

ОЦІНКА ПОТЕНЦІАЛУ СИРОВИНИ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ ДЛЯ ТЕПЛОВИХ ПОТРЕБ У ЖИТОМИРСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Перед підприємствами та житлово-комунальним господарством постає об'єктивна необхідність впровадження інноваційних енергозберігаючих технологій, орієнтованих на виробництво біологічних видів палива, які одержують у результаті переробки біологічної сировини.

Одним із джерел енергетичних ресурсів може стати агарне виробництво.

Проте для ефективного використання рослинної біомаси в якості енергоресурсу в Житомирській області необхідно спершу виконати аналіз наявного ресурсного

потенціалу у виробництві біомаси та встановити доступний коефіцієнт її використання на теплові та енергетичні потреби.

Як джерело біомаси було прийнято побічну продукцію (солому) вирощування таких культур: пшениця озима, жито озиме, ячмінь озимий, пшениця яра, ячмінь ярий, овес, кукурудза на зерно, соняшник, ріпак, соя.

Згідно з проведеною оцінкою, за останні п'ять років потенціал побічної продукції рослинництва доступний для отримання теплової енергії, був у межах від 113,9 тис. т ум. п. до 302,6 тис. т ум. п.

Середній показник побічної сировини рослинництва, доступний для отримання теплової енергії, складає 135,0 тис. тонн умовного палива в рік. Прогнозований показник побічної сировини рослинництва, доступний для отримання теплової енергії, на 2016 рік складе 138,5 тис. тонн умовного палива.

Ключові слова: біомаса, солома, тепла енергія, рослинництво, потенціал, оцінка.

Постановка проблеми

У зв'язку із прогнозованим вичерпанням основних видобувних енергоносіїв, енергія із відновлювальних ресурсів є однією з найбільш обговорюваних тем в Європі та в усьому світі. Величезні викиди вуглекислого газу і метану в атмосферу призводять до збільшення парникового ефекту.

Перед підприємствами та житлово-комунальним господарством постає об'єктивна необхідність впровадження інноваційних енергозберігаючих технологій, орієнтованих на виробництво біологічних видів палива, які одержують у результаті переробки біологічної сировини.

Якщо проаналізувати споживання енергоресурсів в Україні загалом, то можна зробити висновок, країна споживає значну частину викопних ресурсів.

Зважаючи на те, що в країнах членах ЄС спостерігається особливо стрімкий розвиток біоенергетичних систем, директивами Європейського Союзу заплановано в енергетичному балансі частку біомаси до 2020 року на рівні 20%.

Одним із джерел енергетичних ресурсів може стати агарне виробництво [1, 2, 3]. Розвиток виробництва і використання біопалива може здійснюватися в таких напрямках:

- виробництво і використання дизельного біопалива та біонафти;
- виробництво біоетанолу;
- виробництво і використання біогазу та піролізного газу (пірогазу);
- використання соломи та подрібненої деревини на теплові потреби, виробництво брикетів із незернових відходів та тирси.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Галузь тваринництва України, виробляючи значні обсяги органічних відходів, потенційно володіє значними ресурсами для виробництва біогазу [4, 5, 6], а рівень виробництва біогазу становить 1,2 % від економічно можливого.

Енергетичний потенціал продукції рослинництва, оцінений згідно з дослідженнями [8, 9, 10, 11, 12, 13, 14], досить значний, проте його використання знаходиться на рівні 2,1 % для соломи та 0,2 % для кукурудзи.

Тому необхідне підвищення рівня використання доступної в якості енергоресурсів сировини сільськогосподарського походження, що в свою чергу, призведе до зростання рівня енергетичної автономності виробництва та житлово-комунального господарства і дозволить вирішувати енергетичне завдання із збереженням або підвищенням ефективності виробництва продукції.

Прийнявши теплоту згоряння біогазу на рівні 17 МДж/м³, а теплоту згоряння соломи на рівні 14 МДж/кг, можна зробити висновок, що тепловий потенціал біогазу складає 15704,6 млн МДж. А потенціал рослинних решток становить 470400 млн МДж, що в 30 разів більше, ніж для біогазу.

Мета, завдання та методика досліджень

Проте для ефективного використання рослинної біомаси в якості енергоресурсу в Житомирській області необхідно спершу виконати аналіз наявного ресурсного потенціалу у виробництві біомаси та встановити доступний коефіцієнт її використання на теплові та енергетичні потреби.

Проведений аналіз інформації за період з 2010 по 2015 роки щодо посівів зернових та технічних культур наявного поголів'я тварин та птахів, необхідності орних земель у мінеральних речовинах у Житомирській області, дозволив встановити потенціал сільськогосподарської біомаси рослинного походження, що придатна для отримання теплової енергії.

Результати досліджень

Як джерело біомаси було прийнято побічну продукцію (солому) вирощування таких культур: пшениця озима, жито озиме, ячмінь озимий, пшениця яра, ячмінь ярий, овес, кукурудза на зерно, соняшник, ріпак, соя, валовий збір яких наведено в таблиці 1.

Таблиця 1. Валовий збір культур побічна продукція яких придатна для отримання теплової енергії в Житомирській області

Культура	Зібрано продукції, тис. тонн					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	2	3	4	5	6	7
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

Закінчення таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7
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

Джерело [15] та власні дослідження.

У розрахунках було прийнято відповідні коефіцієнти перерахунку на солому та технічної доступності соломи (таблиця 2).

Зважаючи на те, що поголів'я худоби зменшується, знижуються і потреби тваринництва у побічній продукції рослинництва. Потреба побічної продукції у тваринництві була розрахована із врахуванням нормативних коефіцієнтів використання такої продукції, за утримання та годування сільськогосподарських тварин та птахів [20, 21, 22].

Враховуючи те, що побічна продукція рослинництва є досить добрим джерелом мінеральних речовин та відіграє значну роль у підтриманні балансу гумусу [4, 22, 23, 24], встановлено потреби побічної продукції в рослинництві.

Таблиця 2. Розрахункові коефіцієнти

Культура	Коефіцієнт перерахунку на побічну продукцію (солому)	Коефіцієнт технічної доступності побічної продукції (соломи)	Коефіцієнт виходу побічної продукції
Пшениця озима	1	0,7	0,7
Жито озиме	0,8	0,6	0,48
Ячмінь озимий	0,8	0,6	0,48
Пшениця яра	1	0,7	0,7
Ячмінь ярий	0,8	0,6	0,48
Овес	0,7	0,5	0,35
Кукурудза на зерно	1,4	0,4	0,56
Соняшник	1,9	0,4	0,76
Ріпак	1,9	0,5	0,95
Соя	0,6	0,3	0,18

Джерело [8, 16, 17, 18, 19] та власні дослідження.

Із врахування коефіцієнтів було знайдено загальний обсяг доступної побічної продукції рослинництва (рис 1).

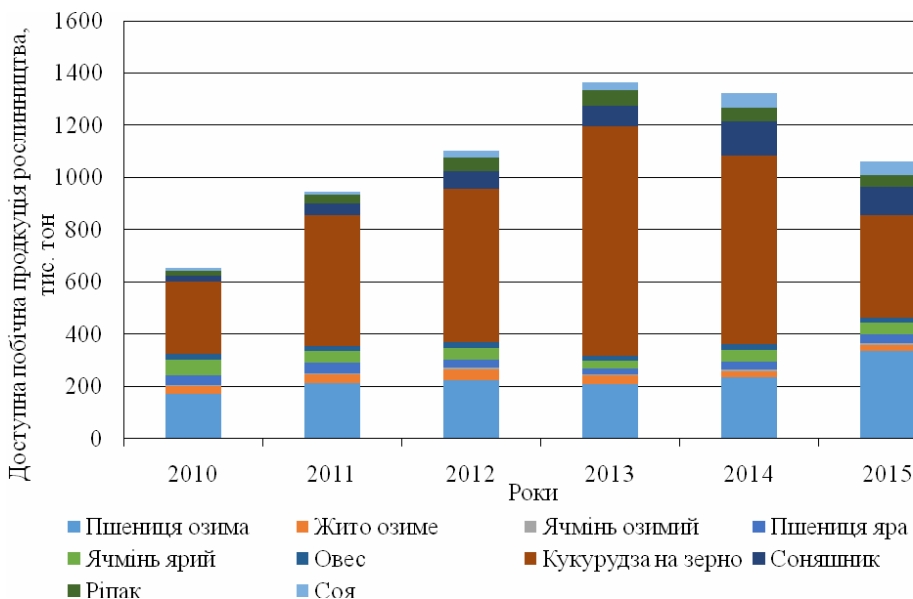


Рис. 1. Загальний обсяг доступної побічної продукції, придатної для виробництва теплової енергії в Житомирській області

Використання побічної продукції рослинництва в якості джерела вуглецю, азоту та інших мінеральних речовин зумовлено значною вартістю мінеральних добрив та інших поживних речовин, хоча і потребує додаткових агротехнічних засобів та використання деструкторів. При встановленні вартості побічної продукції як енергетичного ресурсу або на рівні відповідної вартості мінеральних добрив, кількість побічної продукції, що вноситься на поля, буде зменшуватись.

Враховуючи потреби у побічній продукції тваринництва та рослинництва можна встановити залишок побічної продукції для отримання теплової енергії.

Прогнозний потенціал побічної продукції у 2016 році складе 1009 тис. т. Із врахуванням тенденції до зниження обсягів споживання побічної продукції в тваринництві та зменшення посівних площ на 5 %, обсяг побічної продукції, доступної для виробництва теплової енергії, становитиме 251,84 тис. т.

Враховуючи теплоту згоряння різних видів побічної продукції рослинництва [25, 26, 27] можна представити потенціал побічної продукції рослинництва для отримання теплової енергії у т. ум. п. (рис. 2).

Згідно з проведеною оцінкою, за останні п'ять років потенціал побічної продукції рослинництва, доступний для отримання теплової енергії, коливався

від найменшого значення 113,9 тис. т. ум. п. у 2011 році до 302,6 тис. т. ум. п. у 2013 році (найбільше значення).

Проведений аналіз дозволяє стверджувати, що із врахування макро- та мікроекономічних показників у найближчі 5–7 років можна оцінити потенціал побічної сировини за логарифмічною залежністю:

$$y=29,29\ln(x)+164,64 \quad (1)$$

де x – рік; y - потенціал побічної сировини рослинництва, доступний для отримання теплової енергії.

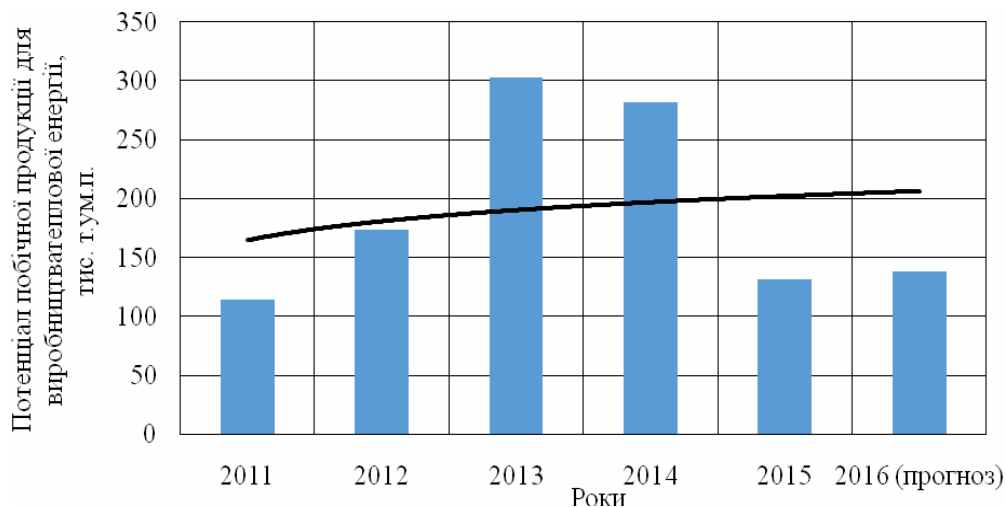


Рис. 2. Потенціал сільськогосподарської побічної продукції рослинництва, доступної для отримання теплової енергії в Житомирській області

Середній показник побічної сировини рослинництва, доступний для отримання теплової енергії складає 135,0 тис. тонн умовного палива в рік. Прогнозований показник побічної сировини рослинництва, доступний для отримання теплової енергії, на 2016 рік складе 138,5 тис. тонн умовного палива.

Визначений потенціал побічної сировини рослинництва, доступний для отримання теплової енергії, може замінити від 9 до 25% всього палива, що споживається в Житомирській області, на виробничо-експлуатаційні та комунально-побутові потреби [15] (таблиця 3).

Таблиця 3. Потенціал побічної продукції рослинництва при заміщенні викопного палива в Житомирській області

Показник	Роки				
	2011	2012	2013	2014	2015
Використано палива на виробничо-експлуатаційні потреби та комунально-побутові потреби, тис. т.у.п.	1266,5	1230,4	1215,1	1137,7	1027,1
Доступний потенціал побічної продукції, тис. т.у.п.	113,9	173,2	302,6	281,6	131,3
Частка викопного палива, яку може замінити побічна продукція рослинництва, %	8,99	14,08	24,90	24,75	12,79

Використовуючи данні, що містять інформацію про зібрану площу, валовий збір та посіяну площу сільськогосподарських культур у 2016 році із врахуванням потреб тваринництва [20, 21, 22], рослинництва [4, 22, 23, 24] та враховуючи теплоту згоряння різних видів побічної продукції [25, 26, 27], було встановлено потенціал побічної сировини, що доступна для отримання теплової енергії у районах Житомирської області.

Внаслідок наявності певних відмінностей природних умов, на території Житомирської області виділено декілька природно-економічних зон [12]. Тому, враховуючи агрохімічні особливості Поліської, Лісостепової та Перехідної зон Житомирської області, тенденція щодо збільшення кількості доступної побічної продукції для енергетичних цілей складається в тих районах, де відбулося збільшення валового збору зернових культур, здебільшого в районах, що відносяться до Лісостепової зони.

Із врахуванням потреб тваринництва та рослинництва потенціал побічної продукції, доступної для виробництва теплової енергії, можна відобразити графічно (рис. 3).

Сільськогосподарські підприємства Житомирської області мають можливість використовувати побічну продукцію рослинного походження для енергетичних потреб. Проте, у сільськогосподарських підприємствах, віднесених до зони Полісся, при прийнятті управлінських рішень щодо використання побічної продукції рослинництва доречним буде корегування процесу використання органічної сировини відповідно до поставлених цілей господарювання.

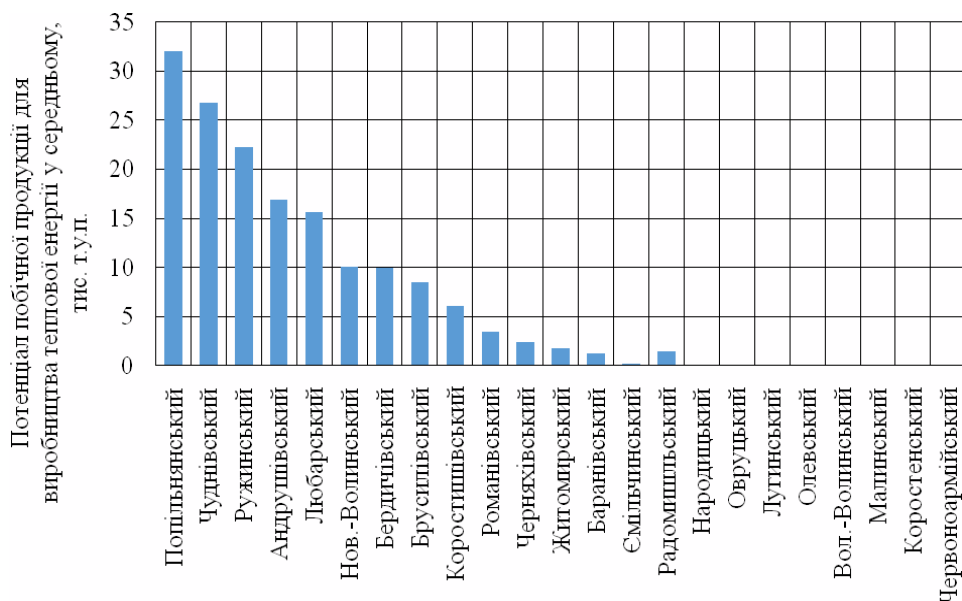


Рис. 3. Доступний потенціал побічної продукції рослинництва для використання в якості сировини для отримання теплової енергії за районами у тис. т.у.п.

Недостатній потенціал побічної продукції рослинництва в деяких районах Житомирської області можливо компенсувати за рахунок вирощування енергетичних культур (міскантус, енергетична верба чи тополя), [3, 25].

Висновки та перспективи подальших досліджень

Встановлено, що обсяг доступної побічної продукції зростав з 2010 до 2013 року, а в 2014 та 2015 роках зменшився за рахунок зменшення площ вирощування кукурудзи на зерно. В 2015 році обсяг побічної продукції становив 1061,9 тис. тонн, що складало 77,8% у порівнянні із найбільшим обсягом у 2013 році (1363,0 тис. тонн) та 162,5% у порівнянні із 2010 роком (654,5 тис. тонн). Найбільшу частку мала побічна продукція кукурудзи на зерно від 64% у 2013 році до 37% у 2015 році та зростала із 279,5 тис. тонн у 2010 році до 877,6 тис. тонн, а у 2015 році зменшилася до 392,6 тис. тонн. Наступний потенціал мала солома пшениці, частка якої складала від 17 % у 2013 році до 35 % у 2015 році та зростала із 208,0 тис. тонн у 2010 році до 367,5 тис. тонн у 2015 році.

Враховуючи потреби у побічній продукції тваринництва та рослинництва, можна встановити залишок побічної продукції для отримання теплової енергії. В несприятливі роки потенціал побічної продукції для виробництва біопалива

може бути відсутній, проте він може бути компенсований через його надлишок в сприятливі роки. Так середній залишок побічної продукції, який можна використати для отримання теплової енергії, за останні шість років становив 294,85 тис. тонн сировини.

Згідно з проведеною оцінкою за останні п'ять років потенціал побічної продукції рослинництва доступний для отримання теплової енергії коливався від 113,9 тис. т ум. палива до 302,6 тис. т ум. палива.

Середній показник побічної сировини рослинництва, доступний для отримання теплової енергії, складав 135,0 тис. тонн ум. палива в рік. Прогнозований показник побічної сировини рослинництва, доступний для отримання теплової енергії на 2016 рік, складе 138,5 тис. тонн ум. палива. Визначений потенціал побічної сировини рослинництва, доступний для отримання теплової енергії, може замінити від 9 до 25% всього палива, що споживається в Житомирській області, на виробничо-експлуатаційні та комунально-побутові потреби.

Недостатній потенціал побічної продукції рослинництва в деяких районах Житомирської області можливо компенсувати за рахунок вирощування енергетичних культур (міскантус, енергетична верба чи тополя). Враховуючи доступний потенціал побічної продукції за районами, можна встановити його середнє значення на рівні 10,6 тис. т ум. палива. Тоді 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 замінити до 28,6% всього палива, що споживається в Житомирській області на виробничо-експлуатаційні потреби та комунально-побутові потреби.

Подальші наукові дослідження необхідно спрямувати на знаходження шляхів раціональної реалізації встановленого потенціалу сировини.

Література

1. Біопалива: Технології, машини, обладнання / [В. О. Дубровін, М. О. Корчемний, І. П. Масло та ін.]. – К. : Енергетика і електрифікація, 2004. – 256 с.
2. Биомасса как источник энергии : пер. с. англ. / под ред. С. Соуфера, О. Забарски. – М. : Мир, 1985. – 368 с.
3. Перспективи розвитку альтернативної енергетики на Поліссі України / [В. О. Дубровін, Л. Д. Романчук, С. М. Кухарець та ін.] ; відп. ред. О. В. Скидан. – К. : Центр учбової л-ри, 2014. – 335 с.
4. Кухарець С. М. Підвищення енергетичної автономності агроєкосистем. Механіко-технологічні основи : монографія / С. М. Кухарець. – Житомир : ЖНАЕУ, 2016. – 192 с.

5. Виробництво і використання біогазу в Україні / [Юрген Кооп, Жанет Хохі, Дженіфер Фултон, Хенрік Персонн]. – К. : Рада з питань біогазу Biogasrat, 2012. – 74 с.
6. Перспективы производства биогаза в Украине / Г. Г. Гелетуша, П. П. Кучерук, Ю. Б. Матвеев, Т. В. Ходаковская // Возобновляемая энергетика. – 2011. – № 3. – С. 73–77.
7. Гелетуша Г. Г. Перспективи виробництва та використання біогазу в Україні / Г. Г. Гелетуша, П. П. Кучерук, Ю. Б. Матвеев // Аналітична записка БАУ. – 2013. – № 4. – С. 22.
8. Гелетуша Г. Г. Перспективи використання відходів сільського господарства для виробництва енергії в Україні / Г. Г. Гелетуша, Т. А. Железна // Аналітична записка БАУ. – 2014. – № 7. – С. 33.
9. Екологічні проблеми землеробства / за ред. І. Д. Примака. – К. : Центр учбової л-ри, 2010. – 456 с.
10. Integrated assessment of sustainable cereal straw potential and different straw-based energy applications in Germany // Applied Energy. – 2014. – Vol. 114. – P. 749–762.
11. Ключ С. В. Визначення частки соломи та рослинних відходів для енергетичного використання / С. В. Ключ // Відновлювана енергетика. – 2013. – № 4. – С. 82–85.
12. Кухарець В. В. Оцінка енергетичного потенціалу соломи / В. В. Кухарець // Наук. вісн. НАУ. – 2008. – Вип. 125. – С. 273–276.
13. Голуб Г. А. Проблеми використання соломи в якості палива / Г. А. Голуб // Вісн. аграр. науки. – 2010. – № 8. – С. 49–52.
14. Кухарець В. В. Визначення основних факторів, що впливають на кількість доступної соломи для переробки / В. В. Кухарець, В. В. Сарана // Наук. вісн. Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України. – 2010. – Вип. 144, ч. 3. – С. 227–232.
15. Статистичний щорічник Житомирської області за 2015 р. / за ред. Г. А. Пашинської ; Головне упр. статистики у Житомир. обл. – Житомир, 2016. – 476 с.
16. Драгнев С. В. Можливості заготівлі побічної продукції кукурудзи на зерно для енергетичного використання в Україні / С. В. Драгнев, Т. А. Железна, Г. Г. Гелетуша // Аналітична записка БАУ. – 2016. – № 16. – С. 51.
17. Рекомендації щодо створення сільськогосподарського обслуговуючого кооперативу для надання послуг у виробництві та реалізації біопалива у Житомирській області / [Н. М. Головченко, В. Є. Данкевич, С. В. Добрякова, та ін.]. – Житомир, 2011. – 96 с.
18. Стратегія застосування соломистих решток для удобрення та енергетичних потреб в Україні [Електронний ресурс] / С. Дегодюк, Е. Дегодюк, О. Літвінова, А. Кириченко // Вісн. Львів. нац. аграр. ун-ту. Сер. Агрономія. – 2013. – № 17 (1). – С. 205–211. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vlnau_act_2013_17\(1\)_41](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vlnau_act_2013_17(1)_41).

-
19. Семірненко С. Л. Розрахунок енергетичного потенціалу соломи озимої пшениці [Електронний ресурс] / С. Л. Семірненко // Вісн. Сумського нац. аграр. ун-ту. Серія. Механізація та автоматизація виробничих процесів. – 2014. – Вип. 11. – С. 47–50. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna_mekh_2014_11_12.
20. Біоенергетичні проекти: від ідеї до втілення : практ. посібник / під заг. ред. Р. Ю. Тормосова. – К. : Поліграф плюс, 2015. – 208 с.
21. Мельник О. В. Покращення мікроклімату у пташнику при вирощуванні бройлерів / О. В. Мельник // Сучасні досягнення у тваринництві та птахівництві : матеріали VII Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених. – Харків, 2013. – С. 49–56.
22. Голуб Г. А. Проблеми використання соломи в якості палива / Г. А. Голуб // Вісник аграрної науки. – 2010. – № 8. – С. 49–52.
23. Кухарець В. В. Визначення основних факторів, що впливають на кількість доступної соломи для переробки / В. В. Кухарець, В. В. Сарана // Наук. вісн. Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України. – 2010. – Вип. 144, ч. 3. – С. 227–232.
24. Голуб Г. А. Агропромислове виробництво їстівних грибів. Механіко-технологічні основи / Г. А. Голуб. – К. : Аграр. наука, 2007. – 332 с.
25. Біоенергетичні системи в аграрному виробництві / [Г. А. Голуб, С. М. Кухарець, О. А. Марус та ін.] ; за ред. Г. А. Голуба. – К. : НУБіП України, 2016. – 229 с.
26. Теплотехніка : підручник / за ред. Б. Х. Драганова. – Вид. 2-ге, переробл. і допов. – К. : ІНКОС, 2005. – 400 с.
27. Альтернативна енергетика : навч. посіб. / [М. Д. Мельничук, В. О. Дубровін, В. Г. Мироненко та ін.]. – К. : Аграр Медіа Груп, 2012. – 244 с.
-