподарського виробництва у Херсонській області протягом 2010-2014 років

Показники	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Виробництво, тис. т.:</b>					
Зернових та зернобобових культур, в тому числі	1514,8	2481,1	1055,2	1686,4	2156,2
- пшениця	908,9	1544,2	361,7	875,1	1381,9
- ячмінь	422,2	660,5	289,8	328,7	472,0
- кукурудза	115,4	181,8	298,1	375,8	224,5
Соняшнику	360,5	418,0	296,1	356,9	272,3
Ріпаку	117,1	79,6	10,8	99,8	81,3
<b>Зібрана площа, тис. га.:</b>					
Зернових та зернобобових культур, в тому числі	685,3	795,1	579,3	759,8	761,0
- пшениця	374,7	444,7	230,5	432,4	470,3
- ячмінь	259,7	243,9	218,6	218,9	206,4
- кукурудза	21,8	34,7	60,1	59,6	43,3
Соняшнику	294,1	323,1	354,7	296,1	312,4
Ріпаку	74,0	48,5	10,8	58,7	52,3
<b>Урожайність, ц/га.:</b>					
Зернових та зернобобових культур, в тому числі	22,1	32,4	18,2	22,2	28,3
- пшениця	24,3	34,7	15,7	20,2	29,4
- ячмінь	16,3	27,1	13,3	15,0	22,9
- кукурудза	52,9	52,4	49,6	63,1	51,8
Соняшнику	12,3	12,9	8,3	12,1	8,7
Ріпаку	15,8	16,4	10,0	17,0	15,6

Джерело: Державна служба статистики України <http://www.ukrstat.gov.ua/>

У 2014 році було отримано високий урожай зернових культур, в тому числі пшениці і ячменю. Крім того, минулий рік охарактеризувався суттєвим збільшенням урожайності зернових та зернобобових культур загалом, та пшениці та ячменю зокрема. Також дещо зросла площа під пшеницею та соняшником за рахунок зменшення площі під ячменем, кукурудзою та ріпаком.

Солома є відходом виробництва зернових, зернобобових та інших культур. В процесі збирання врожаю зернова частина культури відділяється від стеблової, і солома за допомогою зернозбиральних комбайнів, косарок та граблів вкладається у валки. Частина соломи залишається у вигляді стерні на полі, потім вона приорюється у ґрунт. Тюкування соломи прес-підбирачем виконується в тих випадках, коли агропідприємство має конкретні плани по реалізації тюків. Зібрана солома використовується на потреби тваринництва (підстилка та грубий корм скоту), як органічне добриво, для вирощування грибів у закритому ґрунті, на енергетичні потреби (виробництво гранул/брикетів, спалювання тюкованої соломи в котлах) (Рис. 1.1). Частка рослинних відходів, що іде на енергетику, має враховувати власні потреби сільського господарства, в першу чергу відповідати вимогам підтримки родючості ґрунтів, оскільки рослинні відходи, головним чином солома зернових культур, використовуються як органічне добриво. Солома як органічне добриво застосовується для утворення гумусу у верхньому шарі ґрунту. Підтримання належного балансу гумусу сприяє біологічній активізації ґрунту а також його протиерозійному захисту. Невикористаний залишок, який може являти собою доволі великий об'єм, часто просто спалюється на полях (що є офіційно незаконним в Україні й шкідливим для оточуючого середовища).



Рис. 1.1. Утворення та використання соломи в Україні

Стебла кукурудзи і соняшника також є відходом виробництва відповідних сільськогосподарських культур. Наразі переважна більшість аграрних підприємств застосовує технологію збору кукурудзи, при якій стебла та качани подрібнюються й розкидаються по полю, їх збір при цьому неможливий. Для можливості реалізації збору стебел кукурудзи необхідно замінювати насадку комбайну. Для можливості реалізації збору качанів необхідно застосовувати технологію збирання кукурудзи, що передбачає обмолот качанів не на полі, а у стаціонарних умовах. Зараз лише обмежена кількість господарств збирає кукурудзу зі стаціонарним обмолотом качанів. Це насіннєві заводи, метою вирощування кукурудзи та інших культур у яких є отримання (гіbridного) насіння як посадкового матеріалу.

Для енергетичного застосування стебел кукурудзи необхідно виконувати їх тюкування. В Україні на сьогодні такого обладнання немає, але приклади обладнання для тюкування стебел кукурудзи і його успішного використання є в деяких зарубіжних країнах. Крім того, треба зауважити, що стебла кукурудзи мають досить великий вміст вологи (>30%), тому для застосування в якості палива будуть потребувати певної просушки. Наразі стебла та стрижні<sup>1</sup> кукурудзи як паливо майже не використовуються в Україні (за рідким виключенням), хоча їх можна вважати перспективним енергетичним ресурсом з великим потенціалом.

Стебла соняшника мають ще більшу вологість (>50%), що є негативним фактором для їх застосування в якості палива. Згідно використуваної в країні технології збору соняшника, стебла залишаються на полі а пізніше подрібнюються та приорюються в ґрунт. Технологія збору стебел соняшника в Україні не розвинена, тому в якості біопалива їх можна розглядати лише на перспективу. Доречи, на сьогодні немає прикладів тюкування стебел соняшника та їх енергетичного використання і у світовому досвіді біоенергетичного сектору.

Оцінка потенціалу рослинних відходів в області виконується згідно методики Біоенергетичної асоціації України<sup>2</sup> (БАУ). Ключовими моментами оцінки є коефіцієнт відходів дляожної культури і частка загального обсягу відходів, яку можна використати на енергетичні цілі. Коефіцієнт відходів – це відношення сухої маси наземних залишків до маси зібраного з польовою вологістю врожаю. Наприклад, для зернових культур наземні залишки – це солома, а врожай – зерно. Для розрахунку потенціалу соломи та інших рослинних решток використано наступні коефіцієнти відходів<sup>3</sup>, що відповідають консервативній оцінці: пшениця – 1,0, ячмінь – 0,8, інші зернові – 1,0, кукурудза на зерно – 1,3, соняшник – 1,9, ріпак – 1,8.

Згідно позиції БАУ, для виробництва енергії можна застосовувати до 30% теоретичного потенціалу (тобто загального обсягу утворення) соломи зернових культур й до 40% теоретичного потенціалу відходів виробництва кукурудзи на зерно, соняшника, а також соломи ріпаку.

<sup>1</sup> Стрижні – обрушені (обмолочені) качани кукурудзи.

<sup>2</sup> Перспективи використання відходів сільського господарства для виробництва енергії в Україні. Аналітична записка БАУ №7 <http://www.uabio.org/activity/uabio-analytics>

<sup>3</sup> Згідно даних Відділення рослинництва Національної академії аграрних наук України, отриманих листом № 5-2/256 від 16.11.2012.

Результати оцінки енергетичного потенціалу рослинних відходів сільського господарства у Херсонській області у розрізі районів згідно даних 2014 року, отриманих від Головного управління статистики у Херсонській області наведено в **Таблиці 1.2.**

**Таблиця 1.2.** Енергетичний потенціал\* рослинних відходів сільського господарства

	Енергетичний потенціал								Всього	
	Солома зернових культур		Солома ріпаку		Відходи виробництва кукурудзи на зерно		Відходи виробництва соняшника			
	тис. т	тис. т у.п.	тис. т	тис. т у.п.	тис. т	тис. т у.п.	тис. т	тис. т у.п.		
<b>Херсонська область</b>	551,2	272,8	58,5	29,0	116,8	31,9	206,9	42,4	933,4	<b>376,0</b>
райони:										
Білозерський	37,36	18,49	3,13	4,12	2,41	0,66	10,31	2,11	53,21	<b>22,81</b>
Бериславський	37,32	18,47	8,32	7,21	6,57	1,79	22,90	4,69	75,12	<b>29,07</b>
Велико-олександрівський	43,11	21,34	7,03	3,48	1,52	0,42	20,25	4,15	71,90	<b>29,37</b>
Великолепетиський	31,76	15,72	1,6	0,79	2,05	0,56	11,42	2,34	46,82	<b>19,40</b>
Верхньорогачицький	21,82	10,80	1,4	0,69	2,23	0,61	3,90	0,79	29,34	<b>12,90</b>
Високопільський	18,92	9,36	2,51	1,24	1,50	0,41	8,44	1,73	31,38	<b>12,75</b>
Генічеський	47,12	23,32	1,76	0,87	11,40	3,11	15,06	3,08	75,34	<b>30,38</b>
Голопристанський	31,85	15,76	4,7	2,33	5,08	1,39	14,08	2,88	55,71	<b>22,36</b>
Горностаївський	26,17	12,95	6,35	3,15	15,82	4,32	8,44	1,73	56,78	<b>22,14</b>
Іванівський	30,73	15,21	2,09	1,03	2,28	0,62	7,87	1,61	42,98	<b>18,48</b>
Каланчацький	11,55	5,72	1,79	0,89	3,74	1,02	6,88	1,41	23,96	<b>9,03</b>
Каховський	27,98	13,85	4,23	2,09	9,32	2,54	15,20	3,11	56,72	<b>18,48</b>
Нижньосірогозький	40,99	20,29	0,96	0,47	5,22	1,43	8,95	1,83	56,12	<b>24,02</b>
Нововоронцовський	30,46	15,08	5,78	2,86	4,57	1,25	9,04	1,85	49,86	<b>21,04</b>
Новотроїцький	47,96	23,74	2,20	1,09	9,42	2,57	12,47	2,55	72,06	<b>29,95</b>
Скадовський	21,11	10,45	1,02	0,50	20,90	5,71	6,60	1,35	49,63	<b>18,01</b>
Цюрупинський	14,12	6,99	0,99	0,49	4,21	1,15	11,20	2,29	30,53	<b>10,92</b>
Чаплинський	30,71	15,20	2,66	1,32	9,11	2,49	13,11	2,68	55,59	<b>21,69</b>

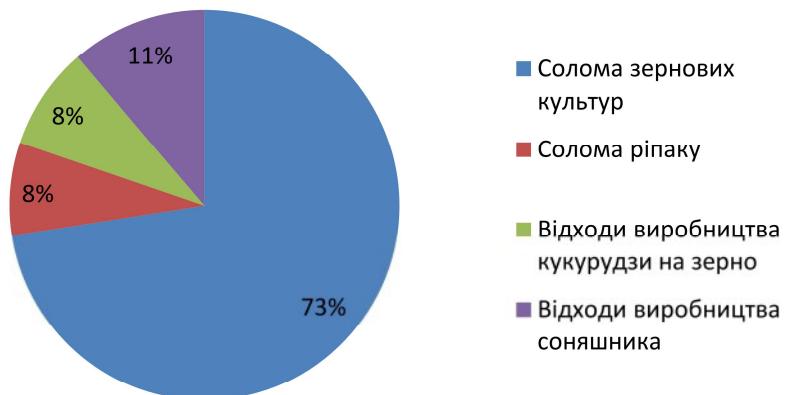
\* Тут і далі у звіті наведено економічний потенціал біомаси

Аналіз отриманих даних показує, що потенціал відходів суттєво залежить від врожайності відповідних сільськогосподарських культур. В перерахунку на умовне паливо найбільший енергетичний потенціал має солома зернових культур. На другому місці – відходи виробництва соняшника, далі з невеликим відставанням - відходи виробництва кукурудзи на зерно та солома ріпаку.

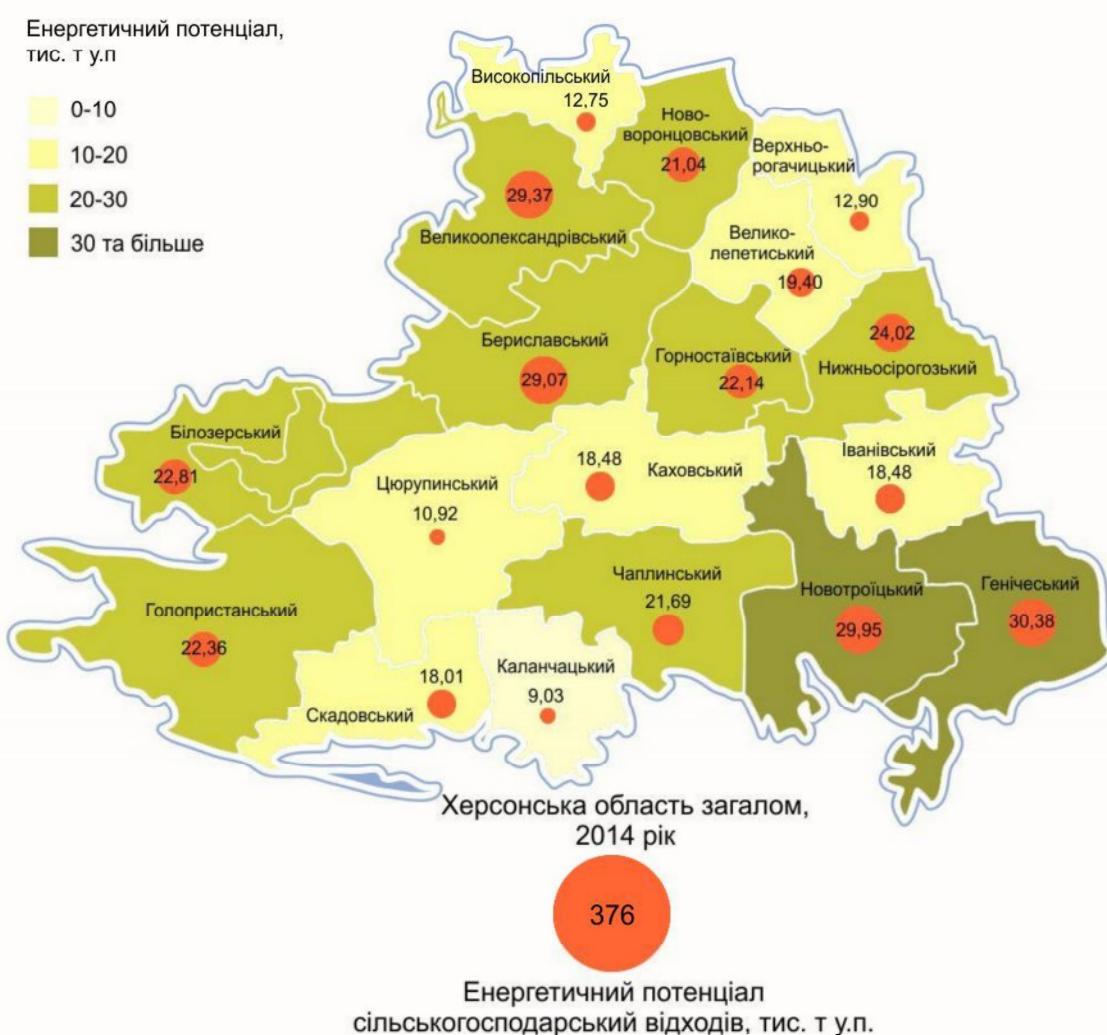
За даними 2014 року, сумарний енергетичний потенціал рослинних відходів в Херсонській області становить **376** тис. т у.п., з яких 73% (273 тис. т у.п.) припадає на солому зернових культур, 11% (42,4 тис. т у.п.) на відходи виробництва соняшника та по 8% (31,9 та 29 тис. т у.п.) на відходи виробництва кукурудзи на зерно та соняшника (**Рис. 1.2.**)

Розподілення потенціалу с/г відходів за районами області наведено на **Рис. 1.4.** Видно, що відходи ведення сільськогосподарської діяльності утворюються рівномірно по області, а їх величина залежить від виду основної сільськогосподарської культури, що вирощується на землях району. Найбільшим енергетичним потенціалом у 2014 році володіють південно-

східні райони Херсонської області: Генічеський (30,38 тис т у.п.) та Новотроїцький (29,95 тис т у.п.).



**Рис. 1.2.** Структура потенціалу рослинних відходів у Херсонській області, 2014 р.  
(загалом 376 тис. т у.п.)



**Рис. 1.4.** Розподілення потенціалу сільськогосподарських відходів за районами Херсонської області

## 1.2 Вторинні відходи сільського господарства

Окремого підходу потребує оцінка такого виду біомаси як *лушпиння соняшника*. На відміну від соломи зернових та інших культур, що являє собою первинний відхід сільського господарства, лушпиння є вторинним відходом. Первінні відходи утворюються безпосередньо при збиранні врожаю сільськогосподарських культур, вторинні – генеруються при обробці врожаю на підприємствах харчової промисловості.

Лушпиння соняшника утворюється на олійно-екстракційних заводах та інших підприємствах масложирової галузі, що виробляють соняшниковоу олію. До енергетичного потенціалу певної області, в даному випадку Херсонської, відноситься лушпиння, утворене на відповідних підприємствах саме цієї області. Таким чином, технічно-доступний енергетичний ресурс лушпиння необхідно оцінювати, виходячи з потужностей підприємств масложирової галузі області.

В Херсонській області виробництвом олії соняшникової займаються 12 підприємств, загальною потужністю 510 тис. тонн на рік. За 2013 рік вищевказаними підприємствами вироблено 149,1 тис. тонн олії соняшникової нерафінованої, що на 53,6 тис. тонн менше 2012 року. Данна величина відповідає виходу лушпиння порядку 60 тис. т/рік<sup>4</sup>, або 30 тис. т у.п./рік.

Таким чином, енергетичний потенціал лушпиння соняшника в Херсонській області складає не менш як **60 тис. т/рік**, або **30 тис. т у.п./рік**. Для порівняння оцінимо обсяг лушпиння, який може утворитися при переробці всього врожаю соняшника області. За даними 2013 року, врожай соняшника склав 357 тис. т, що відповідає об'єму лушпиння у 61-71 тис. т<sup>5</sup>, або 31-36 тис. т у.п. Таким чином, можна зробити висновок, що на підприємствах Херсонщини переробляється весь обсяг врожаю соняшника області, хоча загальна встановлена потужність даних підприємств може задовольнити і більші об'єми переробки.

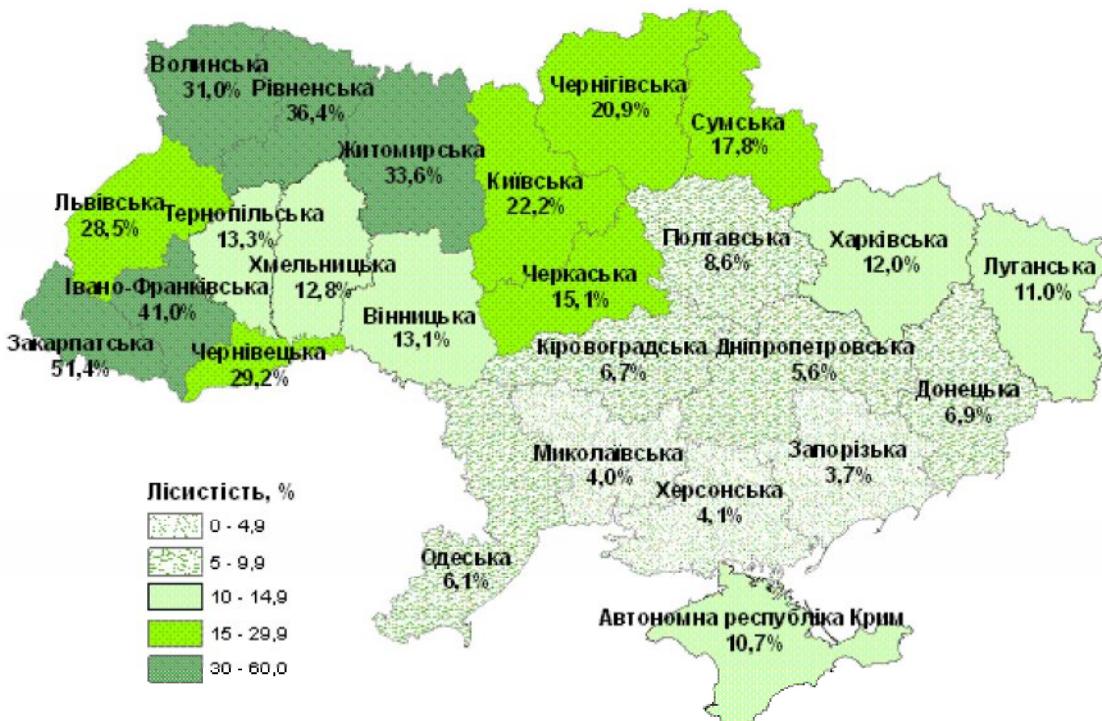
Одним із найпотужніших підприємств з виробництва олії Херсонської області є підприємство **ТОВ «АТ Каргілл», (м. Каховка)**, яке виробляє 98% нерафінованої соняшникової олії та займається виробництвом шроту та гранульованого лушпиння. Більша частина олії області виробляється на даному підприємстві, та, відповідно, у місті Каховка утворюється найбільша кількість лушпиння соняшника. Варто зазначити, що весь об'єм утвореного лушпиння перетворюється на гранули, які в подальшому використовуються на власні потреби підприємства та експортується закордон.

<sup>4</sup> Вихід лушпиння соняшника становить близько 40% обсягу олії.

<sup>5</sup> Вихід лушпиння соняшника становить 17-20% обсягу насіння.

## 2. Деревна біомаса

Херсонська область відноситься до регіонів з низьким рівнем лісистості. Для області показник лісистості складає 4,1%, тоді як по Україні в цілому він становить 15,9%, а для деяких західних областей – більше 30% (**Рис. 2.1**). Ліси Херсонщини виконують переважно екологічні функції – водоохоронні, захисні, рекреаційні. Цим фактом пояснюється відносно невеликий ресурс деревної біомаси в області.



**Рис. 2.1.** Лісистість адміністративних областей України

Джерело: Державне агентство лісових ресурсів України

[http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?art\\_id=62921&cat\\_id=32867](http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?art_id=62921&cat_id=32867)

В процесі лісозаготівельної діяльності, яка складається з рубок головного користування та рубок догляду/санітарних рубок, утворюються кілька «потоків» деревної біомаси, які можна розглядати як паливо (**Рис. 2.2**). Це паливна тріска, дрова паливні, відходи від лісозаготівель (крона, сучки, пні, гілля та ін.), відходи первинної та вторинної обробки деревини (тирса, стружка, обрізки і т. ін.).

Потенціал деревної біомаси, доступної для виробництва енергії, розділяють на такі основні складові: *відходи рубок, відходи деревообробки, дрова для опалення*. Лісосічні відходи (крони дерев, сучки, гілля, хмиз) утворюються в процесі рубок головного користування, рубок формування і оздоровлення лісів та інших аналогічних заходів. За оцінками спеціалістів, їх обсяг становить близько 10% загального обсягу заготовленого матеріалу. Відходи деревообробки (тирса, кора, стружка і т. ін.) складаються з первинних (обробка деревини безпосередньо в лісгоспах) та вторинних (відходи меблевого виробництва і т.п.). Дрова заготовлюються лісгоспами для продажу населенню та підприємствам для використання в якості палива.

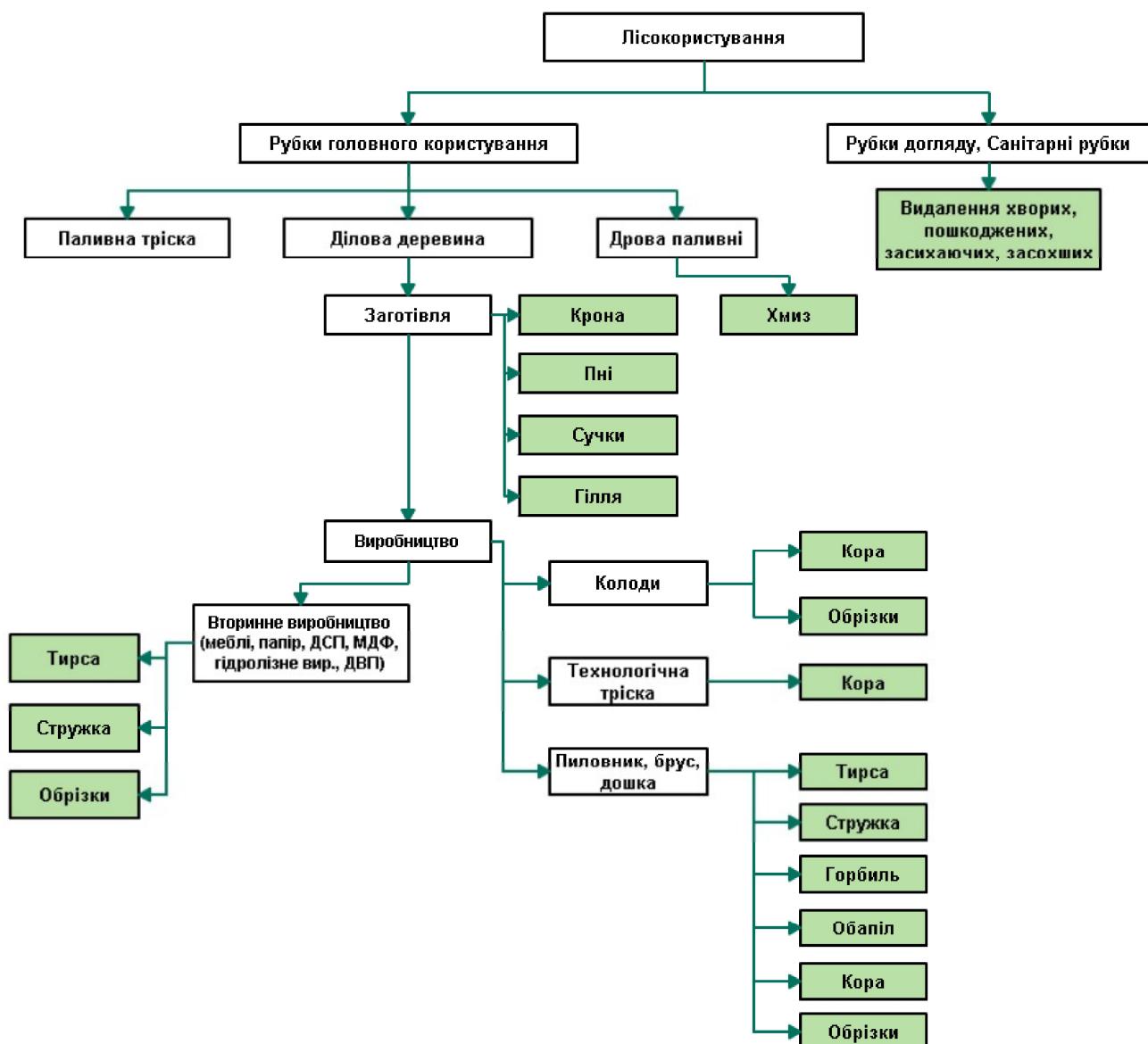


Рис. 2.2. Утворення та використання деревної біомаси

Ліси Херсонської області майже не мають промислового значення, а виконують екологічні, природоохоронні, санітарні, рекреаційні та захисні функції. Майже вся величина заготовленої ліквідної деревини (121,53 тис. щ. куб. м) отримується від рубок догляду за лісом та санітарних рубок (формування та оздоровлення лісів). Ця деревина є низької якості і в основному вона йде на опалення населенню (заготівля дров для опалення 109,48 тис. щ. куб. м – 90% всієї заготовленої деревини). Тому потенціал деревної біомаси у Херсонській області складається лише з таких складових як відходи деревообробки та дрова для опалення. Результати розрахунку технічно-досяжного потенціалу деревної біомаси представлено в **Таблиці 2.1**.

**Таблиця 2.1.** Енергетичний потенціал деревної біомаси у Херсонській області у 2014 році

	Енергетичний потенціал				
	Дрова для опалення <sup>1)</sup>		Відходи деревообробки <sup>2)</sup>		Всього
	тис. щ.м <sup>3</sup>	тис. т у.п.	тис. т	тис. т у.п.	
<b>Херсонська область</b>	<b>109,48</b>	<b>26,16</b>	<b>0,708</b>	<b>0,314</b>	<b>26,47</b>
райони					
Білозерський	2,57	0,61	0,244	0,108	<b>0,721</b>
Бериславський			0,005	0,002	<b>0,002</b>
Великоолександрівський	3,09	0,74			<b>0,738</b>
Великолепетиський					
Верхньорогачицький					
Високопільський					
Генічеський					
Голопристанський	27,96	6,68	0,070	0,031	<b>6,711</b>
Горностаївський					
Іванівський					
Каланчацький			0,003	0,001	<b>0,001</b>
Каховський	31,45	7,51	0,383	0,170	<b>7,684</b>
Нижньосірогозький					
Нововоронцовський					
Новотроїцький					
Скадовський					
Цюрупинський	44,42	10,61	0,002	0,001	<b>10,612</b>
Чаплинський					

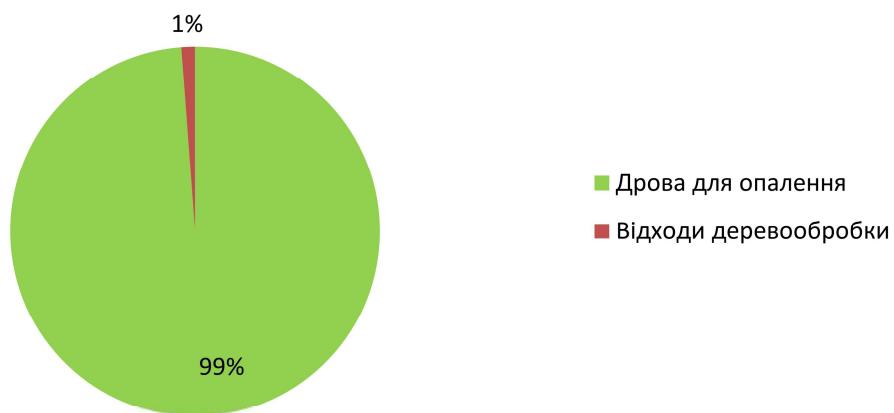
1) Перерахунок в умовне паливо через теплоту згоряння  $Q_n^P = 10 \text{ МДж/кг}$  ( $W = 40\%$ ), щільність деревини  $700 \text{ кг/м}^3$ . Коефіцієнт технічної доступності для дров 1,0.

2) Перерахунок в умовне паливо через теплоту згоряння  $Q_n^P = 13 \text{ МДж/кг}$  ( $W = 25\%$ ). Коефіцієнт енергетичного використання 0,83.

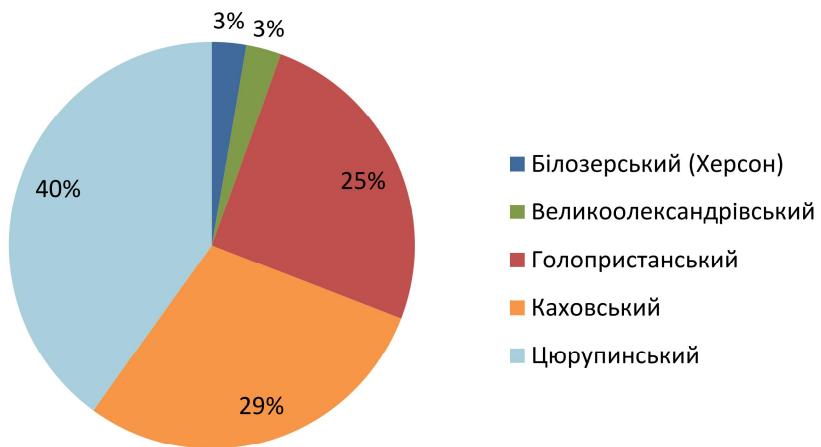
З даних таблиці видно, що у порівнянні з відходами сільськогосподарського виробництва енергетичний потенціал деревної біомаси є невеликим. Основною складовою потенціалу є дрова для опалення (**26,16 тис. т у.п.**), які є продуктом ведення діяльності з оздоровлення лісів. (Рис. 2.3).

Через відсутність промислового виробництва ліквідної деревини, обсяг її обробки на підприємствах, а відповідно і обсяг утворення відходів деревообробки, дуже малий – всього в Херсонській області працює 43 підприємства, на яких утворюється 853 тонни деревних відходів. Найбільше підприємств знаходитьсь у місті Херсон (Білозерський район) – 16, Нова Каховка – 14, та Каховка – 4, також деякий обсяг відходів утворюється у Голопристанському районі на одному підприємстві.

Найбільший потенціал деревної біомаси Херсонської області зосереджений у Цюрупинському (**10,61** тис. т у.п.), Каховському (**7,684** тис. т у.п.) та Голопристанському (**6,711** тис. т у.п.) районах (Рис. 2.4).



**Рис. 2.3.** Структура потенціалу деревної біомаси в Херсонській області, 2014 р.  
(загалом **26,47 тис. т у.п.**)



**Рис. 2.4.** Розподілення енергетичного потенціалу деревної біомаси за районами Херсонської області

### 3. Енергетичні культури

Херсонська область розташована в природно-кліматичній зоні України – Степу (Рис. 3.1), де значна кількість площ за метеорологічними показниками належить до сухого степу. Особливості цієї зони впливають на вирощування сільськогосподарських та енергетичних культур. Клімат області є помірно-континентальним, посушливим із помірно жарким літом і м'якою зимою. Середня температура січня становить від -4 до -8°C, липня – +27+-29°C. Максимальна літня температура +40°C, зимова -31,5°C. Середньорічна кількість опадів від 300 до 420 мм, більша частина яких випадає у теплий період року. Вегетативний період триває 200 днів. Тривалість безморозного періоду в середньому 179 днів на рік.

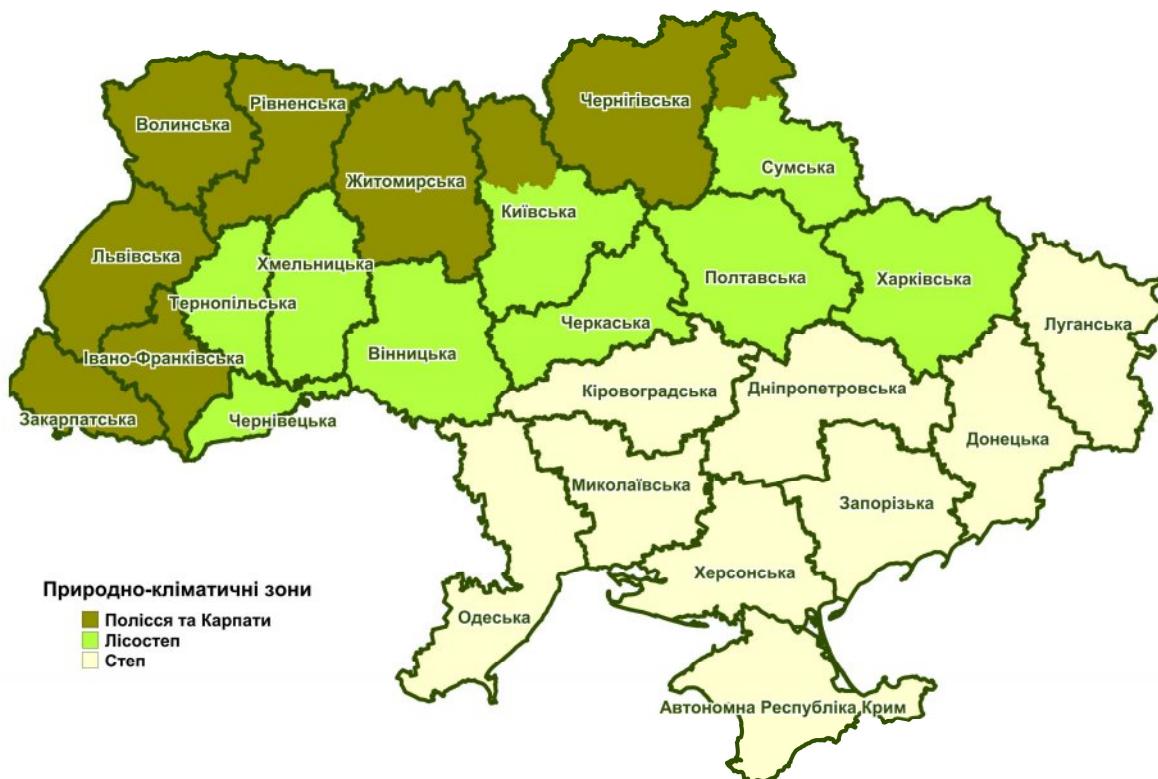


Рис. 3.1. Природно-кліматичні зони України

Чорноземи займають приблизно 90% площин зони Степу (включаючи Херсонську область, Рис. 3.2) і переважають у верхньому шарі ґрунтів. Так на півночі Херсонщини здебільш мають місце південні чорноземи з лесовим підґрунтям. На півдні вони переходят в темно-каштанові і каштанові ґрунти, які розташовані іноді разом з солонцями. Для узбережжя Чорного та Азовського морів характерні солонці та солончаки.

Зона Степу є найбільш розораною в Україні, і приблизно 48% ріллі країни знаходиться тут. Розораність сільськогосподарських угідь Херсонської області становить близько 90%. Найбільша розораність сільськогосподарських угідь спостерігається у Горностаївському, Нижньосірогозькому, Велколепетиському, Нововоронцовському, Генічеському районах – більше 90 %. Це Сільське господарство області спеціалізується на

вирощуванні зернових та овочебахчевих культур, також розвинені садівництво, виноградарство та тваринництво м'ясо-молочного напряму.

Треба зазначити, що вирощування енергетичних культур у промислових масштабах знаходиться на початку свого розвитку в Україні. Тому на відміну від реального потенціалу сільськогосподарських відходів, деревної та інших видів біомаси, потенціал енергокультур є певним чином віртуальним, тобто таким, що реально з'явиться, коли дійсно почнеться масштабне вирощування цих культур.

Для оцінки потенціалу енергетичних культур спочатку треба визначити вільну площа ріллі, оскільки вирощування цих культур має не конкурувати з виробництвом традиційних сільськогосподарських культур (один з основних принципів сталого виробництва біомаси). Вільна площа розраховується як різниця між площею ріллі та загальною посівною площею з урахуванням площи чистих парів.

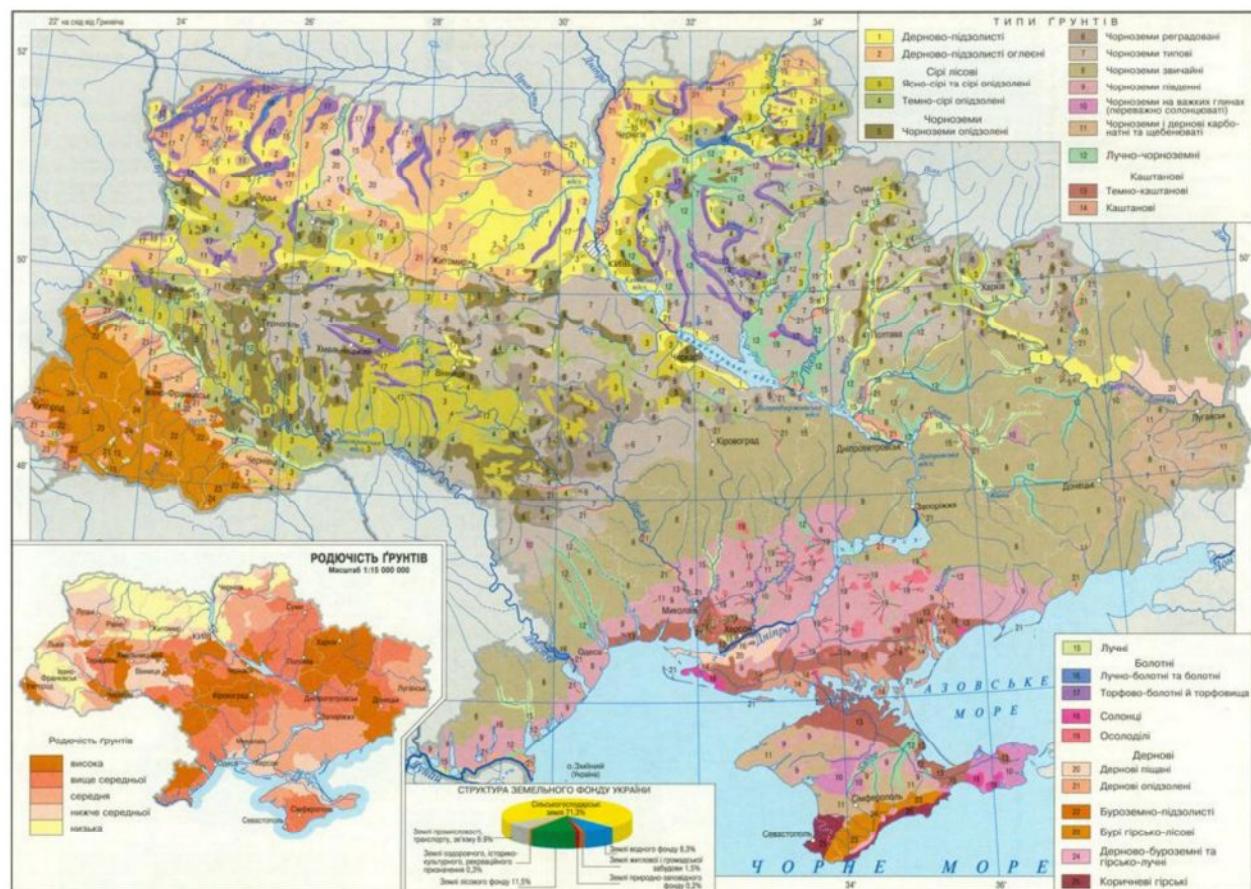


Рис. 3.2. Грунти України

Оцінку потенціалу енергетичних культур можна виконувати за різними сценаріями, які впливають на кінцевий результат. В даній роботі застосовується сценарій<sup>6</sup>, згідно якому під енергетичні культури відводиться 60% вільної площи сільськогосподарських земель. З цієї площи 70% виділяється під класичні енергетичні культури (тополя, міскантус, просо прутоподібне (свічграс) Рис. 3.3), 30% – під сільськогосподарські культури, що вирощуються

<sup>6</sup> Гелетуха Г.Г., Железна Т.А., Жовмір М.М., Матвеєв Ю.Б., Дроздова О.І. Оцінка енергетичного потенціалу біомаси в Україні. Частина 2. Енергетичні культури, рідкі біопалива, біогаз // Промислова теплотехніка. – 2011, т. 33, № 1, с.57-64.

як енергетичні (кукурудза на біогаз). Тополя, міскантус і просо прутоподібне обрані, виходячи з природно-кліматичних умов та ресурсу родючості ґрунтів районів області<sup>7</sup>. Класичні енергетичні культури здатні підвищувати родючість малопродуктивних та деградованих земель, тому для їх вирощування обирались райони з низьким ресурсом родючості. Вирощування тополі та міскантусу рекомендується за умов достатнього та нестійкого зваження, тому для цих енергетичних культур були обрані менш посушливі райони області. Вирощування свічграсу можливе і за недостатнього та нестійкого зваження, тому для нього обирались більш посушливі райони. Для вирощування кукурудзи було обрано райони з ґрунтами середньої та підвищеної врожайності. Ресурсний потенціал класичних енергетичних культур перераховується на тверду біомасу, передбачену для спалювання. Ресурс кукурудзи перераховується на обсяг біометану у складі біогазу, який можна виробити з цієї культури.



Свічграс

Міскантус

Енергетична тополя

Рис. 3.3. Енергетичні культури

Характеристики енергетичних культур, використані в даній оцінці, наведено в **Таблиці 3.1.** Результати оцінки потенціалу енергетичних культур представлено в **Таблиці 3.2.**

**Таблиця 3.1.** Характеристики енергетичних культур

<b>Енергетичні культури</b>	<b>Характеристики</b>	
<i>Класичні культури:</i>	Врожайність по сухій масі, т/га/рік	$Q_{n^P}$ , МДж/кг по сухій масі
Тополя	9,5	18,5
Міскантус	12	17
Просо прутоподібне (свічграс)	10	16,5
<i>С/г культури, що вирощуються як енергетичні:</i>	Вихід біопалива	
Кукурудза	біометан: 100 м <sup>3</sup> /т кукурудзи*	

\* вирощування кукурудзи на біогаз з консервативною величиною урожайності 30 т/га

<sup>7</sup> Морозов В.В., Морозов О.В., Безницька Н.В. Дослідження показників родючості ґрунтів південного степу України на фоні регіональних змін клімату // Таврійський науковий вісник. – 2013, № 85, с.196-200.

Потенціал енергетичних культур суттєво залежить від площі вільних земель, наявних в області. За статистичними даними 2014 року, ця площа становить близько 142 тис. га, з якої вільна площа для вирощування енергетичних культур складає **85 тис. га**. Декілька районів області: Бериславський, Великолепетиський та Горностаївський не мають потенціалу вільних земель, тому не розглядались для вирощування енергетичних культур. Загалом можна констатувати, що потенціал енергетичних культур в області є достатньо високим – **398 тис. т у.п.** за даними 2014 року згідно вибраного сценарію оцінки. Найбільш вагомими складовими потенціалу є місантус (на тверде біопаливо) та кукурудза (на біогаз) (**Рис. 3.4**). Оскільки область має достатньо розвинуту галузь тваринництва<sup>8</sup>, виробництво біогазу може бути забезпеченено також іншою складовою сировини – гноєм.

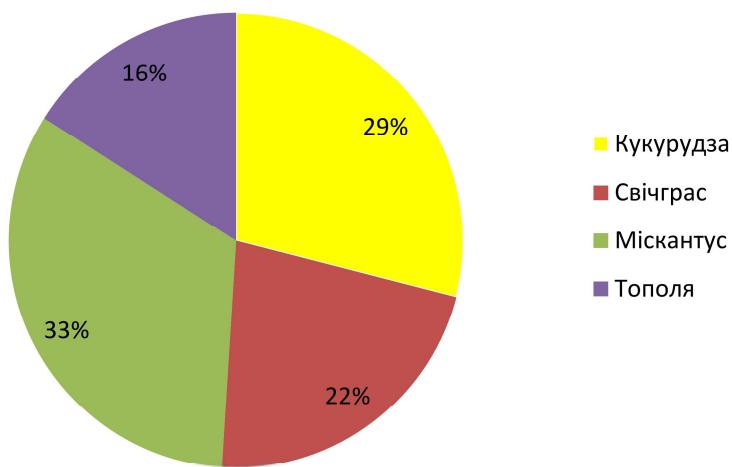
---

<sup>8</sup> Станом на 01 липня 2014 року в усіх категоріях господарств утримується 138,7 тис. голів великої рогатої худоби, із них корів 72,5 тис. голів, 236,9 тис. голів свиней, 68,0 тис. голів овець та кіз, 17016,6 тис. голів птиці. Дані Херсонської ОДА: <http://www.khoda.gov.ua/ua/ehkonomicheskoe-razvitie-oblasterii/obshchaya-harakteristika-sostoyaniya-selskogo-hozyajstva-po-sostoyaniyu-na-11-iyulya-2014-goda?print>

Таблиця 3.2. Потенціал енергетичних культур у Херсонській області, 2014р.

		Тополя		Місцантус		Прoso прутоподібне		Кукурудза				
Херсонська обл.	райони:	11,8	112,2	63,7	21,2	254,8	132,9	170,5	86,3	35,1	1 051,8	115,9
Білозерський		5,7	54,4	30,9								
Великоолександровський					6,5	78,1	40,7					
Верхньорогачицький					4,3	51,4	26,8					
Високопільський					1,8	21,5	11,2					
Генічеський										2,37	71,0	7,8
Голопристанський		2,9	27,1	15,4								
Іванівський												
Каланчакський		3,2	30,7	17,4								
Каховський										14,5	144,7	73,3
Нижньосрогозький												
Нововоронцовський												
Новотроцький												
Скадовський												
Цюрупинський												
Чаплинський												
Всього площа під енергокультиварами, тис. га										6,52	195,6	21,5
Всього енергетичні культури, тис. г.у.п.											85,2*	
												398,8

\*Згідно обраного сценарію (60% вільної площи с/г земель).



**Рис. 3.4.** Структура потенціалу енергетичних культур Херсонської області у 2014 р.

#### *Очерет*

Окрім розглянутих енергетичних культур, для Херсонської області може представляти значний інтерес енергетичне використання очерету (наприклад, для виробництва гранул/брикетів). Херсонська область (наряду з Одеською та Миколаївською) відноситься до регіону так званого Північного Причорномор'я, де в Україні сконцентровано найбільші угрупування очерету – загалом на площі порядку 300 тис. га<sup>9</sup>. Конкретних даних про розподілення цієї площи між областями немає, відомо лише, що найбільша частка припадає на Одеську область.

Якщо припустити, що на Херсонську область припадає 25% вказаної площи під очеретом, то виходячи з середньої врожайності рослини 5 т/га на рік (сухої речовини – с.р.), загальний річний обсяг очерету можна оцінити у 375 тис. т/рік с.р. ( $0,25 \cdot 300 \cdot 5 = 375$  тис. т/рік). У перерахунку на умовне паливо це становить 237 тис. т у.п./рік (теоретичний потенціал) ( $375 \cdot 18,5^{10} / 29,3^{11} = 237$  тис. т у.п./рік). Приймаючи коефіцієнт технічної доступності 0,7 та коефіцієнт енергетичного використання 0,5, економічний потенціал очерету в Херсонській області можна оцінити у **83 тис. т у.п./рік** ( $237 \cdot 0,7 \cdot 0,5 = 83$  тис. т у.п./рік). Для більш точної оцінки енергетичного потенціалу очерету необхідне проведення відповідних наукових досліджень або необхідні результати вже проведених досліджень з даного питання (наприклад, дані про площи під очеретом та їх розташування по території області).

<sup>9</sup> Олена Жмуд. Плавнева рослинність дельти Дунаю та її зміни під впливом антропогенних та кліматичних факторів. Звіт в рамках виконання проекту «Адаптація Дельти Дунаю до кліматичних змін шляхом інтегрованого управління водними та земельними ресурсами», 2011.

<sup>10</sup> Теплота згорання очерету (с.р.) 18,5 МДж/кг

<sup>11</sup> Теплота згорання умовного палива 29,3 МДж/кг

#### 4. Висновки

Зведена інформація, щодо всього наявного потенціалу біомаси Херсонської області у розрізі районів наведена у **Таблиці 4.1.** Структура потенціалу біомаси у великій мірі обумовлена природно-кліматичними особливостями області. Херсонщина розташована на родючих ґрунтах та має сприятливі умови для сільськогосподарського виробництва, тому основна частина енергетичного потенціалу біомаси – це рослинні відходи сільського господарства та енергетичні культури, що можуть бути вирощені на вільних сільськогосподарських землях (**Рис. 4.1.**)

**Таблиця 4.1.** Енергетичний потенціал біомаси у Херсонській області у 2014 році

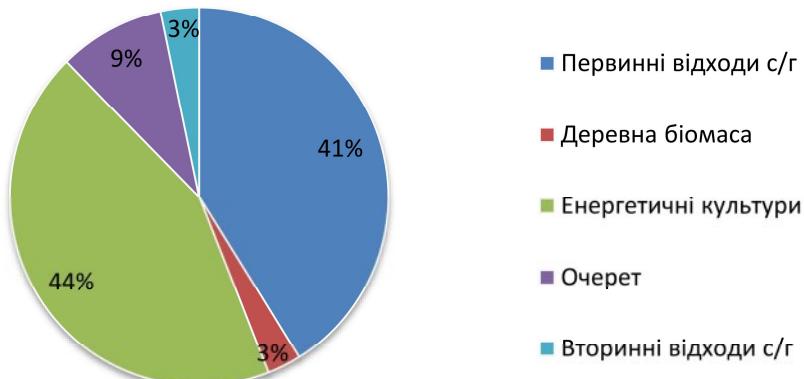
	Енергетичний потенціал, тис. т у.п.					
	Первинні відходи с/г	Деревна біомаса	Енергетичні культури	Очерет*	Вторинні відходи с/г**	Всього
<b>Херсонська область</b>	<b>376,0</b>	<b>26,47</b>	<b>398,8</b>	<b>83</b>	<b>30</b>	<b>914,27</b>
райони						
Білозерський	22,81	0,721	30,9	19		73,43
Бериславський	29,07	0,002		5		34,07
Великолександровський	29,37	0,738	40,7			70,81
Великолепетиський	19,40			4		23,40
Верхньорогачицький	12,90		26,8	4		43,70
Високопільський	12,75		11,2			23,95
Генічеський	30,38		7,8			38,18
Голопристанський	22,36	6,711	15,4	19		63,47
Горностаївський	22,14			4		26,14
Іванівський	18,48		31,4			49,88
<b>Каланчацький</b>	<b>9,03</b>	<b>0,001</b>	<b>73,3</b>			<b>82,33</b>
<b>Каховський</b>	<b>18,48</b>	<b>7,684</b>	<b>17,4</b>	<b>5</b>	<b>30</b>	<b>78,56</b>
Нижньосірогозький	24,02		24,5			48,52
Новоронцовський	21,04		19,3	4		44,34
Новотроїцький	29,95		30,7			60,65
Скадовський	18,01		13,1			31,11
<b>Цюрупинський</b>	<b>10,92</b>	<b>10,612</b>	<b>34,9</b>	<b>19</b>		<b>75,43</b>
Чаплинський	21,69		21,5			43,19

\* Розподілення потенціалу очерету виконано за таких припущення: близько 70% потенціалу припадає на Білозерський, Голопристанський та Цюрупинський райони, решта – в районах, розташованих в дельті Дніпра. Більш точне розподілення потребує додаткових даних.

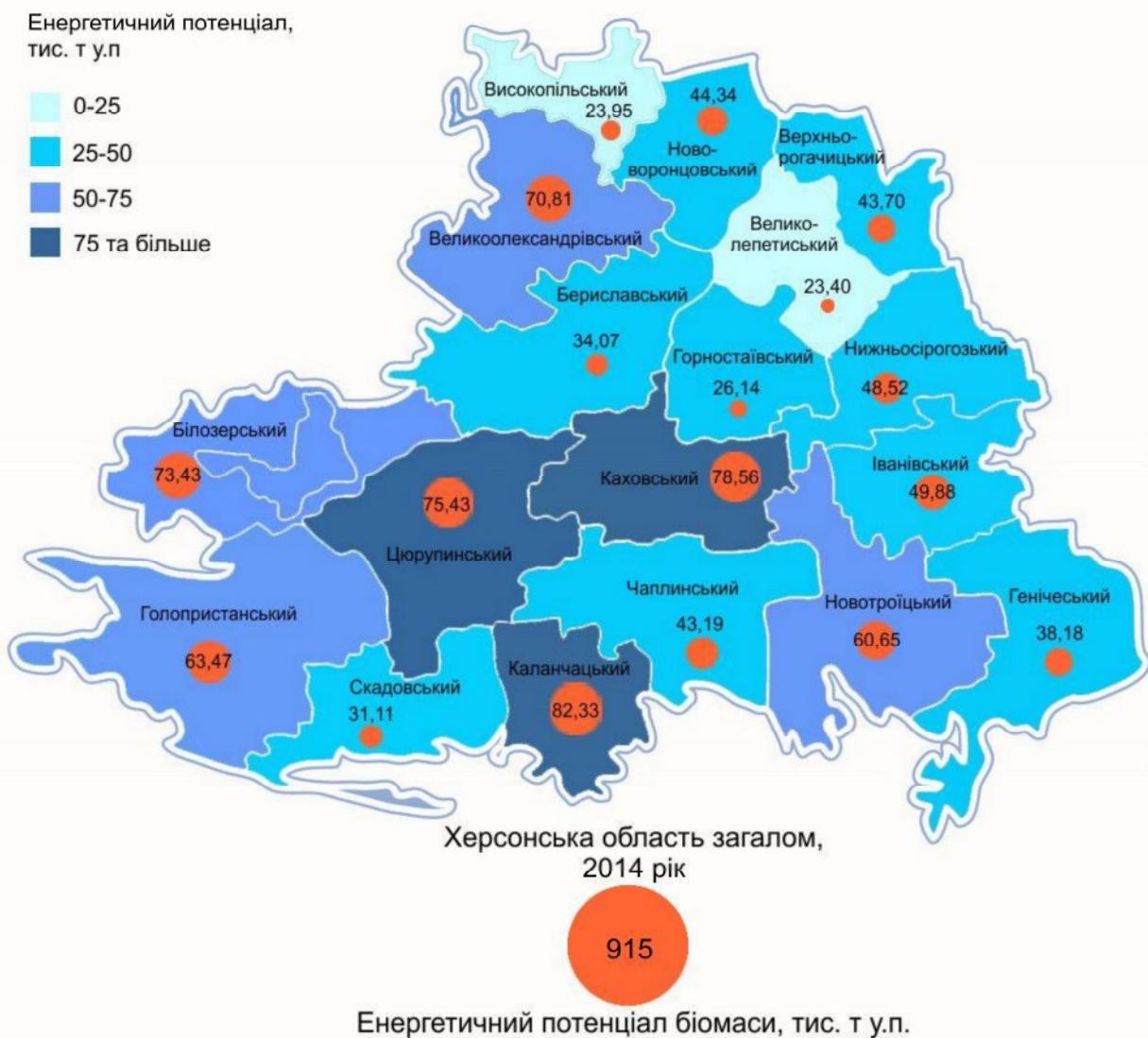
\*\* Лушпиння соняшника, що утворюється на ТОВ «AT Каргілі».

Розподілення сумарного потенціалу за районами Херсонської області наведено на **Рис. 4.2.** Найбільшим сумарним енергетичним потенціалом володіють Цюрупінський район (75,43 тис. т у.п.) – наявні всі види біомаси, що можуть бути використані для виробництва енергії; Каховський район (78,56 тис. т у.п.) – за рахунок вторинних відходів с/г, які утворюються на підприємствах району; та Каланчацький район (82,33 тис. т у.п.) – найбільший потенціал енергетичних культур в області, а саме проса прутоподібного (рекомендована енергокультура). Загалом можна сказати, що потенціал біомаси розташований по території Херсонської області біль-менш рівномірно (за виключенням

двох районів з найменшим обсягом – Високопільський та Великолепетиський). Величина потенціалу залежить від наявності у кожному конкретному районі вільних сільськогосподарських земель, площ під лісом та очеретом, промислових підприємств а також від рівню розвитку сільськогосподарського виробництва.



**Рис. 4.1.** Структура енергетичного потенціалу біомаси у Херсонській обл. (2014 р.)



**Рис. 4.2.** Розподілення загального енергетичного потенціалу біомаси в Херсонській області за районами (2014 рік)

*Треба зазначити, що представлена оцінка енергетичного потенціалу є теоретичною і виконана, грунтуючись на доступних статистичних даних в розрізі районів Херсонської області. Вона дає загальну уяву про структуру ресурсів біомаси в області і їх розподілення по районах (уточнення розподілення потенціалу очертуючи по районах області потребує додаткових даних). Наведені цифри показують максимальний обсяг біомаси, доступної для виробництва енергії, включаючи об'єм, що вже застосовується зараз на енергетичні цілі (наприклад, підприємство «Каргілл» використовує весь обсяг утвореного луспиння для виробництва гранул й застосовує їх на власні потреби та експортує; велика частка дров вже використовується населенням і т. і.).*

*Уточнення видів біомаси, що можуть бути додатково залучені для забезпечення паливом нового енергетичного об'єкта (або установки, що переходить з викопного палива на біомасу), а також огляд потенційних виробників/постачальників біопалива, включаючи наявні обсяги та ціни, буде виконано в рамках техніко-економічного обґрунтування конкретного біогенеретичного проекту.*

## Умовні позначення та скорочення

БАУ – Біоенергетична асоціація України

ОЕЗ – олійно-екстракційний завод

с/г – сільське господарство

с.р. – суха речовина

у.п. – умовне паливо (теплота згоряння 29,3 МДж/кг)

щ.м<sup>3</sup> – щільний кубометр

W – вміст вологи (по масі)

Q<sub>h,P</sub> – нижча теплота згоряння



**USAID**  
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ

МУНІЦИПАЛЬНА ЕНЕРГЕТИЧНА  
РЕФОРМА В УКРАЇНІ

