

БІОГЕННА СИСТЕМА ЗЕМЛЕРОБСТВА В АСПЕКТІ РОЗВИТКУ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

М. М. Тимофєєв, кандидат біологічних наук;

В. Д. Орехівський, кандидат технічних наук;

О. А. Бєлицька, К. В. Солов'янова

Донецька державна сільськогосподарська дослідна станція НААН України

Встановлено, що відновлювана енергетика в агросфері біогенної системи землеробства буде розвиватися за чотирма напрямками – широкомасштабне відтворення чагарникової біомаси як твердого біопалива для виробництва тепла та електроенергії; будівництво вітряних електростанцій; впровадження пристроїв для використання тепла концентрованої сонячної енергії від увігнутих дзеркал; будівництво геліостанцій та панелей з фотоелементами для перетворення енергії Сонця в електричну енергію.

Ключові слова: біогенна система землеробства, еколого-технологічні групи, відновлювана енергетика в агросфері, тверде біопаливо.

В агросфері Донецької області (2049,7 тис. га) має місце великомасштабна (67 % площі) водна і вітрова ерозія ґрунтів. Тому вкрай актуальним є створення концепції (моделі, сценарію розвитку) повного усунення руйнації ґрунту як основного засобу виробництва в сільському господарстві. Методологія пошуку основана на найширшому використанні внутрішніх ресурсів агросфери завдяки біогенним засобам виробництва, а також за рахунок енергії Сонця, якої на земну поверхню надходить в 10000 разів більше, ніж виробляється від викопних енергоресурсів. Тому добитися максимального використання сонячної енергії – одне з актуальних завдань прогресивного розвитку суспільства.

На рівні агросфери прогнозується становлення біогенної системи землеробства, яка потребує нових ресурсів, макроструктурних змін, організаційних і технологічних інновацій [1, 2, 3, 4].

Для повного усунення ерозійних процесів обов'язкові макроструктурні перетворення, які полягають у тому, що до 40 % найбільш зруйнованих ерозією орних земель (1656,5 тис. га – мають схили більше 3° і малопродуктивні) перевести в сіножаті, пасовища та дендрогіддя. Співвідношення земель інтенсивного використання до напівприродних агроєкосистем повинно становити при деякій флуктуації як 50:50 % [1]. Напівприродні агроєкосистеми (з яких 34 % площі агросфери буде зайнято дендрокультурами) є джерелом біофільних елементів (С, N, P, K та мікроелементів) для земель інтенсивного використання. Значне розширення площ напівприродних агроєкосистем пояснюється не тільки усуненням ерозійних процесів, а й тим, що запасів родовищ фосфору і калію в Україні обмаль, їх кількість на 1–2 рівні менша, ніж є в ґрунтах. Тому перерозподіл біофільних елементів у просторі завдяки розвиненому тваринництву і дендрогіддям є стратегією подальшого удосконалення агросфери.

Землі інтенсивного використання належать до I еколого-технологічної групи (48–50 % агросфери). На них вирощування сільськогосподарських культур у 3–5 разів прибутковіше, ніж на деградованих та малопродуктивних землях, які в посушливі роки приносять значні збитки [3]. Землі цієї групи містять найвищі запаси гумусу, як за валовими показниками, так і за відносними (4–6 %), та біофільних елементах і мають схили 0–3°, на них функціонують високопродуктивні сівозміни, поверхня ґрунту вкрита мульчепластом протягом року і поновлюється щорічно за рахунок побічної продукції рослинництва. В умовах мульчепласту застосовують локально-вертикальний обробіток ґрунту, внесення біодобрив для сапрофагів та рослин, насіння висівають в гідрофобній оболонці в органоґрунтових брикетах протягом періоду року, коли вегетація у рослин припиняється. На цих землях доцільно застосовувати електро-конвейєрний ланцюг (ЕКЛ)

та легку електромобільну техніку з широкими шинами-котками для перевезення вантажів, ущільнення мульчі, а взимку і снігового покриву з метою точного локального внесення брикетів [1, 2, 3, 4].

До II еколого-технологічної групи (14,2 % площі агросфери) входять землі, які були під оранкою (90 тис. га), сінокосами та пасовищами, але без інтенсивних ерозійних процесів з високим енергетичним потенціалом гумусу, значним вмістом біофільних елементів, зі схилами до 3°. Це землі для сіножатей та пасовищ з бобово-злаковим фітоценозом. На цих землях немає мульчепласту, ерозійні процеси зведені до нуля, а обробіток ґрунту має бути локально-вертикального типу, в місцях випадіння травостою доцільно підсівати багаторічні бобові, злакові та лікарські рослини в органо-ґрунтових брикетах як в період припинення вегетації у рослин, так і в післяукісний період. Тут теж застосовують ЕКЛ та електромобільні вантажівки з широкими шинами-котками.

До III еколого-технологічної групи належать дендрокормові угіддя для збирання листя на корм козам, виготовлення листяної муки і силосу. Із зелених стебел в біореакторах за допомогою відповідних мікроорганізмів, азот- і фосформістких сполук виготовляється сипкий корм для тварин, збагачений синтезованим білком [5]. Подрібнені стебла, що відростають щорічно, також можна використовувати в компостних біореакторах і біотехнічних системах, як структурний матеріал та джерело біофільних елементів і полісахаридів для вирощування різних видів сапрофагів. Кількість деревних рослин на дендрокормових угіддях може досягати 6–10 шт./м² для отримання моностеблових форм. Збирання листя триває безперервно протягом червня, липня і серпня. Рослини ростуть в ямках глибиною 5–7–10 см та щорічно зрізуються на рівні землі, утворюючи з роками велику кількість зрізаних пнів, які як і ґрунт, є опорною поверхнею для мобільної техніки, а також протиерозійним засобом. Під дендрокормові угіддя виділяють землі зі схилом 1–3° та вмістом гумусу 4–2 % площею 15–18 % агросфери.

До IV еколого-технологічної групи відносяться дендрокормові угіддя пасовищного призначення. На дендропасовищах зі схилом 3–5° (які найбільш ерозійно небезпечні) необхідний компроміс між площею, яка зайнята чагарниками і багаторічними бобово-злаковими культурами. При достатньому щорічному зволоженні ґрунту проективне покриття зеленою масою чагарників може становити 70 %, у посушливих районах з малопродуктивними землями – лише 10–30 %, а частка трав'яного покриву з місцевих та сіяних видів може зростати з 30–60 до 90 %.

На схилових землях обов'язкова контурно-меліоративна організація території. Чагарникові рослини доцільно висаджувати пунктирно у виїмки з плавним переходом від підвищення до поглиблення в 10–20 см паралельно лініям висот конкретної ділянки. У цих пониженнях восени накопичується листя та рослинні рештки. Їх органічна маса запобігає промерзанню ґрунту, покращує інфільтрацію талих вод навесні, слугує бар'єром для затримання літніх опадів у вигляді злив.

Багаторічне зрізання стебел чагарників на пні паралельно верхівкам понижень призводить до утворення твердої основи для цілорічної роботи електромобільної техніки. Зрізання стеблової маси на пні доцільно проводити, коли у рослин припиниться вегетація – раз в два, три, а на малопродуктивних землях і через більше років. Таку біомасу доцільно подрібнювати і використовувати як мульчу, тверде біопаливо для опалення приміщень в сільській місцевості. В структурі агросфери Донецької області дані землі становлять 279,3 тис. га, або 13,6 %. Кози та ВРХ значно ущільнюють ґрунт пасовищ, що погіршує повітряний режим та інфільтрацію води. Обов'язковим заходом є впровадження локально-вертикального дренажу – від 1–2 до 10–25 дренажних свердловин на 1 м² на глибину гумусного горизонту.

До V еколого-технологічної групи входять землі, де вирощуються чагарники для використання їх у вигляді твердого біопалива та технічної деревини. Сюди входять неорні землі зі схилом 7–15° на площі 28,7 тис. га, орні землі зі схилом більше 7° – 4,5 тис. га, ка-

м'янисті (42,5 тис. га) та перезволожені (30,5 тис. га). Всього 106,2 тис. га, або 5,2 % площі агросфери [1]. У віддаленій перспективі значні площі земель поза агросферою будуть засаджені чагарниками не тільки для отримання твердого біоенергетичного джерела, а й найцінніших біофільних елементів, які вибірково поглинаються рослинами з ґрунту.

Розвиток відновлюваної енергетики в агросфері безпосередньо пов'язаний з дендромасивами, повним усуненням ерозійних процесів на виробничих землях та безперервністю технологій підвищення родючості ґрунтів інтенсивного використання.

Мета досліджень – пошук можливих напрямків розвитку відновлюваної енергетики в агросфері.

Об'єкт досліджень – різні види відновлюваної енергії, можливі технології та технічні системи на основі їх функціонування.

Методи досліджень – міждисциплінарний, структурно-систематичний підхід в розробці принципів побудови відповідних біогеоценотичних, технологічних і технічних конструкцій.

В основу подальшого техніко-енергетичного розвитку агросфери покладені наступні складові використання:

- надлишків електроенергії нічного часу від потужних електростанцій в стаціонарних і мобільних технічних системах як безпосередньо через систему електрокабелів, так і за рахунок електроакумуляторів протягом доби і всього року.
- подрібнених стебел чагарників як відновлюваного енергоресурсу для опалення різних приміщень та виробництва електроенергії і джерела біофільних елементів.
- вітряних електростанцій в умовах безперервних технологій відновлення родючості ґрунту в агросфері.
- сонячної енергії, яка перетворюється у теплову в різних технічних конструкціях від увігнутих дзеркал-концентраторів сонячного світла.
- фотоелементів для перетворення сонячної енергії в електричну та накопичення її в акумуляторах.

Прикладом використання великих потужностей відновлюваних енергоресурсів є гідроелектростанції. Ці енергоресурси виробляються поза межами агросфери.

Важливим відновлюваним біоенергетичним ресурсом в агросфері є деревні рослини. При розробці концепції біогенної системи землеробства їх відбирали за поліфункціональними якостями, а саме: 1) максимальне накопичення енергії Сонця в біомасі рослин з ранньої весни до пізньої осені; 2) придатність листя для згодовування тваринам (звідси прогнозується розвиток козівництва); 3) протистояння ерозійним процесам, здатність до поновлення ресурсу сировини протягом десятиліть; 4) сировинний ресурс у вигляді подрібненої стеблової біомаси як джерело енергії та полісахаридів у компостних біореакторах для синтезу біодобрив, які є кормом для сапрофагів, та біотехнічних установках з вирощування різних видів сапрофагів як корму для тварин; 5) мульча в незначних обсягах для дендрокормових угідь; 6) тверде біопаливо для опалення приміщень в сільській місцевості. Найголовніше – деревні культури (на відміну від трав'янистих) можна збирати безперервно протягом року, що відкриває широкі можливості розробки безперервних технологій підвищення родючості ґрунту та формування сталих агробіогеоценозів [3].

Важливим завданням селекції дендрокормових культур є створення високопродуктивних гібридів з інтенсивним ростом, добрим відновленням порості від пня, підвищеною залистянністю, високим вмістом поживних речовин в листі для годівлі тварин. Таким джерелом можуть стати:

Береза (*Betula L.*) – існує 120 видів, у СНД – 40, в Україні – 4 дикоростучі види. Культура світлолюбна, морозостійка, до ґрунтових умов невибаглива.

Верба (*Salix L.*) – виявлено 600 видів, у країнах СНД – 160, в Україні – 28 дикоростучих видів. Добре росте у вологих місцях з близьким заляганням ґрунтових вод.

Невибаглива до ґрунтових умов, світлолюбна, морозостійка. Поширюється черешками і кілками.

В'яз (Ulmus L.) – налічується 30 видів, у СНД – 12, в Україні – 8. Росте на суглинкових та солонцюватих ґрунтах, де береза, тополя та ясень швидко гинуть, культура тіньовитривала.

Клен (Acer L.) – є 150 видів, у СНД – 25, в Україні – 5, введено в культуру 45 видів. Наприклад, клен татарський невибагливий до ґрунтових умов, посухо- і солестійкий, звичайна порода в байрачних і заплавних дібровах Донбасу.

Липа (Tilia L.) – 45 видів, у СНД – 27, в Україні – 7. Добре росте на суглинкових та піщаних ґрунтах багатих перегноем, не переносить засолення, надмірного зволоження або сухих місць.

Горобина (Sorbus L.) – розповсюджена у північній частині земної кулі, встановлено 84 види, у СНД – 34, в Україні – 6 дикоростучих видів, введено в культуру 12 видів. Росте на різних ґрунтах, морозостійка.

Тополя (Populus L.) – виявлено 110 видів, у СНД – 30, в Україні – 4 дикоростучих види, введено в культуру 12 видів. Тополя – культура, яка швидко росте, вибаглива до родючості ґрунту та вологості. У штаті Пенсільванія (США) на зрошуваних стічними водами ділянках вирощують гібридні тополі. Подрібнену біомасу тополі використовують при компостуванні осаду стічних вод.

Шовковиця (Morus L.) – в роду 150 видів, але тільки 16 з них визнані. Існує багато міжвидових гібридів. В Україні та Узбекистані створені як сорти, так і гібриди шовковиці кормового напрямку використання з високим вмістом поживних речовин у листі для годівлі тутового шовкопряда.

Ясень (Fraxinus L.) – налічується 65 видів, у СНД – 11, в Україні – 5 дикоростучих видів.

Селекційна робота по створенню високопродуктивних сортів верби для енергетичних цілей почалася в 70–80-ті роки ХХ ст. у Швейцарії та Великобританії. Теплотворна здатність верби становить 18 МДж/кг абсолютно сухої речовини. Одна тонна біомаси за енергетичною здатністю еквівалентна 500 м³ газу, або 0,7 т бурого вугілля.

Збирають стебла верби через 3–4 роки, коли діаметр гілок досягає 10–12 мм, а висота – 5–6 метрів. З одного гектара плантації отримують до 10–12 т сухої біомаси щорічно. Нині збирають надземну біомасу силосозбиральними комбайнами [7].

Збирати вербу на енергетичні цілі доцільно після припинення вегетації, найкраще в зимовий період, для енергетичних цілей – вербу прутувидну (*Salix viminalis L.*).

У Ровенській області відповідно до програми енергозбереження у північних районах, де достатнє вологозабезпечення і багато малопродуктивних земель, почали вирощувати енергетичну вербу. Площа земель під нею за документацією становить понад 5 тис. га [8].

В перспективі – використання біопаливних когенераційних установок у сільському господарстві. Стерлінг когенерація – нова технологія для комбінованого виробництва електроенергії й тепла. Принцип її роботи полягає в наступному: енергія води, що охолоджується, і відпрацьованих газів йде на потреби теплозабезпечення. Існує також тригенераційна технологія, коли одночасно виробляється електроенергія, тепло та холод. Останній використовується при зберіганні овочів, молока та м'яса [9].

Прогнозується, що в разі значних масивів та безперервності процесів збирання чагарникової стеблової маси будуть створені мобільні електростанції.

При виробництві електроенергії з деревної біомаси утворюється зола, яку можливо використовувати як комплексне біологічне добриво. У золі міститься: P₂O₅ – 2,5–3,5 %, K₂O – 6–10 %, CaO – 30–35% та мікроелементи. Це вибірккові, найкращі елементи як за хімічним, так і за ізотопним складом. Калій, видобутий в родовищах, вносять у формі

K_2SO_4 та KCl , що призводить до забруднення ґрунту іонами Cl^- та SO_4^{2-} . У рослинах калій міститься в найкращій формі – K_2O .

Запаси калію в метровому шарі чорноземних ґрунтів коливаються в межах 230–270 т/га, азоту – 10–36, а фосфору – всього 3–4 т/га [10]. За підрахунками вчених, калію в ґрунті вистачить на 3–4 століття, а ось азот можливо поновлювати за рахунок азотфіксуючих мікроорганізмів. Найбільшою проблемою є ресурси фосфору. Імовірно, при зростанні чисельності населення на планеті (понад 10 млрд) рециркуляція біофільних елементів стане основою подальшого розвитку суспільства, і чагарники будуть головним джерелом енергії та полісахаридів для мікроорганізмів у безперервних процесах кругообігу важливих елементів життя в системі: відходи тваринного походження – компостні біореактори – вирощування різних видів сапрофагів – риби, птиці, свині, кози, ВРХ – людська популяція.

Згідно з нашими дослідженнями, в 1 т сухих стебел дворічної бузини чорної (*Sambucus nigra* L.) міститься біля 11 кг N, 2,5 кг P_2O_5 та 10 кг K_2O . Проте деревні рослини – це не лише джерело NPK та мікроелементів, а й біологічно активних речовин для боротьби зі шкідливими організмами в агроекосистемах, крім того, замітник хімічних речовин промислового виробництва.

Родючий ґрунт є основою життя на планеті. В його біокосному тілі до 10 т/га живих мікроорганізмів. Безперервність перевезення значних вагових мас на ланах потребує створення легкої електромобільної техніки на широких шинах-котки, вантажопідйомністю не більше 3 т, при цьому продуктивність праці повинна зростати за рахунок безперервності використання і збільшення чисельності електромобільних систем для перевезення вантажів та дистанційного керування на основі інформаційних технологій. В сучасний період важка техніка на ланах стала негативним фактором підвищення продуктивності культур, а в умовах м'якої і вологої землі ще й подальшого прогресу і продуктивності праці.

Поряд з біоенергетичним напрямком підноситься розвиток відновлюваної енергетики в агросфері у зонах «комфортного вітру» – установок вітряних електростанцій. В Україні є досвід їх будівництва.

Середня швидкість вітру, яка вимірюється в умовах метеопоста (табл. 1), на відміну від висотних установок, дає можливість визначити найкращий період року для використання цього відновлюваного енергоресурсу. Як видно з таблиці 1, це в основному за відсутності вегетації у рослин, коли сучасну сільськогосподарську техніку неможливо використовувати.

1. Середня швидкість вітру за даними метеопоста Донецької державної сільськогосподарської дослідної станції (в середньому за 2008–2012 рр.), м/с

Місяці року											
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
5,2	6,0	4,0	3,7	2,8	3,1	2,5	2,7	2,8	3,2	3,4	5,5

При біогенній системі землеробства, навпаки, найбільше навантаження на мобільні технічні системи по перевезенню брикетів, біодобрив, подрібнених стебел чагарників припадає на період припинення вегетації у рослин. Вироблену електроенергію вітряними електростанціями можна використовувати як безпосередньо, так і у вигляді запасів в електроакумуляторах.

Наступний напрямок – пряме використання сонячної енергії в різних конструкціях, які працюють від увігнутих дзеркал, накопичувачів сонячних теплових ресурсів. Можлива кількість часу використання цієї енергії по місяцях показана в таблиці 2.

У вегетаційний період року найбільший приток енергії сонячного світла по інтенсивності й ресурсу часу припадає на травень, червень, липень, серпень і вересень. В сушільних барабанах, які працюють від увігнутих дзеркал, йде сушіння і стерилізація

різних речовин при температурі 105–130 С°. Якщо скошене бадилля бобово-злакового різнотрав'я можна висушити в полі, то зібране листя з моностебелових чагарників висушити за таких умов не вдасться. Листя чагарників можливо збирати безперервно 3–4 місяці і доводити до належного стану в сушильних барабанах, потім подрібнювати, отримуючи борошно, придатне для виготовлення різних гранул з метою годівлі тварин зі стійловим утриманням.

2. Кількість сонячного світла в Донецькій області по місяцях за середньобагаторічними даними, години

Місяці року											
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
65,3	76,0	124,9	175,9	259,2	292,0	313,5	283,9	229,8	140,0	52,8	30,4

В сушильних барабанах можна досушувати також сіно злакових і бобових культур з наступним тюкуванням, зрізані та подрібнені стебла зелених чагарників поточного року (в яких найбільше азоту, фосфору і калію), а потім зберігати їх в закритих ангарах як енергетичний матеріал для різних біотехнологічних процесів.

Інший технологічний напрямок використання сушильних барабанів – це сушіння та стерилізація біодобрив після компостних біореакторів, що економічно доцільно при перевезенні на значні відстані.

За півтора століття інтенсивних ерозійних процесів замулена значна кількість малих річок і водойм. У Донецькій області тільки в післявоєнні роки зникло більше ста малих річок. Товща наносного шару родючого ґрунту в таких місцях становить від 1–2 до 5–6 м. Його треба вкрай повернути на землі першої еколого-технологічної групи в складі органо-ґрунтових брикетів. Ґрунт доцільно висушити і зберігати в ангарах. Мова йде не тільки про підвищення еколого-агрохімічного бала земель інтенсивного використання, а й про освоєння, використання і зберігання водних ресурсів. Треба акцентувати увагу на найкращому співвідношенні площі земель інтенсивного використання до сіножатей і пасовищ, дендроугідь й інших дендромасивів, водної поверхні всього водогосподарського комплексу в межах агросфери як взаємопов'язаних компонентів продуктивної біосфери.

При культивуванні різних видів сапрофагів важливо підтримувати оптимальну температуру і вологість у великих біотехнічних спорудах. Дзеркальні концентратори сонячної енергії для нагрівання води та її збереження в підземних резервуарах стануть важливим елементом використання відновлюваних енергетичних ресурсів Сонця.

При збиранні зерна кукурудзи або насіння соняшнику теж можливе досушування зернопродукції в барабанах, на які фокусується енергія Сонця. Основою цих інновацій повинні стати інформаційні технології, які координують положення увігнутих дзеркал протягом дня та місяця, швидкість обертання сушильних барабанів, видалення прогрітого і вологого повітря.

В США збудована геліостанція, яка виробляє електроенергію за рахунок фотоелементів безпосередньо від Сонця. Використовувати такі установки доцільно в умовах пустелі, де багато сонячних днів, а в зимовий період для стабілізації виробництва електроенергії додатково залучати природний газ.

Вінницькій області Європейський банк реконструкції і розвитку надав 5,4 млн євро для будівництва сонячної електростанції потужністю 5 МВт [11]. В Україні такі геліостанції перспективні на півдні, хоча, імовірно, в побутовій сфері панелі з фотоелементів будуть користуватися більшим попитом. Їх доцільно встановлювати на електро-конвейерному ланцюзі й інших мобільних технічних системах з технологічними елементами тривалого використання.

Таким чином, відновлювана енергетика в агросфері біогенної системи землеробства буде формуватися за чотирма напрямками: широкомасштабне відтворення чагарникової біомаси як твердого біопалива для виробництва тепла та електроенергії;

будівництво вітряних електростанцій; застосування пристроїв для використання тепла концентрованої сонячної енергії від увігнутих дзеркал; спорудження геліостанцій та панелей з фотоелементами для перетворення енергії Сонця в електричну енергію.

Бібліографічний список

1. Тимофєєв М. М. Модель структурних інновацій біогенної системи землеробства / М. М. Тимофєєв, Т. В. Голубєва, О. А. Бєлицька // Бюл. Ін-ту сіл. гоп-ва степової зони НААН України. – 2012. – № 2. – С. 34–38.
2. Пошук новітніх технологій обробітку ґрунту в умовах мульчепласту біогенної системи землеробства / М. М. Тимофєєв, І. М. Зарудняк, Т. В. Голубєва, О. А. Бєлицька // АПВ Полісся. – Житомир, 2012. – С. 14–17. – (Спецвипуск).
3. Інформаційні технології в біогенній системі землеробства / М. М. Тимофєєв, І. М. Зарудняк, О. А. Бєлицька, Т. В. Голубєва // Бюл. Ін-ту сіл. госп-ва степової зони НААН України. – 2013. – № 4. – С.103–111.
4. Тимофеев М. М. Органогенные ресурсы – квинтэссенция систем земледелия / М. М. Тимофеев // Аграр. наука. – 2002. – № 1.– С. 2–4.
5. Волобуев В. П. Микробный белок в кормлении сельскохозяйственных животных / В. П. Волобуев, Р. А. Волобуева // Аграр. наука. – 2005. – № 3. – С. 27–29.
6. Тимофеев М. М. Модель широкомасштабной рециркуляции биофильных элементов / М. М. Тимофеев, С. В. Козакевич, И. Н. Зарудняк // Агроекологія. – 2010. – Верес. – С. 203–206. – (Спецвипуск).
7. Пшеничный О. Равнение на вербу / О. Пшеничный / Агроперспектива. – 2013. – № 5. – С. 23–25.
8. Богатирчук-Кривенко С. Непродуктивні землі засаджують енергетичною вербою / С. Богатирчук-Кривенко / Энергосбережение. – 2013. – № 5. – С.2.
9. Чурилов Д. Г. Использование биотопливных когенерационных установок в сельском хозяйстве / Д. Г. Чурилов, В. Н. Калиниченко // Энергосбережение. – 2013. – № 5. – С. 20–23.
10. Носко Б. С. Сучасний стан і майбутнє чорноземів України / Б. С. Носко // Вісн. аграр. науки. – 1996. – № 5. – С. 20–23.
11. Нова геліостанція з'явиться у Вінницькій області // Энергосбережение. – 2013. – № 5. – С. 3.