

<https://doi.org/10.47414/be.2024.No1.pp8-10>

СТАЛЕ ВИРОЩУВАННЯ БІОМАСИ НА МАЛОПРОДУКТИВНИХ ЗЕМЛЯХ ЯЛТУШКІВСЬКОЇ ДОСЛІДНО-СЕЛЕКЦІЙНОЇ СТАНЦІЇ

1РОЇК М.В.,*доктор с.-г. наук, професор, академік
НААН;***1ГАНЖЕНКО О.М.,***доктор с.-г. наук;***1ІВАНІНА В.В.,***доктор с.-г. наук;***2ГОНЧАРУК Г.С.,***кандидат с.-г. наук**1Інститут біоенергетичних культур і
цукрових буряків НААН**2Ялтушківська дослідно-селекційна
станція ІБКІЦБ НААН*

Вступ. У зв'язку з глобальними змінами клімату дедалі більше уваги приділяється відновлювальним джерелам енергії, оскільки використання викопних видів палива призводить до підвищення концентрації вуглекислого газу в атмосфері [1-5]. Нова Кліматична Угода, до якої долучилось 195 країн, передбачає зменшення темпів зростання температури планети шляхом скорочення викидів парникових газів до рівня, який природа здатна переробляти без шкоди для себе [6-14]. З цією метою до середини поточного століття заплановано замінити традиційні джерела енергії відновлювальними (ВДЕ), серед яких значне місце посідає біоенергетика. Відповідно до цієї угоди, кожні п'ять років країни подають національно визначені індивідуальні кількісні зобов'язання щодо скорочення викидів парникових газів [15].

У грудні 2019 року було прийнято Європейський Зелений Курс (European Green Deal), який передбачає перехід до кліматично-нейтральної економіки країн ЄС до 2050 року [16-22]. З цією метою Європейська Комісія запроваджує заходи карбонового протекціонізму виробників ЄС через механізм карбонового коригування імпорту (carbon border adjustment mechanism) [23].

Таким чином, світова спільнота – як ніколи раніше – занепокоєна негативними екологічними тенденціями, спричиненими, в першу чергу, інтенсивним використанням викопних видів палива та об'єднує зусилля для їх подолання. З огляду на це, розвиток біоенергетики, як складової частини ВДЕ, є необхідною передумовою для вирішення глобальних викликів, пов'язаних зі зміною клімату.

Щорічно Україна імпортує викопні енергоносії майже на \$ 15 млрд, водночас, у нас недостатньо задіяний потенціал ВДЕ, серед яких провідне місце посідає біоенергетика [24, 25]. Основою сировинної бази для сталого розвитку біоенергетики є вирощування високопродуктивних біоенерге-

тичних рослин (міскантус, світчграс, верба, тополя та інші). Для уникнення конкуренції з вирощуванням харчових та кормових культур рослин для енергетичного напрямку використання доцільно вирощувати на малопродуктивних та деградованих (маргінальних) землях.

Для вивчення можливості ефективного вирощування біоенергетичних культур на малопродуктивних землях у Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків (ІБКІЦБ) спільно з європейськими партнерами проведено теоретичні та експериментальні дослідження в рамках міжнародного проєкту «Стале вирощування біомаси на маргінальних землях в Європі» (SEEMLA) програми ЄС Горизонт 2020.

Матеріали та методика дослідження. Дослідження проводились упродовж 2017-2018 років на Ялтушківській дослідно-селекційній станції ІБКІЦБ НААН, яка розташована в зоні нестійкого зволоження північно-західної частини Вінницької області на території Жмеринського району. Географічне положення станції становить 48°59' північної широти і 27°27' західної довготи.

Пілотний майданчик біоенергетичних культур (міскантус та верба) було закладено в 2017 році на землях Ялтушківської дослідно-селекційної станції ІБКІЦБ НААН (48°59'51.41"Пн; 27°27'18.68"Сх). Особливістю даної станції є її розташування на малопродуктивних схилістих землях. До початку 80-х років минулого століття ділянка, на якій закладено пілотний майданчик, мала схил понад 10%. У 1984 році схил був частково зрізаний для будівництва футбольного стадіону, проте будівництво не було завершено, а ділянка перетворилась на стихійне звалище твердих відходів (папір, пластик, скло, поліетилен та ін.). Характерною особливістю ділянки є низька родючість ґрунту та порушення його профілю (рис. 1).

Ґрунт пілотного майданчика – сірий лісовий легкосуглинковий, з такими агрохімічними характеристиками верхнього (0-5 см) шару: вміст гумусу (за Тюріним) – 1,86%; лужногідролізованого азоту (за Корнфільдом) – 63,0 мг/кг рухомого фосфору та калію (за Чиріковим) – відповідно 109 та 119 мг/кг ґрунту, рН сольове – 5,3; гідролітична кислотність (за Капленом) – 2,9 мг-екв./100 г ґрунту; сума увібраних основ – 22,4 мг-екв./100 г ґрунту; ступінь насичення основами – 80-83%.

Сума опадів за роки проведення досліджень була нижчою, ніж середні багаторічні значення (рис. 2). Так, у 2016 році випало 176,2 мм опадів, що на 193,8 мм менше за середньо-багаторічні значення. Зокрема, кількість опадів за місяцями становила: у квітні – 12,1 мм, що на 29,9 мм менше

за багаторічні дані, у травні – 48,5, що на 13,5 мм менше за багаторічні дані, у червні випало на 8,6 мм опадів більше, у липні, серпні та вересні кількість опадів була меншою, відповідно, на 58,0; 55,0 та 46,0 мм порівняно з багаторічними показниками.

У 2017 році в цілому випало 172,5 мм опадів, що на 197,5 мм менше за середньо-багаторічні значення. Більша кількість опадів спостерігалась у квітні (36,4 мм) та червні й вересні (відповідно, 38,0 і 47,4). Менша кількість опадів, порівняно з багаторічними даними, спостерігалась у травні, липні та серпні – відповідно, на 32,3; 67,0 та 55,0 міліметра.

Підсумовуючи погодні умови в роки проведення досліджень на Ялтушківській ДСС за гідротермічним коефіцієнтом Селянінова, можна зробити висновок, що за вологозабезпеченням роки були досить контрастними: більш посушливим був 2017 рік (ГТК=0,51), водночас 2018 рік відмічався достатнім вологозабезпеченням (ГТК=0,96).

Для закладання пілотного майданчика використовували сорти біоенергетичних культур селекції ІБКІЦБ НААН: міскантус гігантський сорт «Осінній зорецвіт», верба прутувидна сорт «Збруч». Для садіння біоенергетичних рослин на пілотному майданчику використовували ризоми міскантуса масою близько 30 г та живці верби завдовжки близько 25 см.

Результати досліджень

Проєкт SEEMLA виконувався ІБКІЦБ НААН спільно з Агентством з поновлюва-

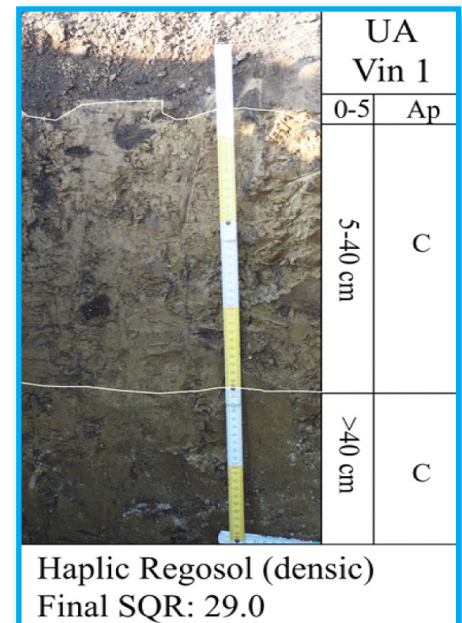


Рис. 1. Ґрунтовий профіль

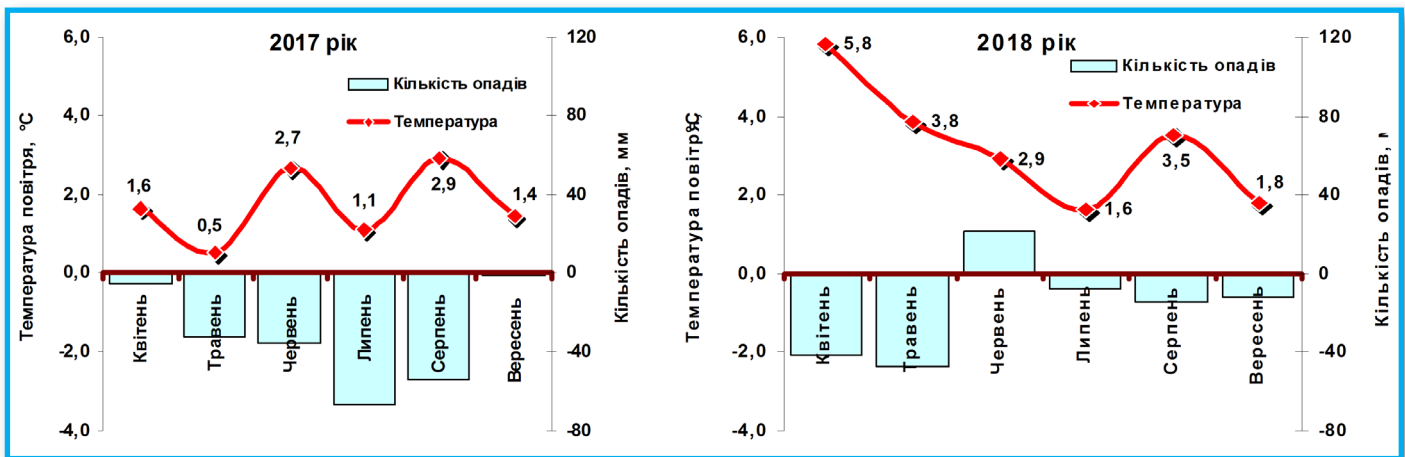


Рис. 2. Відхилення від середніх багаторічних значень температури повітря та суми опадів

них ресурсів (FNR, Німеччина – координатор), Інститутом енергетики та екологічних досліджень (IFEU, Німеччина), Бранденбурзьким технічним університетом (BTU CS, Німеччина), Університетом Демокріта Фракії (DUTH, Греція), Децентралізованим адмініструванням Македонії та Фракії (DAMT, Греція), TOB SALIX Energy Ltd. (Україна) і Лігоу з охорони навколишнього середовища (LEGABT, Італія).

Основною метою проекту SEEMLA є створення сприятливих інноваційних стратегій землекористування для сталого виробництва енергії з сировини рослинного походження, вирощеної на маргінальних землях із поліпшенням загального стану агроєкосистем. Використання маргінальних земель сприяє пом'якшенню зростаючої конкуренції між традиційним сільськогосподарським виробництвом, пов'язаним із вирощуванням харчових продуктів і кормів та виробництвом рослинної біомаси як сировини для виробництва біопалива.

Проектом передбачалося залучити сільгоспвиробників та господарства лісової промисловості з тим, щоб звести до мінімуму конкуренцію з традиційним сільськогосподарським виробництвом, а також сприяти зміцненню дрібних ланцюжків поставок біомаси з локальних ділянок. Це при-

зведе до збільшення обсягів виробництва біоенергії та прибутків аграріїв, зростання інвестицій у нові технології та розробку нової політики з відновлювальної енергетики.

Важливою частиною проекту є забезпечення екологічної та соціально-економічної стійкості, недопущення негативного впливу на біорізноманіття, фауну та флору, ґрунти й води.

Впродовж 2016 року (за рік до садіння біоенергетичних культур) провели комплекс робіт із підготовки земельної ділянки під пілотний майданчик. Здійснили зачищення ділянки від сміття, провели заходи з контролювання чисельності бур'янів.

Закладку пілотного майданчика здійснювали в III декаді березня 2017 року, при цьому під час садіння ризомів міскантусу та живців верби проводили полив у обсязі 1 л води на одне посадочне місце. Наявність поливу та достатня кількість опадів у квітні місяці дозволили отримати приживлюваність висаджених біоенергетичних рослин на рівні 87-92%.

У перші два місяці вегетації висота рослин міскантусу гігантського сорту «Осінній зорецвіт» перевищувала висоту рослин верби прутювидної сорту «Збруч» (рис. 3). Так, за квітень та травень середня висота рослин міскантусу становила 24,3 та 32,7

см, а верби – 14,7 та 22,4 см, відповідно. В подальшому висота рослин верби перевищувала висоту міскантусу. Так, у червні, липні, серпні та вересні висота рослин міскантусу становила 47,9; 84,6; 122,7 та 129,6 см, а рослин верби – 48,2; 97,4; 136,3 та 144,6 см, відповідно.

Таким чином, в кінці першого року вегетації рослини міскантусу гігантського на пілотному майданчику були заввишки 1,3 м, а верби прутювидної – 1,45 м, при цьому на одній рослині міскантусу було сформовано, в середньому, 22 пагони, а на одній рослині верби – 2,5 пагони (табл. 1). Водночас діаметр пагонів верби (18 мм) значно перевищував діаметр пагонів міскантусу (8 мм).

Урожайність сирової біомаси верби прутювидної в кінці першого року вегетації становила 11,7 т/га, що дозволило забезпечити вихід сухої речовини на рівні 7,0 т/га. Значно меншою була врожайність сирової біомаси міскантусу (6,6 т/га) та вихід сухої речовини (4,6 т/га).

Під час другого року вегетації висота рослин верби значно перевищувала висоту рослин міскантусу, при цьому слід враховувати, що рослини міскантусу збираються щорічно й відростають від кореневої системи, а пагони верби продовжують свій

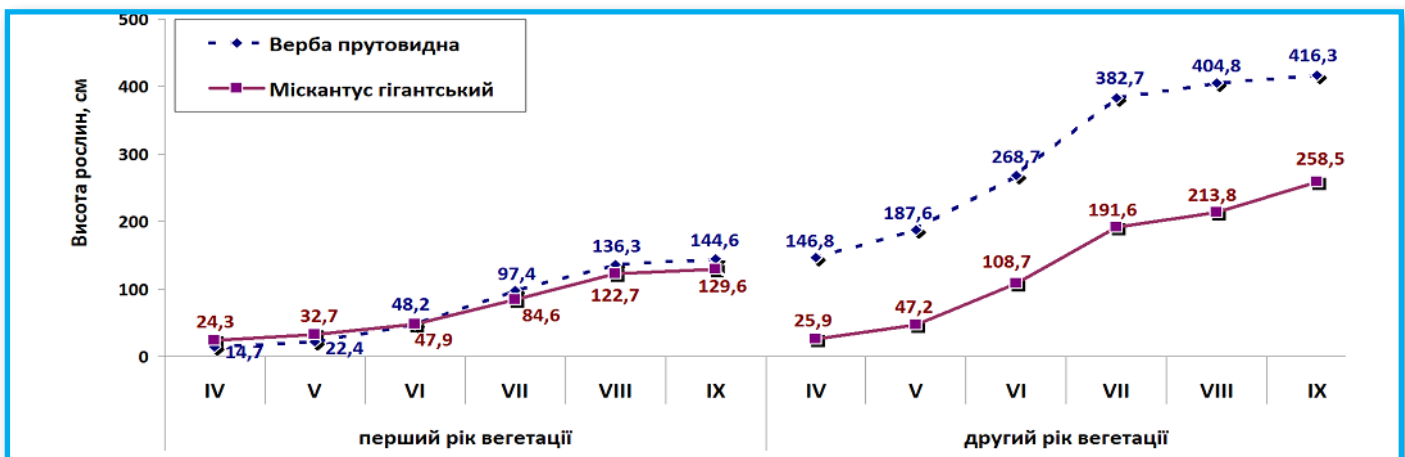


Рис. 3. Динаміка висоти біоенергетичних культур (2017-2018 рр.).

Таблиця 1

Показники продуктивності біоенергетичних рослин на пілотному майданчику проєкту SEEMLA

Перший рік вегетації	Перший рік вегетації		Другий рік вегетації		НІР0,05
	верба прутувидна	міскантус гігантський	верба прутувидна	міскантус гігантський	
Висота рослин, м	1,45	1,30	4,16	2,58	0,24
Кількість пагонів, шт.	2,5	22,0	3,0	35,0	1,5
Діаметр пагонів, мм	18,0	8,0	32,0	15,3	4,6
Урожайність сирої маси, т/га	11,7	6,6	34,5	29,4	1,4
Вихід сухої маси, т/га	7,0	4,6	20,7	20,6	0,9

ріст від рівня, який вони досягли минулого року. Так, висота рослин верби за другий рік вегетації досягла 4,2 м, в той час як висота рослин міскантуса складала 2,6 м (див. рис. 3). Найбільш стрімко приріст висоти пагонів верби та міскантуса 2-го року вегетації відбувався в період "травень-липень". У цей час добові прирости висоти пагонів верби сягають до 4 см/добу, міскантуса – до 2,8 см/добу.

За другий рік вегетації рослини міскантуса сформували в середньому 35 пагонів на одній рослині, що значно перевищило аналогічний показник першого року вегетації (22 пагони/рослину). Водночас приріст

кількості пагонів у рослин верби 2-го року вегетації (3,0 паг./росл.) був незначним у порівнянні з рослинами 1-го року вегетації (2,5 паг./росл.).

За товщиною пагони верби другого року вегетації більші, ніж удвічі перевищували товщину пагонів міскантуса. Так, на кінець 2018 року середній діаметр пагонів верби прутувидної становив 32,0 мм, у той час як діаметр пагонів міскантуса гігантського на цей час становив 15,3 мм.

На кінець другого року вегетації врожайність сирої біомаси верби прутувидної становила 34,5 т/га, а врожайність міскантуса гігантського була суттєво нижчою й скла-

дала 29,4 т/га (НІР0,05=1,4 т/га). Водночас, різниця за виходом сухої речовини була несуттєвою й становила 20,6...20,7 т/га.

Висновки

1. Основою сировинної бази для сталого розвитку біоенергетики є вирощування високопродуктивних біоенергетичних рослин (міскантус, світчграс, верба, тополя та інші) на малопродуктивних і деградованих (маргінальних) землях.

2. Реалізація на Ялтушківській дослідно-селекційній станції ІБКіЦБ НААН пілотного майданчика засвідчує ефективність сталого вирощування біоенергетичних культур на малопродуктивних землях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Adedoyin F.F., Alola A.A., Bekun F.V. An assessment of environmental sustainability corridor: The role of economic expansion and research and development in EU countries. *Science Of The Total Environment*. 2020. Vol. 713. N136726. DOI:10.1016/j.scitotenv.2020.136726
- Ahmad M., Ahmad Z., Majeed A., Huang. B. An environmental impact assessment of economic complexity and energy consumption: Does institutional quality make a difference? *Environmental Impact Assessment Review*. 2021. Vol. 89. N106603. doi:10.1016/j.eiar.2021.106603
- Khan Z., Ali S., Umar M., Kirikkaleli D., Jiao Z.L. Consumption-based carbon emissions and International trade in G7 countries: The role of Environmental innovation and Renewable energy. *Science Of The Total Environment*. 2020. Vol. 730. № 138945. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.138945
- Neves A., Godina R., Azevedo S.G., Matias J.C.O. A comprehensive review of industrial symbiosis. *Journal Of Cleaner Production*. 2019. Vol. 247. N119113. DOI:10.1016/j.jclepro.2019.119113
- Solarin. S.A. An environmental impact assessment of fossil fuel subsidies in emerging and developing economies. *Environmental Impact Assessment Review*. 2020. Vol. 85. № 106443. doi:10.1016/j.eiar.2020.106443
- Adoption of the paris agreement. Approved 12.12.2015. Режим доступу: <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/109r01.pdf>
- Bertoldi P., Kona A., Rivas S., Dallemand J.F. Towards a global comprehensive and transparent framework for cities and local governments enabling an effective contribution to the Paris climate agreement. *Current Opinion In Environmental Sustainability*. 2018. Vol. 30. P. 67-74. DOI: 10.1016/j.cosust.2018.03.009
- Ding Q., Khattak S.I., Ahmad M. Towards sustainable production and consumption: Assessing the impact of energy productivity and eco-innovation on consumption-based carbon dioxide emissions (CCO2) in G-7 nations. *Sustainable Production And Consumption*. 2021. Vol. 27. P. 254-268. DOI:10.1016/j.spc.2020.11.004
- Goglio P., Williams A.G., Balta-Ozkan N., Harris N.R.P., et al. Advances and challenges of life cycle assessment (LCA) of greenhouse gas removal technologies to fight climate changes. *Journal Of Cleaner Production*. 2020. Vol. 244. № 118896. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.118896
- Gossling S., Scott D. The decarbonisation impasse: global tourism leaders' views on climate change mitigation. *Journal Of Sustainable Tourism*. 2018. Vol. 26. Iss. 12. P. 2071-2086. DOI: 10.1080/09669582.2018.1529770
- Mundaca L., Urge-Vorsatz D., Wilson C. Demand-side approaches for limiting global warming to 1.5 degrees C. *Energy Efficiency*. Vol. 2019. Vol. 12. Iss. 2. P. 343-362. DOI: 10.1007/s12053-018-9722-9
- Pittau F., Lumia G., Heeren N., Iannaccone G., Habert G. Retrofit as a carbon sink: The carbon storage potentials of the EU housing stock. *Journal Of Cleaner Production*. 2019. Vol. 214. P. 365-376. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.12.304
- Teske S., Pregger T. Achieving the Paris Climate Agreement Goals Global and Regional 100% Renewable Energy Scenarios with Non-energy GHG Pathways for +1.5 degrees C and +2 degrees C Introduction. Achieving The Paris Climate Agreement Goals: Global and Regional 100% Renewable Energy Scenarios with Non-Energy Ghg Pathways for +1.5(Degree)C and +2(Degree)C. P. 1-4. DOI: 10.1007/978-3-030-05843-2_1
- Yi H.T., Feiock R.C., Berry F.S. Overcoming collective action barriers to energy sustainability: A longitudinal study of climate protection accord adoption by local governments. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*. 2017. Vol. 79. P. 339-346. DOI: 10.1016/j.rser.2017.05.071
- Nationally determined contributions under the Paris Agreement. Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Paris Agreement. Third session Glasgow, 31 October to 12 November 2021. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma2021_08_adv_1.pdf
- Bremont U., Bertrandias A., Steyer J.P., Bernet N., Carrere H. A vision of European biogas sector development towards 2030: Trends and challenges. *Journal of Cleaner Production*. 2021. Vol. 287. N125065. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.125065
- Brodny J., Tutak M. The analysis of similarities between the European Union countries in terms of the level and structure of the emissions of selected gases and air pollutants into the atmosphere. *Journal of Cleaner Production*. 2021. Vol. 279. N123641. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.123641
- Chiaramonti D., Talluri G., Scarlat N., Prussi M. The challenge of forecasting the role of biofuel in EU transport decarbonisation at 2050: A meta-analysis review of published scenarios. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*. 2021. Vol. 139. N110715. DOI: 10.1016/j.rser.2021.110715
- Haas T., Sander H. Decarbonizing Transport in the European Union: Emission Performance Standards and the Perspectives for a European Green Deal. *Sustainability*. 2020. Vol. 12. Iss. 20. № 8381. DOI: 10.3390/su12208381
- Kardung M., Cingiz K., Costenoble O., Delahaye R. et al. Development of the Circular Bioeconomy: Drivers and Indicators. *Sustainability*. 2021. Vol. 13. Iss. 1. № 413. DOI: 10.3390/su13010413
- Ossewaarde M., Ossewaarde-Lowtoot R. The EU's Green Deal: A Third Alternative to Green Growth and Degrowth? *Sustainability*. 2020. Vol. 12. Iss. 23. N9825. DOI: 10.3390/su12239825
- Proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council establishing the framework for achieving climate neutrality and amending Regulation (EU) 2018/1999 (European Climate Law). COM(2020) 80, Brussels, 4.3.2020. https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/commission-proposal-regulation-european-climate-law-march-2020_en.pdf
- EU Green Deal (carbon border adjustment mechanism). Proposal for a Directive. <https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12228-Carbon-Border-Adjustment-Mechanism>
- Головнов С. Сировинна економіка. Що купувала і продавала Україна в 2021 році. БізнесЦензор: <https://biz.censor.net/r3310713>
- Державна служба статистики України. Енергетичний баланс України за 2020. Експрес-випуск від 30.11.2021 р.