

УДК 633.1:620.92

РОСЛИННІ ВІДХОДИ - ВАЖЛИВІ РЕЗЕРВИ ТВЕРДОГО БІОПАЛИВА

КЛЮС С. В.- аспірант Інституту відновлюваної енергетики НАН України, м. Київ

Сучасна енергетична політика України значною мірою ґрунтується на використанні імпортованих нафти та газу, ціна на які постійно зростає і є неприйнятною для енерговитратної вітчизняної економіки. З огляду на аграрну спрямованість і сприятливі ґрунтово-кліматичні умови для вирощування рослин, найбільш перспективним видом біоенергетики для України є

фітоенергетика, яка використовує сировину рослинного походження [1]. Найбільш доступні ресурси фітоенергетики - солома та рослинні відходи, які є побічною продукцією під час збирання зернових культур.

Згідно з прогнозом розвитку аграрно-промислового комплексу України, планується збільшити збір зернових культур від 50 – 52 млн. т до 70 – 80 млн. т. Цьо-

го можна досягти як за рахунок збільшення врожайності, так і за рахунок повного використання всієї площі ріллі. За період 2005 – 2011 рр. вільна площа ріллі становила 2,1 – 3,2 млн. га [2].

Як свідчить попередній аналіз, найбільший урожай зерна і, відповідно, найбільшу кількість соломи та рослинних відходів мають пшениця, ячмінь, соя, ріпак, кукурудза та соняшник [3]. Таким чином, прогнозування кількості соломи і рослинних відходів на період до 2020 р. будемо виконувати для зазначених культур.

Прогнозуванням обсягів виробництва продовольчих культур займається низка відомих організацій. Так, наприклад, Українська Зернова асоціація і Центр прогнозування FAPRI (США) [4] розробили прогноз виробництва пшениці й ячменю в США, Євросоюзі та Україні на період 2010 – 2020 рр. Згідно з цим прогнозом, виробництво ячменю в Україні залишиться практично на досягнутому рівні – 12 млн. т, а виробництво пшениці зростає з 20,5 млн. т у 2010 р. до 24,3 млн. т у 2020 р.

Прогноз виробництва зерна кукурудзи на період 2005 – 2010 рр. розроблений Мінагрополітики України [5].

Якщо порівняти дані прогнозу FAPRI щодо пшениці й ячменю з фактичними результатами по Україні за 2010 і 2011 роки, бачимо, що прогноз не виправдався. Валовий збір зерна кукурудзи за 2008 – 2010 рр. в Україні був у 1,5 рази більше, ніж передбачалося.

Для аналізу динаміки виробництва зерна візьмемо статистичні дані останніх 5 років (2007 – 2011 рр.), табл. 1.

Зазначимо, що для визначення валового збору зерна використовується не посівна площа, а площа, з якої зібрано врожай.

Як свідчить таблиця 1, посівна площа під соняшник має сталу тенденцію до збільшення, а площі посівів пшениці, ячменю, ріпака, сої, кукурудзи – коливаються. В той же час, урожайність цих культур має тенденцію до збільшення.

Тому ми прогнозуємо, що на період до 2020 року, у зв'язку із зростаючим світовим попитом на зерно, зростуть посівні площі, а урожайність цих культур збільшиться і до кінця 2020 року становитиме близько 70% від урожайності у країнах Європи, табл. 2.

Таблиця 1.

Динаміка виробництва зерна в Україні

Параметри	Роки					Середнє	
	2007	2008	2009	2010	2011		
Пшениця	Посівна площа, тис. га	6288	7116	6852	6278	6652	6637
	Врожайність, ц/га	23,4	36,7	30,9	26,8	34,9	30,5
	Валовий збір зерна, тис. т	13937	25885	20886	16851	23222	20156
Ячмінь	Посівна площа, тис. га	4975	4219	5122	4311	3681	4462
	Врожайність, ц/га	14,6	30,3	23,7	19,7	25,8	22,8
	Валовий збір зерна, тис. т	5981	12611	11833	8485	9494	9681
Ріпак	Посівна площа, тис. га	891	1412	1059	861	834	1011
	Врожайність, ц/га	13,1	20,8	18,5	17,0	17,5	17,4
	Валовий збір зерна, тис. т	1047	2873	1873	1470	1460	1745
Соя	Посівна площа, тис. га	671	558	644	919	979	754
	Врожайність, ц/га	11,4	21,4	17,5	15,1	20,7	17,2
	Валовий збір зерна, тис. т	723	813	1043	1680	2021	1256
Кукурудза	Посівна площа, тис. га	2087	2516	2149	2709	2424	2377
	Врожайність, ц/га	39,0	46,9	50,2	45,1	62,8	48,8
	Валовий збір зерна, тис. т	7421	11447	10486	11953	15221	11306
Соняшник	Посівна площа, тис. га	3604	4306	4232	4572	4534	4250
	Врожайність, ц/га	12,2	15,3	15,2	15,0	19,2	15,4
	Валовий збір зерна, тис. т	4174	6526	6364	6771	8697	6507

Таблиця 2.

Прогноз зростання посівних площ і врожайності зернових і технічних культур в Україні до 2020 року

Культура	Очікуване зростання посівної площі, %	Очікувана урожайність, ц/га
Пшениця	10	38
Ячмінь	10	30
Ріпак	5	21
Соя	10	21
Кукурудза	12	70
Соняшник	15	20

Таблиця 3.

Прогноз виробництва зернових культур в Україні

Параметри		Роки								
		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Пшениця	Посівна площа, тис. га	6400	6800	6900	6700	7000	7100	7200	7250	7301
	Урожайність, ц/га	30,0	31,0	32,0	33,0	34,0	35,0	36,0	37,0	38,0
	Виробництво, тис. т	19200	21080	22080	22110	23800	24850	25920	26825	27744
	Коефіцієнт відходів	1,66	1,63	1,61	1,58	1,56	1,54	1,52	1,50	1,48
	Кількість соломи, тис. т	31872	34360	35549	34934	37128	38269	39398	40238	41105
	Кількість соломи для виробництва енергії, тис. т	14342	15462	15977	15720	16708	17221	17729	18107	18497
Ячмінь	Посівна площа, тис. га	4000	4200	4300	4400	4500	4600	4700	4800	4908
	Урожайність, ц/га	22,0	23,0	24,0	24,0	25,0	26,0	27,0	29,0	30,0
	Виробництво, тис. т	8800	9660	10320	10560	11250	11960	12690	13920	14723
	Коефіцієнт відходів	1,23	1,21	1,20	1,20	1,19	1,18	1,17	1,16	1,14
	Кількість соломи, тис. т	10824	11689	12384	12672	13387	14113	14847	16172	16784
	Кількість соломи для виробництва енергії, тис. т	4752	5216	5573	5702	6075	6458	6853	7517	7950
Ріпак	Посівна площа, тис. га	850	890	900	910	920	930	940	1000	1062
	Урожайність, ц/га	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0	20,5	21,0
	Виробництво, тис. т	1445	1558	1620	1684	1748	1814	1880	2050	2230
	Коефіцієнт відходів	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
	Кількість соломи, тис. т	2601	2805	2916	3031	3146	3265	3384	3690	4014
	Кількість соломи для виробництва енергії, тис. т	1300	1402	1458	1516	1573	1633	1692	1845	2007
Соя	Посівна площа, тис. га	800	810	810	815	815	820	820	825	830
	Урожайність, ц/га	18,0	18,5	18,5	19,0	19,5	20,0	20,5	20,7	21,0
	Виробництво, тис. т	1440	1498	1498	1547	1589	1640	1681	1708	1743
	Коефіцієнт відходів	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
	Кількість соломи, тис. т	1872	1947	1947	2011	2066	2132	2185	2220	2266
	Кількість соломи для виробництва енергії, тис. т	1685	1752	1752	1810	1859	1919	1966	1998	2039
Кукурудза	Посівна площа, тис. га	2400	2450	2500	2550	2570	2600	2620	2630	2662
	Урожайність, ц/га	50,0	52,0	55,0	57,0	60,0	62,0	65,0	67,0	70,0
	Виробництво, тис. т	12000	12740	13750	14535	15420	16120	17030	17621	18635
	Коефіцієнт відходів	1,55	1,54	1,52	1,51	1,49	1,48	1,47	1,46	1,45
	Кількість соломи, тис. т	18600	19620	20900	21948	22976	23858	25034	25727	27022
	Кількість соломи для виробництва енергії, тис. т	13950	14715	15675	16461	17232	17893	18775	19295	20124
Соняшник	Посівна площа, тис. га	4400	4450	4500	4550	4600	4650	4700	4800	4887
	Урожайність, ц/га	18,5	18,7	18,9	19,1	19,3	19,5	19,6	19,8	20,0
	Виробництво, тис. т	8140	8322	8505	8691	8878	9068	9212	9504	9775
	Коефіцієнт відходів	2,08	2,08	2,08	2,08	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07
	Кількість соломи, тис. т	16931	17310	17690	18077	18377	18771	19069	19637	20039
	Кількість соломи для виробництва енергії, тис. т	11852	12117	12383	12654	12864	13140	13348	13771	14008
	Коефіцієнт відходів (лушпиння)	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
	Кількість лушпиння, тис. т	1465	1498	1531	1564	1598	1632	1658	1710	1759
Кількість лушпиння для виробництва енергії, тис. т	1392	1423	1454	1486	1518	1550	1575	1624	1657	
	Загальна кількість соломи і рослинних відходів для виробництва енергії, тис. т	49273	52087	54292	55348	57649	59814	61938	64157	64446

Кількість соломи і рослинних відходів, які можуть бути використані для виробництва твердого біопалива, визначаємо за формулою

$$V_{ен} = V_{зер} \cdot K_{від} \cdot (1 - K_{втр}) \cdot K_{ен} \quad (1)$$

де $V_{зер}$ – обсяг виробництва зерна за рік, тис. т; $K_{від}$ – коефіцієнт відходів; $K_{втр}$ – коефіцієнт втрат; $K_{ен}$ – коефіцієнт енергетичного використання відходів.

Коефіцієнт відходів - це відношення врожаю соломи або стебел рослин до врожаю зерна і залежить від урожайності культур [6]. Із збільшенням урожайності культури $K_{від}$ зменшується, що пояснюється більшою масою зерен порівняно з масою стебла. Коефіцієнт енергетичного використання відходів дає змогу оцінити частину соломи, яка може бути використана для виробництва енергії. В табл. 4 наведено значення цих коефіцієнтів.

Відповідно до прийнятих припущень, складаємо прогноз виробництва основних зернових культур в Україні на період до 2020 р., а також визначаємо за формулою (1) кількість соломи та рослинних відходів, які можуть бути використані для

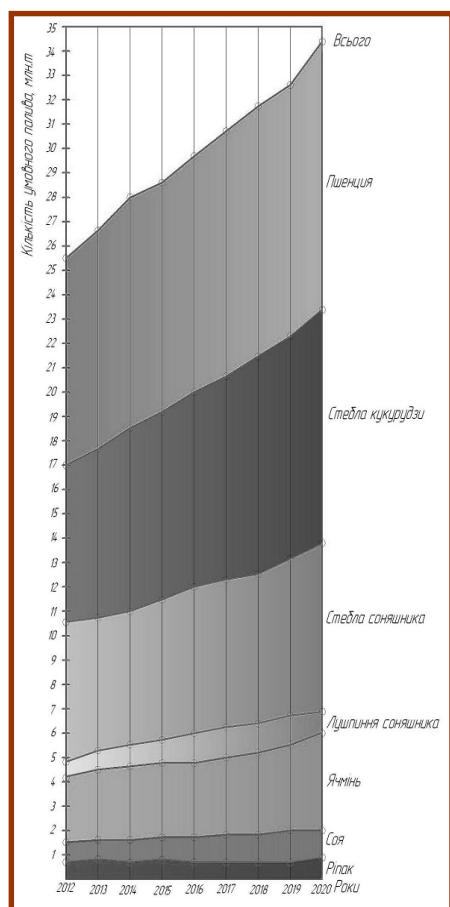


Рис. 1. Прогноз енергетичного потенціалу соломи та рослинних відходів

Таблиця 4. Коефіцієнти відходів, втрат та енергетичного використання відходів

Назва культури і відходів	$K_{від}$	$K_{втр.}$	$K_{ен.}$
Солома пшениці	1,4 - 2,0	0,1	0,5
Солома ячменю	1,1 - 1,5	0,1	0,6
Солома ріпака	1,8 - 2,5	0,1	1,0
Солома сої	1,2 - 2,3	0,1	1,0
Стебла кукурудзи	1,7 - 3,0	0,25	1,0
Стебла соняшника	2,0 - 2,5	0,3	1,0
Лущиння соняшника	0,18 - 0,20	0,05	1,0

виробництва енергії, табл. 3.

Енергетичний потенціал соломи або рослинних відходів визначаємо за формулою:

$$P_{ен} = V_{ен} \frac{Q_{н}^p(\text{кДж/кг})}{29300 \text{ кДж}} = V_{ен} \frac{Q_{н}^p(\text{ккал/кг})}{7000 \text{ ккал}} \text{ кг у.п.} \quad (2)$$

де $Q_{н}^p$ - нижча теплота згоряння робочого палива, кДж/кг або ккал/кг; 29300 кДж = 7000 ккал – теплота згоряння 1 кг умовного палива.

Оскільки теплота згоряння робочого палива залежить від його вологості, то значення $Q_{н}^p$ брались для соломи з вологістю на час збирання врожаю. Так прийнято: $Q_{н}^p$ для соломи пшениці – 4100 ккал/кг, ячменю – 3800 ккал/кг, ріпака – 3660 ккал/кг, сої – 3800 ккал/кг, стебел кукурудзи та соняшника – 3270 ккал/кг, лущиння соняшника – 3750 ккал/кг.

Результати прогнозування $P_{ен}$ наведено на рис. 1. Як видно з рис. 1, сумар-

ний енергетичний потенціал соломи і рослинних відходів зростає з 25,5 млн. т у. п. у 2012 р. до 34,5 млн. т у. п. у 2020 р., що становитиме більше 10% від енерговитрат України.

Енергетичний потенціал стебел кукурудзи та соняшника за величиною відповідає енергетичному потенціалу соломи пшениці та ячменю.

Зауважимо, що солома пшениці та ячменю вже використовується для виробництва пелет і брикетів, проте стебла кукурудзи та соняшника значно складніше переробити в тверде концентроване біопаливо, як і солому сої та ріпака. Отже, прогнозується швидке зростання виробництва твердого біопалива, насамперед, із соломи пшениці та ячменю. Зі зростанням ціни на солому пшениці та ячменю більше 300 грн./т, для виробництва твердого біопалива очікуємо використання більш дешевих відходів - стебел кукурудзи, соняшника, соломи сої, ріпака та інших рослинних відходів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Роїк М.В. Перспективи розвитку біоенергетики в Україні/ Роїк М.В., Курило В.Л., Ганженко О.М., Гументик М.Я.// Цукрові буряки. - 2012.- № 2 – 3. - С. 6 – 8.
2. Сільське господарство України. Статистичний збірник 2010. – Київ: Державний комітет статистики, 2011. – 234 с.
3. Рослинництво України. Статистичний

збірник 2010. – Київ: Державний комітет статистики, 2011. – 99 с.

4. [http://uga-port.org.ua/balansy-zerna/fapri/prognoz-fapri-do-2020-pshenitsa\(yachmen\)](http://uga-port.org.ua/balansy-zerna/fapri/prognoz-fapri-do-2020-pshenitsa(yachmen))

5. Калетнік Г.М. Розвиток ринку біопалив в Україні/ Калетнік Г.М. – Київ.: Аграрна наука, 2008. – 464 с.

6. Тараріко Ю.О. Формування сталих агроєкоосистем: Теорія і практика/ Тараріко Ю.О. -К.: Аграрна наука, 2005. – 508 с.

АНОТАЦІЯ

У статті розроблений прогноз кількості соломи і рослинних відходів в Україні, що можуть бути використані для виробництва твердого біопалива, на період до 2020 р. Для визначення кількості соломи застосовані коефіцієнти відходів, втрат та енергетичного використання відходів. Згідно прогнозу, енергетичний потенціал соломи оцінюється в 25,5 – 34,5 млн. т у.п. щорічно. Результати прогнозу можуть бути використані для планування будівництва ТЕЦ і котелень на біопаливі.

АННОТАЦИЯ

В статье разработан прогноз количества соломы и растительных отходов в Украине, которые могут быть использованы для производства твердого биотоплива, на период до 2020 г. Для определения количества соломы при-

менены коэффициенты отходов, потерь и энергетического использования отходов. Согласно прогнозу, энергетический потенциал соломы оценивается в 25,5 – 34,5 млн. т у.т. ежегодно. Результаты прогноза могут быть использованы для планирования строительства ТЕЦ и котелен на биотопливе.

ANNOTATION

The article developed prediction of straw and vegetable waste in Ukraine that can be used for producing of solid biofuel until 2020. To determine the amount of straw were used coefficients waste, losses and energy usage of waste. According to the forecast energy potential of straw estimated to 25.5 - 34.5 million tons annually. The results of the forecast can be used for planning and construction of power plant boiler on biofuel.